



**Universidad Técnica
Latinoamericana**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“PROPUESTA DE UN PLAN ESTRATEGICO DE PRODUCCIÓN PARA EL AREA DE
INYECCION-SOPLADO DE LA EMPRESA MANUPLAST; A TRAVES DE LA
OPTIMIZACIÓN DEL OEE, PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS ENTREGAS Y
CUMPLIMIENTO DEL OTIF”.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Eda Maristela Osorio Sorto

José Manuel Umaña Orellana

Manuel Alberto Turcios Barrientos

SANTA TECLA, 30 DE AGOSTO DE 2025



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS
RECTOR

DR. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LAREYNAGA
VICE-RECTOR

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS ALBERTO COCA MUÑOZ
FISCAL

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS
DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTA TECLA, 30 DE AGOSTO DE 2025



ASESOR DE DOCUMENTO DE TESIS

Ing. Leonel Arévalo Valladares.

JURADO EVALUADOR

Ing. Norberto Leonel Flores Beltrán

Ing. Jaime Omar Escamilla Domínguez

Ing. José Mauricio Mejía Alas

SANTA TECLA, 30 DE AGOSTO DE 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS VEINTE

A las ocho horas del sábado treinta de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por EDA MARISTELA OSORIO SORTO en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"PROPUESTA DE UN PLAN ESTRATEGICO DE PRODUCCIÓN PARA EL AREA DE INYECCION-SOPLADO DE LA EMPRESA MANUPLAST; A TRAVES DE LA OPTIMIZACIÓN DEL OEE, PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS ENTREGAS Y CUMPLIMIENTO DEL OTIF."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

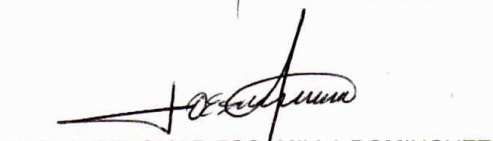
SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de OCHO PUNTO DOS (8.2), el Trabajo de Graduación presentado por la alumna arriba detallada obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERA INDUSTRIAL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. NORBERTO LEONEL FLORES BELTRAN



ING. JAIME OMAR ESCAMILLA DOMINGUEZ



ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS



ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS VEINTIUNO

A las ocho horas del sábado treinta de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por JOSE MANUEL UMAÑA ORELLANA en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

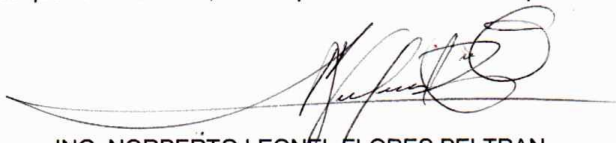
"PROPUESTA DE UN PLAN ESTRATEGICO DE PRODUCCIÓN PARA EL AREA DE INYECCION-SOPLADO DE LA EMPRESA MANUPLAST; A TRAVES DE LA OPTIMIZACIÓN DEL OEE, PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS ENTREGAS Y CUMPLIMIENTO DEL OTIF."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de ~~OCHO PUNTO DOS~~ (8,2), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO INDUSTRIAL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. NORBERTO LEONEL FLORES BELTRAN



ING. JAIME OMAR ESCAMILLA DOMINGUEZ



ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS VEINTIDOS

A las ocho horas del sábado treinta de agosto de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por MANUEL ALBERTO TURCIOS BARRIENTOS en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"PROPUESTA DE UN PLAN ESTRATEGICO DE PRODUCCIÓN PARA EL AREA DE INYECCION-SOPLADO DE LA EMPRESA MANUPLAST; A TRAVES DE LA OPTIMIZACIÓN DEL OEE, PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS ENTREGAS Y CUMPLIMIENTO DEL OTIF."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de OCHO PUNTO DOS (8,2), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO INDUSTRIAL

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. NORBERTO LEONEL FLORES BELTRAN


ING. JAIME OMAR ESCAMILLA DOMINGUEZ


ING. JOSE MAURICIO MEJIA ALAS


ING. ROOSELVE ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



Contenido	
Glosario.....	1
Introducción	5
Capítulo I – Planteamiento del problema.....	7
1.1 Título descriptivo del proyecto	8
1.2 Situación problemática.....	8
1.3 Planteamiento del problema.....	8
1.4 Enunciado del problema	9
1.5. Justificación	10
1.6. Delimitación de la investigación.....	11
1.6.1 Delimitación temporal	11
1.6.2 Delimitación espacial.....	11
1.6.3 Delimitación teórica.....	12
1.7 Objetivos	12
1.7.1 General	12
1.7.2 Específicos	12
1.8 Alcances y Limitaciones	13
1.8.1 Alcance	13
1.8.2 limitaciones	13
Capítulo II – Marco de referencia y teórico conceptual.	14
2.1 Marco de Referencia	15
2.1.1 Herramienta OEE.....	15
2.1.2 Desafíos y Vacíos Existentes	16
2.1.3 Importancia de Abordar el Problema	16
2.2 Marco teórico	17
2.2.1 Producción y Planificación Estratégica	18
2.2.2 Inyección-Soplado	18
2.2.3 Eficiencia General de los Equipos (OEE).....	19
2.2.4 OTIF (On Time in Full)	19
2.2.5 Optimización del OEE	19
2.2.6 Mejoramiento de las Entregas y Cumplimiento del OTIF	19
2.3 Métodos y herramientas de mejora continua	20

2.4 Marco conceptual teórico.....	29
2.5 Importancia del OEE en la producción: Cómo el OEE impacta la eficiencia y efectividad de los procesos productivos.	32
2.6 Métodos de medición del OEE: Técnicas y herramientas utilizadas para calcular el OEE.....	37
2.7 Factores que afectan el OEE: Principales causas de pérdidas en disponibilidad, rendimiento y calidad.....	40
2.8 Optimización del OEE: Estrategias y mejores prácticas para mejorar el OEE.....	42
2.8.1 Estrategias para la Optimización del OEE.....	42
2.8.2 Mejores Prácticas para la Optimización del OEE.....	44
2.9 Relación entre OEE y OTIF.....	45
2.9.1 Cómo la optimización del OEE puede mejorar el cumplimiento del OTIF	47
2.10 Análisis de capacidad productiva en procesos de inyección-soplado: Evaluación de la capacidad instalada y utilización de recursos	49
2.11 Mantenimiento productivo total (TPM): Implementación del TPM para reducir tiempos de inactividad y mejorar el OEE	51
2.12 Planificación y control de la producción: Estrategias de planificación y programación para optimizar la producción y entregas	54
2.13 Tecnologías emergentes en la industria de inyección-soplado: Impacto de la Industria 4.0 y automatización en la optimización de procesos	59
2.14 Gestión de inventarios y su impacto en el OTIF: Técnicas de gestión de inventarios para asegurar la disponibilidad de materiales y productos	61
2.15 Indicadores claves de desempeño (KPIs)	61
2.16 Cultura organizacional y su influencia en la mejora de procesos	65
2.16.1 Impacto de la Cultura Organizacional en la Mejora de Procesos	65
2.16.2 Estrategias para Alinear la Cultura Organizacional con la Mejora de Procesos.....	67
Capítulo III – Metodología de investigación.	69
3.1 Metodología	70
3.2 Enfoque de la investigación	70
3.3 Tipos de investigación	70
3.3.1 Investigación de campo.....	70
3.3.2 Investigación documental	71
3.3.3 investigación descriptiva.....	71
3.4 Población.....	72
3.5 Muestra	72
3.6 Métodos técnicas e instrumentos de investigación	72

3.6.1 Método deductivo	72
Capítulo IV – Situación actual de la empresa.....	74
4.1 Marco estratégico de la empresa MANUPLAST	75
4.1.1 Misión	75
4.1.2 Visión.....	75
4.1.3 Valores	75
4.2 Historia de la empresa.....	76
4.3 Actividad Económica.....	76
4.4 Principales clientes.....	77
4.5 Productos ofrecidos.....	77
4.6 Tipo de tecnología utilizada en la empresa.....	78
4.6.1 Sistema SAP.....	78
4.6.2 Máquinas de inyección y soplado para PET	79
4.7 Descripción del área y equipos en inyección soplado PET en MANUPLAST	80
4.7.1 Nomenclatura de las máquinas de inyección soplado en MANUPLAST	82
4.7.2 Moldes para envases PET con los que cuenta MANUPLAST	85
4.7.3 Equipos auxiliares y de soporte para el proceso de producción de envase.....	86
4.7.4 Sistemas neumáticos y de aire necesarios para la maquina	87
4.7.5 Periféricos que complementan el sistema de enfriamiento de la maquina	87
4.7.6 Sistema de alimentación de materia prima	87
4.7.7 Otros equipos operativos y de control en el proceso	88
4.8 Identificación de procesos y subprocesos en la empresa MANUPLAST.....	88
4.8.1 Procesos Estratégicos.....	88
4.8.2 Procesos Operativos.....	88
4.8.3 Procesos de Apoyo.....	89
4.8.4 Mapa de procesos y subprocesos	90
4.9 Descripción general del proceso de fabricación de envases en el área de inyección de MANUPLAST	90
4.9.1 Etapa 1 Recepción y planificación de la orden.....	91
4.9.2 Etapa 2 Preparación y abastecimiento	91
4.9.3 Etapa 3 Proceso en maquina (inyección-soplado)	91
4.9.4 Etapa 4 Control de calidad en línea	93
4.9.5 Etapa 5 Colocación de mangas termoencogibles (Si aplica)	93
4.9.6 Etapa 6 Empaque	94

4.9.7 Etapa 7 Almacenamiento	94
4.10 Diagrama de flujo de procesos actual de inyección soplado en MANUPLAST	94
4.11 Análisis del proceso de producción actual en MANUPLAST.....	100
4.12 Layout MANUPLAST.....	101
4.12.1 Layout del área de inyección soplado	102
4.12.2 Diagrama de recorrido del proceso de inyección soplado	103
4.13 Organigrama de MANUPLAST	105
4.14 Descriptores de puesto de los colaboradores el área de inyección soplado.....	106
4.14.1 Gerente de planta	106
4.14.2 Jefe de Planificación	111
4.14.3 Jefe de producción	113
4.14.4 Supervisor de producción	118
4.14.5 Operario de Producción	121
4.15 Técnicas de recolección de información.....	137
4.15.1 Procedimiento para la recolección de datos.....	137
4.15.2 Entrevista	137
4.15.2.1 Presentación de datos sobre la entrevista.....	138
4.15.2.2 Análisis de la entrevista del supervisor de inyección soplado.....	140
4.15.2.3 Análisis de la entrevista al Gerente de la planta.....	151
4.15.3 Visita de campo.....	153
4.15.3.1 Tabulación de datos obtenidos durante las visitas.	157
4.15.4 Encuesta aplicada.....	161
4.15.4.1 Tabulación de datos de encuesta realizada a operarios del área de inyección soplado.....	161
4.16 Diagnostico actual de área de trabajo de inyección soplado MANUPLAST	179
4.17 Diagnostico actual de los indicadores OEE y OTIF	182
4.18 Cálculo del OEE Histórico a partir de datos Disponibles de enero a diciembre 2024 ...	183
4.18.1 Capacidad actual por cada línea de producción de inyección soplado	184
4.18.2 Calculo del OEE 2024	187
4.18.2.1 Conclusión del análisis del OEE actual en MANUPLAST	193
4.19 Matriz o árbol de perdida basado en las 6 perdidas claves del OEE en MANUPLAST	194
4.20 Identificación y registro histórico de paros programados y no programados	198
4.20.1 Gráfico de Pareto de paros no programados	198

4.20.2 Análisis y conclusión	200
4.20.3 Estudio de tiempos de cambio de molde actualmente	201
4.20.4 Diagrama de Ishikawa de proceso de cambio de molde actual	208
4.20.5 Gráfico de Pareto de paros no programados	210
4.20.6 Análisis de Gráfico de Pareto de paros no programados	211
4.20.7 Diagrama de Ishikawa de principales causas de paradas no planificadas	212
4.21 Manejo actual de los factores relevantes del OEE.....	214
4.22 Cálculo del OTIF Histórico a partir de datos Disponibles de enero a diciembre 2024 ..	215
4.22.1 Análisis de OTIF actual	218
4.22.2 Consecuencias del incumplimiento del OTIF en la empresa en estudio	220
4.22.3 Evaluación de nivel de servicio según el principal cliente de MANUPLAST	220
4.23 Identificación de las ineficiencias en el proceso de inyección soplado	222
4.24 Problemáticas identificadas en el proceso en estudio	223
4.25 Matriz de problemas identificados.....	225
4.26 Análisis FODA de la empresa.....	227
4.27 Herramientas de análisis y mejoras de procesos utilizadas para el desarrollo del diagnóstico actual de la empresa.....	229
Capítulo V – PROPUESTA	230
5. Propuesta de un plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST; a través de la optimización del OEE, para el mejoramiento de las entregas y cumplimiento del OTIF”.	231
5.1 Objetivo:	232
5.2 Alcance	232
5.3 Propuesta para implementación de las 5S en área de inyección soplado	232
5.3.1 Alcance	233
5.3.2 Delimitación.....	233
5.3.3 Objetivo.....	234
5.3.4 Etapas de implementación	234
5.3.4.1 Pasos previos.....	234
5.3.4 Plan propuesto para ejecución la de las 5S en MANUPLAST	238
5.4 Propuesta de implementación y medición del OEE en MANUPLAST.	247
5.4.1 Definición de parámetros	248
5.4.2 Rangos Generales para el OEE	248
5.4.3 Rango de cada factor del OEE Disponibilidad, Rendimiento y Calidad	249

5.4.4 Identificación de los factores para el cálculo del OEE	250
5.4.4.1 Formula general del OEE.....	250
5.4.4.2 Factor Disponibilidad	250
5.4.4.3 Factor Rendimiento.....	250
5.4.4.4 Factor Calidad	251
5.4.5 Interpretación	251
5.4.6 Herramientas de mejora continua propuestas para la ejecución implementación, ejecución y seguimiento de la propuesta del plan estratégico.	251
5.4.7 Elaboración de formularios y procedimiento para el llenado	252
5.4.7.1 Elaboración de formularios.....	252
5.4.7.2 procedimientos para el llenado de los formularios	253
5.4.7.3 Formulario para capturar datos de Disponibilidad para medir el OEE de las máquinas del área de inyección soplado	253
5.4.7.4 Procedimiento para el llenado de formulario - Medición del factor disponibilidad del OEE en el área de inyección soplado.	258
5.4.7.5 Formulario para capturar datos factor rendimiento para medir el OEE de las máquinas del área de inyección soplado.	266
5.4.7.6 Procedimiento para el llenado de formulario - Medición del factor Rendimiento del OEE en el área de inyección soplado	278
5.4.7.7 Formulario para capturar datos factor Calidad para medir el OEE de las máquinas del área de inyección soplado.....	278
5.4.7.8 Procedimiento para el llenado de formulario - Medición del factor Calidad del OEE en el área de inyección soplado	280
5.4.8 Recursos Necesarios	286
5.4.8.1 Tecnológicos:.....	286
5.4.8.2 Humanos:	287
5.4.8.3 Financieros	287
5.5 Capacitación del Personal	287
5.5.1 Objetivos	288
5.5.2 Alcance:	288
5.5.3 Ventajas.....	289
5.5.4 Programa de formación propuesto para el área de Inyección soplado.....	290

5.5.4.1 Propuesta de capacitaciones en OEE al personal del área de inyección soplado	290
5.5.4.2 Propuesta de capacitaciones en 5S al personal del área de inyección soplado .	291
5.6 Periodicidad de monitoreo y medición de la implementación del OEE en MANUPAST	292
5.6.1 Medición Diaria para control a nivel operativo, para identificar problemas y tomar acciones correctivas rápidamente	293
5.6.2 Medición Semanal para presentación de informe a nivel Gerencial.....	293
5.6.3 Monitoreo de Resultados	293
5.7 Periodo de implementación y/o ajustes de la estrategia para la medición del OEE en el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST.	293
5.8 Diagrama de flujo para la implementación y medición del OEE en la empresa MANUPLAST	294
5.9 Propuesta de Plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST a través de la optimización del OEE.	298
5.9.1 Objetivos:.....	298
5.9.2 Alcance	299
5.9.3 Mejora del factor del OEE - Disponibilidad mediante Mantenimiento Preventivo...	299
5.9.3.1 Identificación y registro de los equipos	299
5.9.3.2 Clasificar los equipos según su criticidad, frecuencia de uso y costo de falla	300
5.9.3.3 Propuesta de manual técnico y procedimiento para mantenimiento preventivo	301
5.9.3.4 Propuesta de manual técnico y procedimiento para mantenimiento correctivo	305
5.9.3.5 Idoneidad de los equipos (Capacidad del equipo para realizar los procesos de manera segura y efectiva).	308
5.9.3.6 Medición y control de tasa de fallas (MTBF).....	309
5.9.3.7 Medición y control de mantenimiento preventivo (MTTR)	309
5.9.3.8 Propuesta de procedimiento para mantenimiento de moldes	310
Procedimiento para ejecutar Mantenimiento preventivo y correctivo de moldes	311
5.9.4 Mejora del factor del OEE- Rendimiento mediante la optimización de cambio de molde a través del SMED	313
5.9.4.1 Reducción de tiempos de cambio (SMED).....	314
5.9.4.2 Plan de Mejora para optimización de cambios de molde.	314

5.9.4.3 Comparativo- resumen de tiempos actual versus tiempos mejorados a través del SMED	319
5.9.5 Mejora del factor del OEE - Calidad:	323
5.9.5.1 Propuesta de procedimiento detallado de control de cumplimiento de especificaciones del envase	324
5.9.6 Planificación de la Producción:	326
5.9.6.1 Coordinación con Mantenimiento y Calidad:	328
5.9.6.2 Procedimiento de tiempo de cada lote de producción para no comprometer la entrega al cliente.....	328
5.9.6.3 Matriz de tiempos de programación de la producción	329
5.9.6.4 Formato de procedimiento de generación, proceso y cierre de lotes de producción	330
5.10 Propuesta para medición del OTIF en MANUPLAST.	332
5.10.1 Definición Parámetros de OTIF	333
5.10.1.1 Parámetros de "On Time" (Entrega a tiempo)	333
5.10.1.2 Parámetros de "In Full" (Entrega completa)	333
5.10.2 Parámetros para el cálculo del OTIF (On time In full).....	334
5.10.3 Rangos generales para la medición del OTIF	334
5.10.4 Fórmulas para el cálculo	335
5.10.4.1 Cálculo del % de entregas a tiempo.....	335
5.10.4.2 Cálculo del % de entregas completas	335
5.10.4.3 Cálculo del OTIF.....	335
5.10.5 Sistema de Seguimiento de Pedidos	335
5.10.6 Formato de seguimiento de pedidos	335
5.10.6.1 Recopilación de Feedback de Clientes	336
5.10.6.1.2 Llamada telefónica para seguimiento de pedidos.	341
5.10.6.2 Plan de monitoreo y medición de la implementación del OTIF en MANUPAST	343
5.10.6.3 Frecuencia de Medición.....	343
5.10.6.4 Revisión de Resultados	343
5.10.7 Evaluación y Monitoreo de Resultados	344
5.10.7.1 Indicadores de Desempeño Clave (KPIs).....	344

5.10.8 Propuesta de cursograma analítico de fabricación de envase PET en MANUPLAST para mejora al proceso	347
5.10.9 Beneficios esperados con el control de las métricas	348
5.10.10 Relación directa del OEE con el cumplimiento del OTIF	348
5.10.11 Revisión de resultados de medir OEE y OTIF	348
5.10.12 Sostenibilidad de la propuesta:	349
5.10.13 Análisis económico del proyecto	349
5.10.13.1 Reducción de costos adiciones por fallas en el proceso productivo	350
5.10.13.2 Crecimiento en ventas de MANUPLAST en proyectos previos	351
5.10.13.3 Evaluación Costo de implementación de la propuesta	352
5.10.13.4 Análisis costo beneficio	353
5.10.13.5 Beneficios de la implementación	355
Conclusiones	356
Recomendaciones	358
Bibliografía	360
Anexos	362
Anexo 1- Cronograma general de la investigación	362
Anexo 2- Fotos de visita de campo	363
Anexo 3- Encuesta	366
Anexo 4- Entrevista	368
Anexo 5- Referencia de productos fabricados en MANUPLAST	369
Anexo 6- Tabla de reporte de producción 2025	371
Anexo 7- Tabla de reporte de producción 2024	371
Anexo 8- Reporte de ventas diarias	372
Anexo 9- Reporte historio de cálculo de factores del OEE 2024	373
Anexo 10- Datos resumen de análisis de costos de producción	374
Anexo 11- Lista de paros identificados en MANUPLAST	375
Anexo 12- Clasificación de clientes estratégicos de MANSUPLAST	376
Anexo 13- Registro de rechazos por calidad	377
Anexo 14- Referencia de panel de control de métricas OEE- OTIF en área de producción inyección soplado	378
Anexo 15- Registro de compras de repuestos para mantenimiento correctivo de máquinas PET	379

Anexo 16- Cronograma de implementacion de la propuesta.....	380
---	-----

Índice de Imágenes

Ilustración 1-Ubicacion de la empresa MANUPLAST	11
Ilustración 2 - Maquina para soplado PET AOKI SBIII-500-150	81
Ilustración 3 - Maquina para soplado PET ASB-70DPH	82
Ilustración 4 - Mapa de procesos y subprocesos.....	90
Ilustración 5 - Diagrama de flujo de procesos actual de inyección soplado en MANUPLAST...	96
Ilustración 6 - Layout MANUPLAST	101
Ilustración 7 - Layout área de inyección soplado en MANUPLAST	102
Ilustración 8 - Diagrama de recorrido del proceso de inyección soplado	103
Ilustración 9 - Organigrama de Manuplast	105
Ilustración 10 - Grafico de pregunta 1	165
Ilustración 11 - Grafico de pregunta 2	166
Ilustración 12 - Grafico de pregunta 3	167
Ilustración 13 - Grafico de pregunta 4	168
Ilustración 14 - Grafico de pregunta 5	169
Ilustración 15 - Grafico de pregunta 6	170
Ilustración 16 - Grafico de pregunta 7	171
Ilustración 17 - Grafico de pregunta 8	173
Ilustración 18 - Grafico de pregunta 9	174
Ilustración 19 - Grafico de pregunta 10	175
Ilustración 20 - Grafico de pregunta 11	176
Ilustración 21 - Grafico de pregunta 12	177
Ilustración 22 - Grafico de pregunta 13	178
Ilustración 23 - Hallazgos principales del diagnóstico del área de inyección soplado.	180
Ilustración 24 - Diagrama de Pareto de causas de paros totales	200
Ilustración 25 - Diagrama de Ishikawa para cambio de molde.....	209
Ilustración 26 - Diagrama de Pareto de paros programados	211
Ilustración 27 - Diagrama de Ishikawa para paro de maquina por fallo del molde.	212
Ilustración 28 - Diagrama de Ishikawa para paro programa (o no) por mantenimiento preventivo.	213
Ilustración 29 - Diagrama de Ishikawa para interrupción repentina de producción por falta de energía.....	214
Ilustración 30 - Diagrama de Ishikawa para incumplimiento de entregas a tiempo y completa	219
Ilustración 31 - Portal de evaluación del cliente hacia MANUPLAST 2024	221
Ilustración 32 - Plano de la planta.....	235
Ilustración 33 - Diagrama de etapas de metodología 5S.....	239
Ilustración 34 - Formulario para disponibilidad.	253
Ilustración 35 - Formulario para rendimiento	266
Ilustración 36 - Formulario para calidad.....	278

Ilustración 37 - Diagrama de flujo para la implementación y medición del OEE	294
Ilustración 38 - Formato de control de proceso de PET	326
Ilustración 39 - Reporte de seguimiento de pedidos.....	335
Ilustración 40 - Encuesta de satisfacción del cliente.	337
Ilustración 41 - Propuesta de cursograma analítico de fabricación de envase PET.....	347

Índice de Tablas

Tabla 1- Principales clientes de Manuplast	77
Tabla 2 - Maquinas de inyección soplado MANUPLAST	82
Tabla 3 - Moldes para envases PET.....	85
Tabla 4 - Actividades del diagrama de recorrido.....	104
Tabla 5 - Matriz de información de la entrevista al supervisor de inyección	138
Tabla 6 - Matriz de información de la entrevista al gerente de planta.....	142
Tabla 7 - Matriz de visitas a la empresa MANUPLAST	157
Tabla 8 - Tabla resumen de encuesta realizada a operarios del área de inyección soplado.	163
Tabla 9 - Tabla de capacidad por máquina con producto de mayor ciclo.	185
Tabla 10 – Parámetros de capacidad promedio por maquina	185
Tabla 11 - Tiempo operativo de las máquinas	187
Tabla 12 - Horas del tiempo operativos de las maquinas	188
Tabla 13 - Histórico de unidades producidas.....	189
Tabla 14 - Cantidad producida y cantidad estándar.....	190
Tabla 15 - Reporte de producto defectuoso y total producido.....	190
Tabla 16 - Reporte de producto defectuoso total y total producido por maquina.....	191
Tabla 17 - Eficiencia histórica de producción por maquinas.....	192
Tabla 18 - Tabla matriz de pérdidas basada en las 6 perdidas claves del OEE en MANUPLAST	195
Tabla 19 - Tabla de tabulación de eventos de paros totales de abril a diciembre de 2024	199
Tabla 20 – Tiempos tomados en actividades externas.....	204
Tabla 21 – Tiempo estándar de actividades externas.....	204
Tabla 22 – Tiempos tomados en actividades internas	205
Tabla 23 – Tiempo estándar de actividades internas	206
Tabla 24 – Tiempos total actual de cambio de molde	207
Tabla 25 - Tabla de tabulación de eventos de paros no planificados de abril a diciembre de 2024	210
Tabla 26 - Matriz de problemas identificados.	225
Tabla 27 - Registro de acciones de mejoras.....	238
Tabla 28 - Tarjetas rojas	240
Tabla 29 - Registro de tarjetas	241
Tabla 30 - Registro de ubicación	242
Tabla 31 - Plan de limpieza	243
Tabla 32 - Registro de limpieza.....	244
Tabla 33 - Registro fotografías antes y después	245

Tabla 34 - Rangos generales del OEE	248
Tabla 35 - Rangos e interpretación de los factores del OEE.	249
Tabla 36 - Herramienta de mejora continua	251
Tabla 37 - Propuesta para capacitación.	291
Tabla 38 - Propuesta para capacitación.	292
Tabla 39 - Estimación de tiempos para la implementación.	293
Tabla 40 - Tabla de criticidad de los equipos en orden ascendente.	300
Tabla 41 - Propuesta de mejora actividades externas en un cambio de molde.....	314
Tabla 42 - Propuesta de mejora actividades internas en un cambio de molde.	316
Tabla 43 - Propuesta de mejora de tiempos en actividades internas en un cambio de molde. ...	317
Tabla 44 - Tabla comparativa de tiempos promedio actual versus la aplicación de medición con el SMED.....	319
Tabla 45 - Porcentaje de producción y venta por clientes.	327
Tabla 46 - Matriz de tiempos de programación de la producción.	329
Tabla 47 - Rangos para medir el OTIF.	334
Tabla 48 - Indicadores de desempeño clave.	344
Tabla 49 - Tabla de análisis de costo-ahorro esperado.	351
Tabla 50 - Crecimiento en venta de MANUPLAST en proyecto previos.	351
Tabla 51 - Evaluación costo de implementación de la propuesta.	352
Tabla 52 – Análisis de beneficios en productividad esperados	354

Glosario

- Calidad: Se refiere a la capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades implícitas o explícitas según un cumplimiento de requisitos o especificaciones de un cliente.
- Confidencialidad: Consiste en garantizar que exclusivamente la persona interesada puede acceder a los datos personales o, en el caso, el responsable o el usuario del sistema de datos personales para su tratamiento, así como el deber de secreción del responsable del sistema de datos personales, así como los usuarios.
- Siglas OEE corresponden al término inglés “Overall Equipment Effectiveness” o “Eficacia Global de Equipos Productivos”
- Corrida de producción: Se refiere al proceso o conjunto de actividades necesarias para fabricar una serie de productos en un período específico, en términos más técnicos, es una serie de operaciones que se realizan para producir una cantidad determinada de productos con características uniformes y en un tiempo determinado. Este término es común en industrias como la manufactura, la impresión y la producción de bienes de consumo.
- Cuantitativo: Se refiere a la comprensión y aplicación de números, conteo, operaciones y medidas.
- Diagnóstico: Es un método para visualizar los aspectos clave relacionados con el estado y salud de la industria en tiempo presente.
- Diagrama: Un diagrama es una representación simbólica de la información que te ayuda a visualizar conceptos.

- Eficiencia: Es la capacidad de disponer de alguien o algo para conseguir el cumplimiento adecuado de una función.
- Flujograma: También llamado un diagrama de flujo es una herramienta grafica que representa visualmente un proceso o un algoritmo.
- FODA: Es una herramienta de estudio de la situación de una empresa para analizar sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, y Amenaza.
- HDPE: El polietileno de alta densidad es un polímero termoplástico formado por múltiples unidades de etileno. También es conocido por sus siglas en inglés (HDPE, o High Density Polyethylene) y en español (PEAD, o polietileno de alta densidad).
- Indicador clave de desempeño (KPI): Son los indicadores o valores cuantitativos que se pueden medir, comparar y monitorear, con el fin de exponer el desempeño de los procesos y trabajar en las estrategias de un negocio.
- Inyección soplada: Es el proceso donde se utiliza un molde para la fabricación de grandes cantidades de piezas de plástico huecas, en este proceso el polímero se inyecta en una preforma inicial para luego colocarse en una estación de moldeo por soplado para ser inflada y finalmente enfriada.
- OEE: Es un indicador que mide la eficacia de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua.
- Optimización: Se refiere a la capacidad de hacer o resolver alguna cosa de la manera más eficiente posible.
- OTIF: Es un indicador de rendimiento de la cadena de suministro que evalúa la capacidad de un proveedor para cumplir sus promesas de entrega.

- PET: Es uno de los materiales plásticos más utilizados, especialmente para la fabricación de envases, por su composición química, el tereftalato de polietileno o PET es un tipo de poliéster.
- Plan estratégico: Es una herramienta de gestión que permite apoyar la toma de decisiones de la organización en torno al que hacer, actuar y al caminar que deben recorrer en el futuro para adecuarse a los cambios y a las demandas que les impone el entorno y lograr la mayor eficiencia, eficacia, calidad en los bienes y servicios que se proveen.
- Plástico rígido: Es un material polimérico sólido y duradero utilizado en una amplia variedad de aplicaciones industriales y de consumo.
- PP: El polipropileno (PP) es un tipo de polímero termoplástico que se utiliza comúnmente en la fabricación de una amplia gama de productos debido a su bajo costo, alta resistencia y versatilidad. Se utiliza en aplicaciones que van desde envases y botellas hasta piezas de automóviles y dispositivos médicos.
- Procedimiento: Es un conjunto de acciones que tienen que realizarse todas igualmente, para obtener los mismos resultados bajo las mismas circunstancias.
- Proceso: Es un conjunto de actividades planificadas que implica la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para seguir un objetivo previamente identificado.
- PVC: Es la denominación por la cual se conoce el policloro de vinilo, un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloroetileno (también conocido como cloruro de vinilo).

- RPET: Es plástico Pet reciclado. Consiste en láminas de este componente monocapa termoformable y fabricado en su totalidad con materiales reciclados posteriores al consumo.
- Tiempo de entrega: Es el tiempo de ciclo en producción de espera de una orden, es un factor característico y muy a tener a cuenta dentro de una red de logística, ya que se trata del espacio de tiempo que pasa entre la emisión de un pedido hasta que el artículo es recibido.

Introducción

Uno de los principales indicadores de eficiencia en la fabricación es el OEE (Overall Equipment Effectiveness), que mide la efectividad de los equipos de producción en función de la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Un OEE bajo indica que hay pérdidas operativas significativas que afectan tanto la productividad como el cumplimiento de las órdenes de trabajo. Por otro lado, el indicador OTIF (On Time In Full) permite evaluar el nivel de cumplimiento en las entregas, asegurando que los productos lleguen en el tiempo y las cantidades acordadas. La optimización del OEE tiene un impacto directo en la mejora del OTIF, ya que una producción eficiente garantiza la disponibilidad de productos en los plazos requeridos.

El presente trabajo de investigación propone el diseño de un plan estratégico de producción enfocado en el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST, con el objetivo primordial de mejorar el OEE y, en consecuencia, incrementar la efectividad del cumplimiento de OTIF.

La estructura del estudio en este documento se divide en cinco capítulos, donde el capítulo uno define el planteamiento del problema, así como justificación, objetivos, delimitaciones y el alcance.

En el capítulo dos está dedicado al marco teórico, en el que se definen los conceptos fundamentales relacionados con la gestión de la producción, el OEE y el OTIF, así como estrategias para su optimización.

En el Capítulo tres se detalla la metodología de investigación empleada, la cual se centra en la recopilación y análisis de datos operativos de la empresa para identificar las principales oportunidades de mejora.

Posteriormente, en el Capítulo cuatro, se lleva a cabo un diagnóstico de la situación actual de la empresa, examinando sus indicadores de producción y las limitaciones que impactan su rendimiento.

Por último, en el capítulo cinco, se desarrolla la propuesta de estrategias orientadas al registro y monitoreo de los tiempos muertos, la disponibilidad de los equipos y la tasa de producto defectuoso. Estas estrategias están diseñadas para controlar las métricas evaluadas, permitiendo un análisis más preciso y continuo del desempeño operativo. A través de la implementación de sistemas de reportes y seguimiento en tiempo real, se busca optimizar el uso de los recursos disponibles y mejorar el rendimiento de los equipos. El objetivo es identificar rápidamente las causas de las pérdidas operativas y aplicar soluciones correctivas que favorezcan una mayor eficiencia en los procesos productivos.

Este estudio busca ofrecer soluciones prácticas para optimizar la gestión de la producción en MANUPLAST, fomentando un enfoque de mejora continua que eleva la confiabilidad operativa y la satisfacción del cliente. La ejecución de un plan estratégico centrado en la optimización del OEE permitirá aumentar la competitividad de la empresa, mejorar su capacidad de respuesta ante la demanda y reforzar su cumplimiento en las entregas en tiempo y completas.

Capítulo I – Planteamiento del problema

1.1 Título descriptivo del proyecto

“Propuesta de un plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST; a través de la optimización del OEE, para el mejoramiento de las entregas y cumplimiento del OTIF”.

1.2 Situación problemática.

En la actualidad existe una alta oferta en el rubro de los empaques de plásticos rígidos y la mayoría de las empresas buscan dar el mejor servicio a sus clientes, sin embargo, no todas estas empresas logran mantener un nivel de cumplimiento de entregas en tiempo y cantidad (OTIF) sólido. Las inconsistencias en el cumplimiento de este indicador para la empresa MANUPLAST, no es la excepción, ya que en repetidas ocasiones se ha registrado entregas tardías o con producto faltante, lo que provoca descontento en sus clientes.

Es por lo antes descrito que son muchos de estos retrasos y discrepancias en las entregas es que se dan al no tener un buen control del proceso de producción y la falta de medición real de los tiempos de ciclo de cada una de las líneas de producción del área de Inyección-soplado, lo que provoca inconsistencias en los tiempos estimados de fabricación, restricciones de capacidad en las líneas, paros no programados por cambios de moldes repentinos; esta falta de optimización de los recursos hace que el producto no logre salir en el tiempo acordado o en las cantidades solicitadas.

1.3 Planteamiento del problema.

La empresa MANUPLAST ante un considerable crecimiento en demanda de sus productos, trabaja incansablemente en la plena satisfacción y cumplimiento con los distintos requerimientos de sus clientes, sin embargo, ante tal crecimiento en la demanda en reiteradas ocasiones, los

clientes han evidenciado a través del indicador OTIF fallas en el cumplimiento de sus pedidos, esto a pesar de saber que se cuenta con la capacidad de producción instalada en la planta.

En consecuencia, con el fin de encontrar soluciones inmediatas al problema de entregas tardías o con producto faltante, una maquina ociosa, una línea de operaciones que no esté produciendo, una reducción de calidad, paros no programados dentro de la corrida de producción, ciclos de máquinas por encima de lo establecido, son situaciones que exigen atención dentro de todo el plan de producción y entregas, pero que la empresa no está controlando, ya que no existe una medición del OEE de toda la operación del área de inyección-soplado.

Al no tener un control de lo antes descrito, es posible definir que dentro de un plan estratégico de producción que busque optimizar el OEE de los equipos del área de inyección soplado, la empresa se vuelve vulnerable con inconsistencias en los tiempos estimados de fabricación, restricciones de capacidad en las líneas que como consecuencia hace que el producto no logre salir en el tiempo acordado o en las cantidades solicitadas y teniendo en cuenta el momento actual por los cuales atraviesa la industria del plástico es preciso establecer sistemas eficaces de manejo de los sistemas de producción con el fin de convertirlos en productivos y competitivos a nivel internacional, buscando de una u otra manera todas las técnicas necesarias de planificación y de control apropiado que se ajusten a las características de la producción en inyección soplado de la empresa MANUPLAST.

1.4 Enunciado del problema

¿Cómo la empresa MANUPLAST podrá mejorar la productividad en el área de inyección-soplado a través de la optimización del OEE de sus equipos para mejoramiento de las entregas y cumplimiento?

1.5. Justificación

Basado en el planteamiento del problema que se presenta en función de mejorar la atención de algunas incidencias como: entregas tardías a clientes, entregas con producto faltante, aumento de costo en órdenes de producción, aumento de costos de mano de obra por retrasos, cambio de molde de manera no planificada, poca capacidad de respuesta ante solicitudes de clientes.

Con el presente proyecto se darán alternativas en función de mejoras a la empresa MANUPLAST S.A. de C.V. , en la búsqueda que el proceso de producción se guíe a través de una planificación estratégica, con un mejor aprovechamiento y optimización de los recursos a través del OEE para reducir costos en las ordenes de fabricación, definir la capacidad instalada real del área de inyección-soplado que permita espacios en las líneas de producción para ingresar pedidos de nuevos clientes, además de poder establecer tiempos de entregas más confiables que aporten al cumplimiento del OTIF y mejora en la confiabilidad de los clientes.

Buscamos desarrollar una propuesta de plan estratégico de producción a través de la optimización del OEE en el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST que beneficiará al proceso de producción actual y un mejor servicio al cliente en temas de cumplimiento, donde se pretende optimizar procesos como:

- Gestión de acuerdos de entrega.
- Trazabilidad en cada línea de fabricación hasta cumplir con la cantidad solicitada.
- Mejor aprovechamiento de la maquinaria
- Registro de tiempos de fabricación y capacidad instalada en el área de inyección-soplado
- Registro de órdenes de compra y seguimiento dentro del plan.
- Gestión anticipada para despachos en el área de logística

El proyecto busca desarrollar un plan que abarque registros y procedimientos a seguir para lograr una buena planificación de la producción, que aporte a la reducción de costos en los procesos y mejore los acuerdos de entrega con los clientes de la empresa.

1.6. Delimitación de la investigación

1.6.1 Delimitación temporal

El tiempo de duración del desarrollo de este proyecto será de 8 meses, iniciando en Julio y finalizando en marzo del año 2025.

1.6.2 Delimitación espacial

La investigación será desarrollada en la empresa MANUPLAST, en el proceso de Inyección y soplado y en el cual se tiene la siguiente información:

- Dirección: Carretera Panamericana, Km. 30. La Libertad.

Ilustración 1-Ubicacion de la empresa MANUPLAST



Fuente: Google Maps

1.6.3 Delimitación teórica

La presente investigación tendrá como soporte teóricos postulados relacionados con la producción de envases plásticos rígidos e información de la organización a nivel administrativo y productivo, enfocado en los recursos que permitan optimizar y mejorar las entregas y cumplimiento del OTIF tales como:

- Lean Manufacturing.
- Estudio de tiempo.
- Métodos y herramientas de mejora continua.
- Documentación de antecedentes historia de la empresa. Conceptos que abarca la producción de envases plásticos rígidos.
- Documentación de procedimientos actuales de la organización.
- Aplicación y análisis de calidad.

1.7 Objetivos

1.7.1 General

Desarrollar una propuesta de un plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST, enfocada en la optimización del OEE con el fin de mejorar las entregas y asegurar el cumplimiento del OTIF.

1.7.2 Específicos

- Realizar un diagnóstico de los procesos actuales en el área de inyección-soplado.
- Identificar la situación actual del flujo de la producción de inyección-soplado.

- Determinar los factores críticos que pueden generar pérdidas en los procesos evaluados.
- Identificar las herramientas de mejora que pueden ser aplicadas en la optimización de los procesos de producción de la empresa MANUPLAST.

1.8 Alcances y Limitaciones

1.8.1 Alcance

El proyecto de investigación será desarrollado en el área de inyección-soplado en la empresa MANUPLAST.

1.8.2 limitaciones

- Acceso a las instalaciones es limitadas por políticas internas.
- La obtención de información es limitada de los procesos externos relacionados con el al área de inyección soplado debido a las políticas internas de confidencialidad que posee la empresa.
- Factor tiempo por parte de involucrados en la realización de la investigación, ya que se tienen diferentes turnos de jornadas laborales y esto dificulta la realización de reuniones de trabajo y visitas a la empresa.

Capitulo II – Marco de referencia y teórico conceptual.

2.1 Marco de Referencia

Se detallan algunos estudios que se han realizado con temas relacionados al entorno del plástico y la eficiencia de la producción tales como: Planeación, programación y control de la producción; Mejoras en la productividad en las áreas de inyección y soplado; Proyecto de mejora de procesos de inyección – soplado y mantenimiento de maquinarias y equipos auxiliares.

Esto constituye una base sólida para la investigación al situarla en un contexto del mejoramiento de la producción, basándose en el conocimiento existente para garantizar que el trabajo de graduación posea un fundamento sólido y que los hallazgos podrán ser interpretados en el contexto adecuado.

La optimización del OEE (Overall Equipment Effectiveness, o Efectividad Global del Equipo) es fundamental para mejorar la eficiencia operativa en industrias manufactureras y de producción. Es importante conocer la situación actual, los desafíos y vacíos existentes, y la importancia de abordar este problema para mejorar las entregas y el cumplimiento del OTIF (On-Time In-Full, o Entregas a Tiempo y en Cantidad Completa).

2.1.1 Herramienta OEE

El OEE es una métrica clave que mide la eficiencia de una máquina o una línea de producción en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad.

Muchas empresas actualmente enfrentan problemas relacionados con la baja eficacia del OEE, lo que se traduce en retrasos en la producción, productos defectuosos y, en última instancia, incumplimiento de los plazos y cantidades de entrega (OTIF).

2.1.2 Desafíos y Vacíos Existentes

La medición inexacta de tiempos de inactividad, defectos y velocidades puede distorsionar el OEE. La falta de sistemas de monitoreo adecuados o de análisis de datos puede llevar a una visión incompleta de los problemas.

La falta de mantenimiento preventivo o predictivo puede causar paradas no planificadas, afectando la disponibilidad de la maquinaria y reduciendo el OEE.

Los operadores y técnicos pueden no estar suficientemente capacitados para manejar los equipos de manera eficiente o para responder adecuadamente a problemas que surgen durante la producción.

Algunas instalaciones pueden tener equipos obsoletos o sistemas que no permiten una integración efectiva con tecnologías modernas de monitoreo y análisis. Los procesos de producción no optimizados pueden afectar negativamente tanto el rendimiento como la calidad, disminuyendo el OEE y contribuyendo a incumplimientos en las entregas.

Sin una cultura de mejora continua, las oportunidades para optimizar el OEE pueden ser pasadas por alto, lo que limita el potencial de mejora en la eficiencia.

2.1.3 Importancia de Abordar el Problema

Optimizar el OEE dentro del plan de producción de toda empresa permite aumentar la producción efectiva sin necesidad de inversiones significativas en nuevos equipos, maximizando el rendimiento de los recursos existentes.

Un OEE bajo a menudo está asociado con altos costos de operación debido a tiempos de inactividad y reprocesos. Mejorar el OEE puede llevar a una reducción significativa en estos

costos. Un OEE optimizado contribuye directamente a una mayor capacidad para cumplir con los plazos y cantidades de entrega. Al reducir los tiempos de inactividad y mejorar la calidad, las empresas pueden asegurar que los productos se entreguen a tiempo y en la cantidad correcta.

Cumplir con los plazos y proporcionar productos de alta calidad incrementa la satisfacción del cliente y fortalece la lealtad, lo que puede resultar en una ventaja competitiva en el mercado. Las empresas que optimizan su OEE y mejoran su cumplimiento de OTIF pueden posicionarse mejor en el mercado, ofreciendo productos de manera más eficiente y confiable que sus competidores.

La eficiencia operativa también contribuye a prácticas más sostenibles al reducir el desperdicio de materiales y recursos, lo cual es cada vez más importante en un entorno empresarial consciente del medio ambiente. Abordar la optimización del OEE es esencial no solo para mejorar la eficiencia operativa, sino también para asegurar un cumplimiento riguroso de las expectativas de entrega y calidad, lo que a su vez fortalece la posición competitiva de la empresa MANUPLAST en el mercado.

2.2 Marco teórico

De acuerdo con el punto de referencia principal mencionado en el problema se ha considerado como un punto importante delimitar la investigación a partir del argumento principal sobre los indicadores OEE y OTIF los cuales serán esenciales para plantear una posible propuesta en la investigación y siendo indicadores de gran importancia y utilidad para la evaluación de una empresa.

Un indicador establece una relación cuantitativa entre dos cantidades que corresponden a un mismo tipo de giro, sistema o proceso y se deben comparar con otros de la misma naturaleza o con las normas establecidas o mejores prácticas.

Con el desarrollo de este marco se pretende exponer los conceptos básicos y las teorías que permitan hacer una ejecución en todo lo que concierne a los indicadores y su modelo de trabajo el cual corresponde a los indicadores de producción.

A continuación, se presenta la información teórica que servirá de ayuda para la construcción del siguiente proyecto de investigación.

2.2.1 Producción y Planificación Estratégica

La planificación estratégica de la producción es un enfoque sistemático y estructurado para determinar las mejores formas de utilizar los recursos de una empresa para cumplir con sus objetivos a largo plazo. En el contexto de la manufactura, esto implica la optimización de los procesos productivos para mejorar la eficiencia, reducir costos y asegurar la calidad y puntualidad en las entregas.

2.2.2 Inyección-Soplado

El proceso de inyección-soplado es una técnica de fabricación utilizada para producir recipientes de plástico huecos en grandes volúmenes. Este proceso consta de tres etapas principales: la inyección, donde se forma una preforma; el soplado, donde se infla la preforma dentro de un molde para crear la forma final; y el enfriamiento y desmoldeo. La eficiencia de este proceso depende de varios factores, incluyendo la calidad de las materias primas, la configuración de los equipos y la destreza de los operadores.

2.2.3 Eficiencia General de los Equipos (OEE)

El OEE es un estándar para medir la eficiencia productiva de los equipos de manufactura. Este indicador se descompone en tres componentes principales: disponibilidad, rendimiento y calidad. La disponibilidad se refiere al tiempo en que el equipo está operando versus el tiempo planeado; el rendimiento mide la velocidad de operación en comparación con la velocidad ideal; y la calidad evalúa la proporción de productos buenos frente a los defectuosos. Un OEE del 100% indica que se está produciendo solo productos buenos, tan rápido como es posible, sin paradas no planificadas.

2.2.4 OTIF (On Time in Full)

El OTIF es una métrica clave de desempeño que evalúa la capacidad de una empresa para entregar productos a tiempo y en la cantidad y calidad acordadas. Esta métrica es crucial para la satisfacción del cliente y la competitividad en el mercado. Un alto porcentaje de OTIF indica una alta fiabilidad y cumplimiento de los compromisos con los clientes.

2.2.5 Optimización del OEE

Optimizar el OEE implica identificar y minimizar las pérdidas en las tres áreas que lo componen: disponibilidad, rendimiento y calidad. Estrategias comunes incluyen el mantenimiento preventivo y predictivo, la formación continua del personal, la mejora continua de los procesos y la implementación de tecnologías avanzadas para el monitoreo y control de la producción.

2.2.6 Mejoramiento de las Entregas y Cumplimiento del OTIF

Mejorar las entregas y el cumplimiento del OTIF requiere una integración efectiva de la planificación de la producción, la gestión de la cadena de suministro y la comunicación con los clientes. Esto puede incluir la implementación de sistemas de planificación de recursos

empresariales (ERP), la adopción de prácticas Lean y Just-In-Time (JIT), y la utilización de indicadores de desempeño para monitorear y ajustar los procesos en tiempo real.

2.3 Métodos y herramientas de mejora continua

Al implementar mejora continua se debe considerar dos factores importantes, uno es el factor humano y el segundo es el uso adecuado de herramientas y métodos, tanto para la fase de medición y análisis, la cual al no utilizar herramientas apropiadas, se puede correr el riesgo de invisibilizar un desperdicio, es así que como parte de una fase de mejora la cual no ocupar los métodos correctos, se puede llegar al riesgo de aumentar la resistencia al cambio, haciendo la implantación de cualquier tipo de cambio más difícil para los integrantes o quienes se relacionan en los procesos.

- **Indicadores (KPI) de procesos**

Al referirse a los indicadores clave de desempeño llamados también como KPI's (Key Performance Indicators), se deben entender que son métricas financieras o no financieras que miden el comportamiento de un proceso o actividad de manera que sirva como guía para alcanzar los objetivos y metas fijados en el plan estratégico de la organización.

Los indicadores o KPI's permiten el seguimiento y evaluación periódica de las variables clave de la organización, y la comparación en el tiempo con los correspondientes referentes internos (metas), y externos (estándares a través de benchmarking, comparación con las mejores prácticas). Los KPI's son herramientas indispensables para dirigir una organización, un equipo o un proceso.

La disposición de los indicadores debe ser adecuada para permitir anticiparse a los problemas y que todo el personal de la empresa esté alineado con los objetivos y estrategias de

esta. Los indicadores son necesarios para poder mejorar.” Lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar”. Los indicadores cumplen con dos funciones:

- **Función descriptiva:** Consiste en la aportación de información sobre el estado real del proceso o actividad.
- **Función valorativa:** Consiste en añadir a dicha información un juicio de valor lo más objetivo posible, sobre si el desempeño en dicho proceso o actividad está siendo o no el adecuado.

Algunos ejemplos de indicadores son: el tanto por ciento de absentismo laboral, el cumplimiento de la secuencia de fabricación, la rotación de inventario, la rentabilidad, pedidos entregados a tiempo, la calidad de los pedidos generados, la frecuencia de accidentes, etc.

El objetivo de los indicadores, o KPIs, es mejorar la gestión y los resultados de la empresa. Por tanto, son herramientas de evaluación, diagnóstico, comunicación, información, motivación y de mejora continua. En una organización se debe contar con el mínimo número posible de indicadores que garanticen contar con información constante, real y precisa sobre aspectos tales como: efectividad, eficiencia, eficacia, productividad, calidad etc., todos los cuales constituyen el conjunto de indicadores de la organización. El conjunto de indicadores a gestionar depende totalmente del objetivo de la empresa, por tanto, cada empresa tiene y gestiona sus propios KPI's.

- **Gemba Walk¹**

El Gemba Walk se deriva de la palabra japonesa “Gemba” o “Gembutsu”, que significa “el lugar real”, esta suele definirse literalmente como el acto de ver dónde ocurre el trabajo de forma

¹ Gemba Kaizen (2022), Masaaki Imai

real. Un paseo Gemba es un método muy sencillo replicado en diferentes herramientas de calidad, pero muy potente ya que es realizado por los empresarios para promover la mejora continua.

Los Gemba Walk's o recorridos Gemba son importantes porque permiten a los directivos y líderes ver cómo son los procesos a nivel operativo. Los Gemba Walk's ayudan a eliminar las suposiciones incorrectas sobre la mano de obra y a impulsar cambios con un impacto positivo duradero. Los Gemba Walk's pueden capacitar a las organizaciones para mantener los esfuerzos de mejora continua y ayudar a resolver las desconexiones entre la visión de los líderes y la implementación de los procesos en las operaciones. Es sin duda una herramienta que ha utilizado metodologías como Kaizen o Lean para aplicar la mejora continua en las organizaciones.

No se debe de olvidar que la clave de esta herramienta es el de asegurarse de hacer un seguimiento periódico de la información recopilada para mantener el rumbo.

A continuación, se explica cómo llevar a cabo un Gemba Walk, junto con algunos consejos y recomendaciones útiles para un proceso eficaz:

- ❖ Priorizar las áreas con carencia de KPI

A través de los Gemba Walk's, las oportunidades de mejora son más fáciles de reconocer. Priorice y destaque las áreas que puedan necesitar atención. Recoger datos a través de gráficos de mejora como base. Además, determine cuáles son sus áreas de destino o cuáles serán sus procesos de destino.

- ❖ Utilizar listas de controles digitales

Las listas de comprobación digitales son herramientas eficaces para llevar a cabo procedimientos eficientes de recopilación de datos. La razón principal para realizar los Gemba

Walk's es observar y registrar las aportaciones. Las listas de comprobación de los Gemba Walk también pueden servir de guía para garantizar que se observan, preguntan y registran todos los puntos. También puede utilizar las listas de comprobación en otros casos como la realización de inspecciones de seguridad, auditorías 5S y mucho más.

- **Hojas de verificaciones**

Es un formulario diseñado para recopilar datos, por lo que se usa como herramienta genérica para iniciar un proceso de control de actividades para detectar errores y áreas de mejora, y también para encontrar soluciones a problemas concretos.

¿Para qué sirve esta hoja de verificación en un control de calidad?

Las hojas de verificación de calidad se utilizan en las siguientes fases o etapas de un control de calidad:

- ❖ Comprensión del problema.
- ❖ Implantación del plan específico para solucionar este problema.
- ❖ Asegurar la permanencia de las mejoras que están funcionando.

Kaoru Ishikawa, creador del diagrama que lleva su nombre, identificó los siguientes usos de una hoja de verificación:

- ❖ Para cuantificar los defectos por producto.
- ❖ Para cuantificar defectos por localización.
- ❖ Para cuantificar defectos por causa (máquina o trabajador).

- ❖ Para realizar un seguimiento a las actividades de un proceso (hoja de chequeo de calidad).

- **Diagrama de flujo**

Un diagrama de flujo de procesos (PFD) es un tipo de diagrama de flujo que ilustra las relaciones entre los principales componentes de una planta industrial. Se usa ampliamente en los ámbitos de ingeniería química e ingeniería de procesos, aunque sus conceptos a veces también se aplican a otros procesos. Se usa para documentar o mejorar un proceso o modelar uno nuevo. En función de su uso y contenido, también se puede denominar "diagrama de flujo de procesos", "diagrama de flujo de bloques", "diagrama de flujo esquemático", "diagrama de flujo macro", "diagrama de flujo vertical", "diagrama de tuberías e instrumentación", "diagrama de flujo de sistema" o "diagrama de sistema". Estos emplean un conjunto de símbolos y notaciones para describir un proceso.

- **Mapa de procesos**

Un mapa de procesos es una herramienta que representa gráficamente los diferentes pasos o actividades involucradas en un proceso, ayuda a visualizar y organizar los pasos necesarios para alcanzar un objetivo en una empresa ya sea de un producto o servicio. El mapa de procesos te proporciona una visión clara y estructurada de cómo se realiza cada tarea, quién es responsable de ella y cómo se relaciona con otras actividades.

Puedes pensar en un mapa de procesos como una hoja de ruta empresarial que te ayuda a optimizar y mejorar tus operaciones. Permite identificar cuellos de botella, eliminar duplicidades y mejorar la eficiencia general de la empresa.

Para poder realizarlo se toman en cuenta los siguientes pasos

- 1- Identifica el proceso.
- 2- Reunir al equipo
- 3- Tomar nota y esclarecer dudas
- 4- Crear esquema básico y comprensible
- 5- Añadir detalles importantes
- 6- Revisar y mejorarlo
- 7- Compartir la información.

- **Diagrama de los 5 porque:**

Es una herramienta de análisis de causa – efecto que actúa a través de preguntas. Con la técnica conseguimos analizar un problema haciéndonos la pregunta ¿por qué? Obtenida la respuesta, nuevamente debemos preguntarnos ¿por qué? y así sucesivamente.

La técnica suele denominarse los 5 ¿Por qué? sin embargo el 5 no es camisa de fuerza. La pregunta debe hacerse hasta considerar que hemos llegado a la causa raíz del fenómeno analizado. No obstante, se tienen afirmaciones que con 5 porqués suelen llegar a la causa raíz del problema.

- **Diagrama Causa-Efecto**

Es una herramienta visual que se utiliza para organizar lógicamente las posibles causas de un problema o efecto específico al mostrarlas gráficamente con mayor detalle, lo que sugiere relaciones causales entre teorías. Un tipo popular también se conoce como espina de pescado o diagrama de Ishikawa.

A la cabeza del diagrama se encuentra el efecto que el equipo está investigando sobre las posibles causas de este efecto. El esqueleto se convierte en las diversas causas potenciales y los encabezados son los encabezados de columna del diagrama de afinidad.

Factores de influencia del diagrama de causa y efecto:

- El ambiente: las condiciones ambientales que inciden en el proceso son el tiempo, la temperatura, la humedad y la limpieza.
- Factor humano: implica cualquier persona que a lo largo de la cadena de suministro colabore en el proceso, incluidas todas las funciones de apoyo.
- Método: establece cómo se realiza el proceso y qué requisitos son necesarios, como los procedimientos de calidad, órdenes de trabajo, instrucciones o planos.
- Maquinaria: incluye todas las máquinas y equipos requeridos para realizar una tarea específica.
- Materiales: las materias primas, los materiales comprados y todo lo que constituye la fabricación de un producto final.

Para realizar un diagrama de causa y efecto se consideran los siguientes pasos:

1. Definir efecto.
2. Identificar las causas posibles.
3. Selección de causas principales.

4. Agregar causas al área principal
5. Comprobar las lógicas a cadena causal

El diagrama de causa y efecto es una herramienta muy útil para identificar plasmando gráficamente las posibles causas y efectos de un problema específico con el fin de que la visibilidad del diagrama contribuya al proceso de elaboración de acciones destinadas a brindar soluciones efectivas que eliminen el problema desde la detección de la causa raíz.

- **Diagrama de Pareto**

Un diagrama de Pareto es una técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor relevancia, con el objetivo de reconocer los problemas más importantes en los que deberías enfocarte y solucionarlos.

Esta técnica se basa en el principio de Pareto o regla 80/20, la cual establece una relación de correspondencia entre los grupos 80-20, donde el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas, también conocido como curva de distribución ABC, consiste en una gráfica que clasifica los aspectos relacionados con una problemática y los ordena de mayor a menor frecuencia, con lo que permite visualizar de forma clara cuál es la causa principal de una consecuencia.

- **Estandarización y Documentación**

La estandarización y documentación de procesos consiste en la unificación de los procedimientos, metodologías y operaciones dentro de una empresa con el fin de crear un modelo reproducible de trabajo y cumplir con parámetros definidos de calidad y eficiencia.

Las estandarizaciones de procesos deben ser integrales e incluir todas las etapas de cumplimiento de un procedimiento, desde su inicio y desarrollo hasta la obtención de resultados.

Tiene un objetivo principal: asegurarse de que se está cumpliendo con los estándares procedimentales y de calidad definidos por una organización.

Sus funciones son:

- ❖ Disminuye los riesgos, debido a que al crear protocolos de acción se busca hacer de la ejecución de tareas algo
- ❖ que reduzca la posibilidad de error o variación en el proceso.
- ❖ Mejora el cumplimiento de estándares y obligaciones, que deben estar contemplados dentro de manuales, normativas y guías de trabajo para garantizar la buena gestión operativa.
- ❖ Hace más eficiente la cadena productiva, ya que todos saben qué deben hacer y la importancia de su buen desempeño para llegar a las metas trazadas.
- ❖ Elevar la claridad de procesos, mejorando también la comprensión del personal y de los nuevos talentos de la forma en que se debe trabajar en la empresa.

- **Metodología de las 5'S**

La herramienta 5S corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

2.4 Marco conceptual teórico

A continuación, se plantean los diferentes conceptos que serían aplicados a la investigación y con el enfoque en el tema principal.

Plan Estratégico de Producción: Un plan estratégico de producción es un conjunto de decisiones y acciones planificadas que buscan mejorar la eficiencia y efectividad de los procesos productivos de una empresa. Este plan se enfoca en optimizar la utilización de recursos, mejorar la calidad del producto, reducir costos y cumplir con las demandas del mercado de manera oportuna.

Proceso de Inyección-Soplado: El proceso de inyección-soplado es una técnica de fabricación de productos plásticos, particularmente recipientes, que combina la inyección de plástico fundido en un molde para crear una preforma y el soplado de esta preforma dentro de un molde para darle su forma final. Este proceso es ampliamente utilizado para la producción de botellas y otros envases plásticos

Eficiencia General de los Equipos (OEE): es un indicador que mide la eficiencia y productividad de los equipos de manufactura. Se compone de tres factores principales:

- **Disponibilidad:** Tiempo en que el equipo está operando versus el tiempo planeado.
- **Rendimiento:** Velocidad de operación real comparada con la velocidad ideal.
- **Calidad:** Proporción de productos buenos frente a los defectuosos.

OTIF (On Time In Full): es una métrica que evalúa la capacidad de una empresa para entregar productos a tiempo y en la cantidad y calidad acordadas. Un alto porcentaje de OTIF indica alta fiabilidad y cumplimiento de los compromisos con los clientes.

Teorías y Metodologías Relacionadas

- **Teoría de la Producción:** La teoría de la producción se centra en la transformación de insumos en productos mediante el uso de recursos como mano de obra, materiales y capital. Esta teoría abarca conceptos como la eficiencia, la productividad y la optimización de los procesos productivos.
- **Lean Manufacturing:** es una metodología que busca eliminar desperdicios y mejorar la eficiencia en los procesos productivos. Se enfoca en maximizar el valor para el cliente utilizando menos recursos. Los principios de Lean incluyen la mejora continua (Kaizen), la eliminación de desperdicios y la creación de flujo de valor.
- **Six Sigma:** es una metodología de mejora continua que se enfoca en reducir la variabilidad en los procesos y eliminar defectos. Utiliza herramientas estadísticas y técnicas de análisis de datos para identificar y eliminar las causas raíz de los problemas de calidad.
- **Teoría de Restricciones (TOC- Theory of Constraints, TOC):** se centra en identificar y gestionar las limitaciones que impiden a una empresa alcanzar sus objetivos. Según la TOC, mejorar la eficiencia de la restricción principal (cuello de botella) incrementa la productividad global del sistema.
- **Eficacia:** Es la ejecución o realización de una tarea o el cumplimiento de un objetivo, sin importar cómo dicha meta es lograda, los medios, el tiempo o los recursos involucrados en su ejecución.

- **Productividad:** La productividad es una medida económica mide cuántos productos y servicios logramos hacer con la ayuda de diferentes ingredientes, como los trabajadores, el dinero, el tiempo y la tierra, durante un período de tiempo determinado.
- **Mano de obra:** Es el esfuerzo físico y mental llevado a cabo por un trabajador para fabricar, reparar, o mantener un bien, como a la remuneración económica que dicho trabajo implica, o sea, el precio de los servicios de trabajo.
- **Proceso de producción:** También conocido como cadena productiva, al conjunto de diversas operaciones planificadas para transformar ciertos insumos o factores en bienes o servicios determinados, mediante la aplicación de un proceso tecnológico que suele implicar determinado tipo de saberes y maquinarias especializados. El objetivo fundamental de este proceso es la satisfacción de cierto tipo de demanda de la sociedad.
- **Línea de producción:** al conjunto de espacios en donde se trabaja de manera secuencial la materia prima hasta su transformación en producto final. Una línea de producción agrupa a todo el conjunto de maquinarias, personal y equipo que realiza actividades específicas sobre un producto, garantizando que este cumpla un determinado estándar de calidad.
- **Flujo:** es una representación gráfica que muestra las variaciones y relaciones de una serie de acciones con un objetivo en común. Visualmente se puede apreciar la relación secuencial con la ayuda de descripciones, rectángulos, rombos, círculos, flechas, prismas circulares, entre otros símbolos

- **FODA:** Un análisis FODA es una herramienta diseñada para comprender la situación de un negocio a través del análisis de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.
- El análisis FODA es una herramienta muy valiosa para cualquier y resulta fundamental para la toma de decisiones actuales y futuras pues da la pauta para conocer lo que se está haciendo bien y todo aquello que representa un reto actual o potencial.

2.5 Importancia del OEE en la producción: Cómo el OEE impacta la eficiencia y efectividad de los procesos productivos.

El OEE es fundamental en la producción porque proporciona una visión integral de la eficiencia operativa de los equipos y procesos. Al centrarse en la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, las empresas pueden identificar áreas de mejora, reducir costos, y optimizar el uso de los recursos, lo que a su vez lleva a una producción más efectiva y competitiva ayuda de gran manera en:

- **Medición Precisa de la Eficiencia**

Evaluación Integral: El OEE ofrece una evaluación completa al combinar tres aspectos cruciales: disponibilidad, rendimiento y calidad. Esto permite una comprensión más profunda de la eficiencia de los equipos y procesos.

Identificación de Problemas: Al medir cada componente del OEE, las empresas pueden identificar problemas específicos, como tiempos de inactividad inesperados, velocidad de producción reducida o alta tasa de defectos.

Optimización de Recursos: Con un OEE bajo, se pueden identificar áreas donde se desperdician recursos, ya sea por tiempos de inactividad, velocidad de producción ineficiente o defectos en el producto. Esto facilita la implementación de mejoras para reducir estos desperdicios.

Mejora en el Mantenimiento: Un bajo OEE puede señalar problemas en el mantenimiento del equipo. Esto puede llevar a la implementación de mejores prácticas de mantenimiento predictivo y preventivo, reduciendo el tiempo de inactividad y prolongando la vida útil del equipo.

- **Aumento de la Productividad**

Eficiencia Operativa: Un alto OEE indica que los equipos están funcionando de manera óptima, produciendo más en menos tiempo. Esto se traduce en una mayor productividad sin necesidad de inversiones adicionales en equipos o personal.

Tiempo de Funcionamiento Efectivo: Al mejorar el OEE, se maximiza el tiempo en que el equipo está en funcionamiento efectivo, lo que significa que se está aprovechando al máximo el tiempo de producción disponible.

- **Mejora de la Calidad del Producto**

Reducción de Defectos: El componente de calidad del OEE mide la proporción de productos que cumplen con los estándares. Al mejorar el OEE, se reduce la tasa de defectos, lo que a su vez reduce el retrabajo y el desperdicio de materiales.

Satisfacción del Cliente: Un aumento en la calidad del producto se traduce en una mayor satisfacción del cliente, ya que se entregan productos que cumplen con las expectativas y requisitos del mercado.

- Impacto Financiero Positivo

Reducción de Costos: Mejorar el OEE puede llevar a una reducción significativa en los costos operativos al minimizar el tiempo de inactividad, reducir el desperdicio de materiales y evitar retrabajos.

Aumento de la Rentabilidad: Una mayor eficiencia y calidad resultan en productos más competitivos y menos costos asociados a defectos y desperdicios, lo que incrementa la rentabilidad general de la empresa.

- Facilita la Mejora Continua

Benchmarking y Metas: El OEE permite a las empresas establecer metas claras de mejora y realizar un seguimiento de su progreso. También facilita el benchmarking contra estándares de la industria o competidores.

Implementación de Estrategias: Al identificar áreas específicas de ineficiencia, las empresas pueden implementar estrategias de mejora continua, como el Lean Manufacturing o el Six Sigma, para optimizar sus procesos productivos.

- Transparencia y Comunicación

Visibilidad Operativa: El OEE proporciona datos claros y cuantificables sobre el rendimiento del equipo y los procesos, lo que facilita la comunicación y la toma de decisiones dentro de la organización.

Responsabilidad: Facilita la rendición de cuentas al identificar claramente qué áreas y equipos necesitan atención, permitiendo una mejor asignación de recursos y responsabilidad.

- Impacto del OEE en la eficiencia

El OEE también tiene un impacto significativo en la eficiencia de las operaciones. La eficiencia se refiere a la capacidad de producir el máximo output con el mínimo input, es decir, maximizar la producción mientras se minimizan los recursos utilizados, como tiempo, energía, y materiales es importante conocer cómo el OEE impacta directamente en la eficiencia:

- Maximización del Tiempo de Producción.

Disponibilidad: Un alto valor de disponibilidad en el OEE significa que las máquinas están funcionando durante más tiempo sin interrupciones no planificadas. Esto reduce el tiempo de inactividad, permitiendo un uso más eficiente del tiempo disponible para la producción.

- Optimización de la Velocidad de Operación

Rendimiento: El rendimiento en el OEE mide si el equipo está funcionando a su velocidad máxima posible. Una máquina que opera a su capacidad ideal contribuye a una mayor eficiencia porque produce más en menos tiempo, utilizando la misma cantidad de recursos.

- Minimización de Desperdicios y Retrabajo

Calidad: Un alto porcentaje de calidad en el OEE indica que se están produciendo menos productos defectuosos. Esto significa que hay menos retrabajo, menos desperdicio de materiales, y una utilización más eficiente de los recursos, lo que aumenta la eficiencia total del proceso.

- Reducción de Costos Operativos:

Al mejorar el OEE, las empresas pueden reducir costos asociados con fallos en el equipo, desperdicio de materiales, y tiempos de ciclo ineficientes. Una mayor eficiencia significa que se necesitan menos recursos para producir la misma cantidad de productos, lo que reduce los costos operativos.

- **Mejor Utilización de la Capacidad:**

Un OEE alto refleja que la capacidad de la planta está siendo utilizada de manera eficiente. Esto implica una mejor alineación entre la demanda y la capacidad de producción, evitando cuellos de botella y subutilización de los equipos.

- **Mejora Continua y Eficiencia en Procesos:**

El seguimiento continuo del OEE permite identificar áreas específicas donde se puede mejorar la eficiencia, como tiempos de cambio más rápidos, mejor mantenimiento preventivo, y procesos de producción más ágiles.

Impacto del OEE en la Efectividad

Calidad del Producto: Un alto OEE sugiere que la producción no solo es eficiente, sino que también produce productos de alta calidad. Esto reduce los rechazos y retrabajos, lo que mejora la satisfacción del cliente.

Tiempo de Inactividad Reducido: Un buen OEE indica que el tiempo de inactividad del equipo es mínimo. Esto permite una producción más continua y predecible, reduciendo los retrasos y mejorando la capacidad de respuesta a la demanda del mercado.

Rendimiento Consistente: Medir el OEE permite mantener un rendimiento consistente en la producción, garantizando que el equipo funcione a su máxima capacidad durante el tiempo operativo.

Competitividad y Rentabilidad: Empresas con un OEE elevado tienden a ser más competitivas debido a su capacidad para producir más productos de calidad en menos tiempo y con menores costos. Esto se traduce en una mejor posición en el mercado y una mayor rentabilidad.

Toma de Decisiones Basada en Datos: La medición continua del OEE proporciona datos valiosos que permiten a los gestores tomar decisiones informadas sobre mantenimiento, mejoras en procesos, y optimización de operaciones, lo cual incrementa la efectividad global.

2.6 Métodos de medición del OEE: Técnicas y herramientas utilizadas para calcular el OEE.

El OEE (Overall Equipment Effectiveness) es una métrica utilizada para evaluar la eficiencia de un equipo de producción. Mide el desempeño general del equipo considerando su disponibilidad, rendimiento y calidad. La investigación sobre métodos de medición del OEE abarca diversas técnicas y herramientas. A continuación, un resumen de los métodos y herramientas más utilizados para calcular el OEE:

Métodos de Medición del OEE

1. Método Manual

Este método implica la recopilación y el cálculo manual de los datos necesarios para determinar el OEE. Los pasos incluyen:

- Registro de Datos: Documentación de tiempos de funcionamiento, paradas, y cantidad de productos defectuosos.

- Cálculo de las Tres Componentes:

Disponibilidad:
$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo Real}}{\text{Tiempo Planificado}} (100)$$

Rendimiento:
$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Teórica}} (100)$$

$$\text{Calidad: } \text{Calidad} = \frac{\text{Producción Buena}}{\text{Producción Total}} (100)$$

Cálculo del OEE: $\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$

2. Método Automático

El método automático utiliza sistemas de monitoreo y control de procesos para recolectar datos en tiempo real. Los pasos incluyen:

- Implementación de Sensores y PLCs: Instalación de sensores y controladores programables para registrar datos automáticamente.
- Integración con Sistemas MES/ERP: Conexión con sistemas de ejecución de manufactura (MES) o planificación de recursos empresariales (ERP) para consolidar y analizar datos.
- Cálculo Automatizado del OEE: Utilización de software especializado para calcular y reportar el OEE en tiempo real.

Técnicas Utilizadas para Calcular el OEE

1. Técnicas de Recolección de Datos.

- Observación Directa: Observadores o técnicos recogen datos de producción manualmente.
- Registro Electrónico: Uso de sistemas automatizados para registrar datos de operación y paradas.

2. Análisis de Datos.

- Gráficas de Control: Utilización de gráficos para visualizar la variabilidad y el desempeño.

- Histogramas: Para analizar la distribución de tiempos de paradas y defectos.
3. Métodos Estadísticos.
- Análisis de Pareto: Identificación de las principales causas de ineficiencia.
 - Análisis de Causa y Efecto (Diagrama de Ishikawa): Determinación de las causas raíz de problemas de rendimiento.

Herramientas para el Cálculo del OEE

1. Software de OEE

- Software Especializado: Herramientas como Plex, FactoryTalk, y Proficy proporcionan análisis detallado y reporting del OEE.
- Sistemas MES/ERP: Sistemas como SAP, Oracle, y Siemens Opcenter integran el cálculo del OEE en sus plataformas.

2. Hojas de Cálculo

- Microsoft Excel: Uso de hojas de cálculo para calcular manualmente el OEE y analizar datos.
- Google Sheets: Similar a Excel, permite el uso de fórmulas y gráficos para analizar el OEE.

3. Herramientas de Monitoreo en Tiempo Real

- SCADA: Sistemas de control y adquisición de datos que proporcionan visibilidad en tiempo real del estado de los equipos.
- **IoT (Internet of Things):** Dispositivos conectados que envían datos de rendimiento directamente a sistemas de análisis.

2.7 Factores que afectan el OEE: Principales causas de pérdidas en disponibilidad, rendimiento y calidad.

El OEE se compone de tres factores clave: disponibilidad, rendimiento y calidad. Cada uno de estos factores puede verse afectado por diversas causas que contribuyen a las pérdidas en la eficiencia operativa. A continuación, se describen los principales factores que afectan el OEE y las causas de pérdidas asociadas a cada uno:

1. Disponibilidad

La disponibilidad mide el tiempo en que el equipo está disponible para producir en comparación con el tiempo planificado para estar en operación. Las principales causas de pérdidas en disponibilidad incluyen:

- **Paradas No Planificadas:** Fallos inesperados en los equipos o maquinaria que provocan tiempos de inactividad imprevistos. Estas fallas pueden ser causadas por mal mantenimiento, desgaste de componentes o accidentes operativos.
- **Paradas Planificadas:** Actividades programadas como mantenimiento preventivo, calibración de equipos, cambios de formato, y reuniones de producción. Aunque estas son necesarias, si no se gestionan adecuadamente, pueden reducir la disponibilidad.
- **Cambios de Turno:** El tiempo utilizado en el cambio de turno, que incluye la transferencia de información y preparación del equipo, puede afectar negativamente la disponibilidad si no se realiza de manera eficiente.
- **Problemas de Configuración:** Retrasos causados por configuraciones incorrectas o ajustes prolongados en la maquinaria.

2. Rendimiento

El rendimiento mide la velocidad real de producción en comparación con la velocidad ideal o máxima del equipo. Las principales causas de pérdidas en rendimiento incluyen:

- **Bajas Velocidades:** El equipo opera por debajo de su capacidad máxima debido a problemas como ajustes inadecuados, falta de capacitación de los operadores, o fallos en la maquinaria.
- **Micro pérdidas:** Pequeñas interrupciones frecuentes, como atascos, bloqueos, o la necesidad de ajustes menores, que no detienen completamente la producción, pero reducen la velocidad efectiva del equipo.
- **Arranques y Paradas Frecuentes:** La necesidad de arrancar y detener el equipo de manera repetida puede causar ineficiencias en la producción.
- **Problemas de Flujo de Materiales:** Retrasos en el suministro de materiales o en la salida del producto terminado, que obligan a la maquinaria a operar por debajo de su capacidad óptima.

3. Calidad

La calidad mide la proporción de productos que cumplen con los estándares de calidad desde el primer intento en comparación con el total producido. Las principales causas de pérdidas en calidad incluyen:

- **Defectos de Producción:** Errores durante el proceso de fabricación que resultan en productos defectuosos, lo que puede deberse a problemas con la maquinaria, materias primas defectuosas, o errores humanos.
- **Retrabajo:** Productos que no cumplen con las especificaciones y deben ser reparados o reprocesados, lo que consume tiempo y recursos adicionales.

- Problemas de Inicio: Pérdidas de calidad durante el inicio de un lote o después de un cambio de formato, cuando el equipo aún no ha alcanzado condiciones óptimas de operación.
- Variabilidad en Materias Primas: Diferencias en la calidad de las materias primas que afectan la consistencia y la calidad del producto final.

2.8 Optimización del OEE: Estrategias y mejores prácticas para mejorar el OEE

Optimizar el OEE (Overall Equipment Effectiveness) es crucial para mejorar la eficiencia y productividad en la fabricación. Implica identificar y eliminar pérdidas en disponibilidad, rendimiento y calidad. Aquí te presento una investigación sobre estrategias y mejores prácticas para mejorar el OEE:

2.8.1 Estrategias para la Optimización del OEE

1. Análisis de Datos y Diagnóstico

- Monitoreo Continuo: Implementar sistemas de monitoreo en tiempo real para identificar rápidamente problemas en la producción. Utiliza herramientas de análisis de datos para evaluar tendencias y patrones.
- Análisis de Causa Raíz: Utilizar técnicas como el diagrama de Ishikawa (espina de pescado) o el análisis de Pareto para identificar las causas subyacentes de las pérdidas en OEE.

2. Mejora de la Disponibilidad

- Mantenimiento Preventivo y Predictivo: Implementar un programa sólido de mantenimiento preventivo para reducir fallos inesperados. Utilizar mantenimiento predictivo basado en datos de sensores para anticipar problemas antes de que ocurran.

- Optimización de Tiempos de Parada: Analizar y reducir los tiempos de inactividad no planificados. Esto puede incluir la mejora en la planificación de paradas para mantenimiento o la optimización de los procedimientos de cambio de herramientas.

- Capacitación del Personal: Los operadores estén bien entrenados para manejar el equipo eficientemente y minimizar errores operativos que puedan causar paradas.

3. Mejora del Rendimiento

- Optimización de la Velocidad de Producción: Ajustar los parámetros del equipo para operar a la velocidad óptima. Considerar la posibilidad de actualizar o modificar equipos para mejorar su rendimiento.

- Reducción de Tiempo de Configuración: Implementar técnicas como SMED (Single-Minute Exchange of Die) para reducir el tiempo necesario para cambiar de una operación a otra.

- Estandarización de Procesos: Documentar y estandarizar de los procesos operativos para asegurar que todos los operadores sigan las mejores prácticas y se reduzcan las variaciones en el rendimiento.

4. Mejora de la Calidad

- Control de Calidad en Línea: Implementar sistemas de control de calidad en línea para identificar y corregir defectos durante el proceso de producción, en lugar de después de la producción.

- Análisis de Defectos: Identificar las causas de defectos y realiza ajustes en el proceso para prevenir su recurrencia. Utilizar herramientas de análisis como el análisis de causa raíz y la técnica de los 5 porqués.

- Uso de Materiales y Componentes de Calidad: Asegurarse que los materiales y componentes utilizados en la producción cumplan con los estándares de calidad requeridos.

2.8.2 Mejores Prácticas para la Optimización del OEE

La optimización del OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) se ha convertido en una estrategia clave para mejorar la productividad y competitividad en entornos industriales. Este indicador permite evaluar la eficiencia operativa de los equipos, considerando su disponibilidad, rendimiento y calidad. Implementar mejores prácticas para la optimización del OEE no solo permite identificar y reducir pérdidas en los procesos, sino también maximizar la utilización de los recursos, garantizar la consistencia en la producción y fomentar una cultura de mejora continua. Este enfoque integral resulta esencial para alcanzar niveles óptimos de desempeño y responder eficazmente a las demandas del mercado. A continuación, se presentan las partes consideradas en la implementación de dicha metodología.

Implementación de Sistemas de Gestión de OEE

- Software de OEE: Utiliza software especializado en OEE para realizar un seguimiento preciso y detallado del desempeño del equipo. Estos sistemas a menudo incluyen funcionalidades para el análisis de datos y la generación de informes.
- Integración con MES/ERP: Integra el seguimiento del OEE con sistemas de ejecución de manufactura (MES) o planificación de recursos empresariales (ERP) para una visión más completa de la operación.

Involucramiento del Personal

- Participación: Involucrar a todo el personal en el proceso de mejora del OEE. Asegúrate de que los operadores y técnicos estén comprometidos y tengan un entendimiento claro de cómo sus acciones afectan el OEE.

- Capacitación Continua: Ofrecer capacitación continua para el personal sobre nuevas tecnologías y mejores prácticas para asegurar que el equipo esté al día con las últimas metodologías.

Cultura de Mejora Continua

- Metodología Lean: Implementar principios de Lean Manufacturing para eliminar desperdicios y mejorar continuamente los procesos. Técnicas como Kaizen (mejora continua) pueden ser efectivas.

- Ciclo PDCA: Utilizar el ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA) para gestionar y controlar los procesos de mejora del OEE de manera sistemática.

Gestión de Cambios

- Control de Cambios: Gestionar los cambios en el equipo y los procesos de manera controlada para evitar impactos negativos en el rendimiento. Documentar todos los cambios y evalúa sus efectos en el OEE.

- Evaluación de Impacto: Realizar una evaluación del impacto antes y después de implementar cambios para asegurar que mejoren efectivamente el OEE.

Revisión y Ajustes Periódicos

- Auditorías Regulares: Realizar auditorías regulares del OEE para evaluar el desempeño y detectar áreas que requieran ajustes o mejoras.

- Retroalimentación: Recoger y analizar la retroalimentación del personal y ajusta las estrategias y prácticas según sea necesario para mantener o mejorar el OEE.

2.9 Relación entre OEE y OTIF

El OEE y el OTIF están interrelacionados de manera significativa. Un OEE elevado es indicativo de un proceso de producción eficiente, lo que aumenta la capacidad de una empresa

para cumplir con los compromisos de entrega, reflejándose en un OTIF alto. Inversamente, un OEE bajo puede generar ineficiencias que llevan a retrasos y entregas incompletas, reduciendo el OTIF. Por lo tanto, mejorar el OEE es esencial para mejorar el OTIF. Es a partir de la anterior definición que se enumeran los diferentes aspectos que ayudan al desarrollo del OEE y OTIF.

1. Impacto de la Disponibilidad en OTIF:

- Disponibilidad baja en OEE indica que los equipos no están operando cuando deberían, ya sea por fallos no planificados, tiempos de cambio prolongados o falta de materiales. Esto puede provocar retrasos en la producción, afectando directamente la capacidad de cumplir con los plazos de entrega, reduciendo así el OTIF.
- Un alto nivel de disponibilidad asegura que los equipos están listos para producir según el plan, lo que mejora la capacidad de cumplir con los tiempos de entrega prometidos.

2. Impacto del Rendimiento en OTIF:

- Rendimiento bajo en OEE sugiere que los equipos están operando por debajo de su capacidad máxima. Esto puede significar que la producción es más lenta de lo esperado, lo que podría causar retrasos en el suministro de productos terminados, afectando la puntualidad de las entregas (On-Time) y, potencialmente, la cantidad completa (In-Full).
- Un rendimiento óptimo garantiza que los productos se fabrican en la cantidad y velocidad necesarias para cumplir con las demandas del cliente, mejorando el OTIF.

3. Impacto de la Calidad en OTIF:

- Calidad baja en OEE indica una mayor tasa de productos defectuosos, lo que puede llevar a reprocesos o a la necesidad de producir unidades adicionales para reemplazar los

defectuosos. Esto no solo consume más tiempo, sino que también puede resultar en entregas incompletas o retrasadas, perjudicando el OTIF.

- Una alta calidad asegura que los productos cumplen con los estándares desde el primer momento, minimizando la necesidad de reprocesos y asegurando que se pueda entregar la cantidad completa de productos a tiempo.

2.9.1 Cómo la optimización del OEE puede mejorar el cumplimiento del OTIF

La optimización del OEE permite que los procesos de producción sean más eficientes, consistentes y fiables, lo que directamente mejora el cumplimiento del OTIF. Al reducir el tiempo de inactividad, operar a velocidad óptima, y garantizar una alta calidad, se maximiza la capacidad de cumplir con los compromisos de entrega tanto en tiempo como en cantidad.

A continuación, se detallan las formas específicas en las que mejorar cada componente del OEE puede traducirse en un mejor rendimiento en el OTIF:

Mejorando la Disponibilidad para Cumplir con las Entregas a Tiempo (On-Time)

- Reducción del Tiempo de Inactividad

Aumentar la disponibilidad del equipo mediante la reducción de paradas no planificadas (como fallas de maquinaria o tiempos prolongados de cambio) asegura que la producción se mantenga en marcha según lo programado. Esto significa que los productos pueden fabricarse en los tiempos previstos, mejorando la puntualidad de las entregas.

La implementación de un mantenimiento preventivo y predictivo efectivo, basado en datos de OEE, reduce las interrupciones inesperadas, manteniendo la producción continua y alineada con los plazos de entrega.

- **Optimización de los Tiempos de Cambio:**

Reducir los tiempos de cambio entre diferentes productos o lotes ayuda a maximizar el tiempo productivo. Esto es crucial para cumplir con órdenes diversas y múltiples sin retrasos, mejorando así el componente "On-Time" del OTIF.

Mejorando el Rendimiento para Asegurar la Cantidad Completa (In-Full)

- **Operación a Velocidad Óptima:**

Aumentar el rendimiento, es decir, asegurar que el equipo opere a su capacidad máxima teórica, permite producir más en el mismo tiempo. Esto es esencial para cumplir con la demanda sin retrasos ni necesidad de prorrogar plazos, garantizando que se pueda entregar la cantidad completa a los clientes.

Al eliminar micro paradas y otras ineficiencias que ralentizan la producción, se mejora la capacidad para cumplir con grandes volúmenes de pedidos en el tiempo acordado.

- **Eficiencia en el Uso de Recursos:**

Un rendimiento optimizado también implica un uso más eficiente de los recursos, lo que permite cumplir con grandes pedidos sin agotar materiales o requerir ajustes de última hora, lo que podría afectar la entrega completa y puntual.

Mejorando la Calidad para Cumplir con la Cantidad y la Entrega a Tiempo (In-Full y On-Time)

- **Reducción de Productos Defectuosos:**

Mejorar la calidad en el OEE significa que menos productos son defectuosos, lo que minimiza la necesidad de reprocesos o la producción adicional para cubrir pérdidas. Esto asegura que se cumplan los pedidos en su totalidad (In-Full) y a tiempo.

Al garantizar una alta calidad desde el primer intento, se evita el riesgo de rechazos o devoluciones que podrían retrasar las entregas y afectar el OTIF.

- **Consistencia en la Producción:**

Mantener un alto estándar de calidad asegura que cada unidad producida es válida y cumple con las especificaciones del cliente, lo que facilita la entrega completa y puntual, sin problemas de última hora relacionados con la calidad.

Impacto Global en el OTIF

- **Planificación y Fiabilidad:**

Con un OEE optimizado, la planificación de la producción se vuelve más predecible y confiable, lo que permite a la empresa comprometerse con fechas de entrega realistas y cumplirlas.

La mejora continua del OEE también permite responder de manera más efectiva a cambios en la demanda o en el Mix de productos, asegurando que las entregas se realicen a tiempo y en la cantidad acordada.

2.10 Análisis de capacidad productiva en procesos de inyección-soplado: Evaluación de la capacidad instalada y utilización de recursos

La capacidad productiva del proceso de inyección soplado depende en gran manera del tipo de molde que se fabrique y de la capacidad de la máquina, donde es necesario considerar varios

factores. La capacidad de disparo se refiere al volumen de material plástico que se puede inyectar en la cavidad del molde en un solo disparo.

Está determinado por la velocidad máxima de producción de material fundido de la extrusora y el tamaño del disparo, que es el peso del material plástico inyectado en el molde. La capacidad de disparo generalmente se mide en gramos u onzas.

Para calcular la capacidad de inyección de una máquina de moldeo por soplado es necesario tener en cuenta varios factores. Estos incluyen el volumen del molde, la densidad del material plástico, la tasa de contracción y el tiempo del ciclo.

- 1) Volumen del molde: El primer paso es calcular el volumen del molde, lo que determina la cantidad máxima de material plástico que se puede inyectar a la vez. El volumen del molde se puede calcular multiplicando el largo, ancho y alto del molde.
- 2) Densidad del material plástico: La densidad del material plástico que se utiliza es un factor crítico en el cálculo de la capacidad de disparo. Determina el peso del material plástico que se puede inyectar en el molde. La densidad normalmente se mide en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3).
- 3) Tasa de contracción: La contracción es la reducción del tamaño del material plástico a medida que se enfría y solidifica dentro del molde. La tasa de contracción varía según el tipo de material plástico que se utilice. Es fundamental considerar la tasa de contracción al calcular la capacidad de granalla para garantizar que el producto final cumpla con las especificaciones deseadas.
- 4) Tiempo del ciclo: El tiempo del ciclo se refiere al tiempo total requerido para el proceso de moldeo por inyección, incluido el tiempo para derretir el plástico, inyectarlo en el molde,

enfriar y retirar el producto terminado. El tiempo del ciclo es un factor esencial que considerar al determinar la capacidad de inyección, ya que afecta la eficiencia de la producción.

Al definir cuál es el tiempo ciclo de cada molde a utilizar, este es el parámetro para identificar la cantidad de inyectadas por minuto, por hora o por la cantidad de tiempo que desea medirse, lo que determinará el tiempo de fabricación de un lote completo de envases de una cierta cantidad de envases.

2.11 Mantenimiento productivo total (TPM): Implementación del TPM para reducir tiempos de inactividad y mejorar el OEE

La implementación del TPM (Total Productive Maintenance) es una estrategia altamente efectiva para reducir los tiempos de inactividad y mejorar el OEE (Overall Equipment Effectiveness). TPM se centra en la participación de todos los empleados para lograr un mantenimiento proactivo que maximice la eficiencia operativa y minimice las interrupciones. A continuación, se describen los pasos clave para implementar el TPM y cómo este enfoque contribuye a mejorar el OEE:

1. Establecer un Programa de TPM

Compromiso de la Dirección: Es esencial que la alta dirección apoye y promueva el TPM como una prioridad estratégica. Esto incluye asignar recursos y establecer objetivos claros relacionados con la mejora del OEE.

Creación de un Equipo Multidisciplinario: Formar un equipo compuesto por operadores, personal de mantenimiento, ingenieros y otros empleados clave. Este equipo es responsable de liderar las actividades de TPM, identificar áreas de mejora y monitorear el progreso.

2. Capacitación y Conciencia:

Entrenamiento del Personal: Capacitar a todos los empleados en los principios y prácticas del TPM. Esto incluye enseñar a los operadores a realizar tareas básicas de mantenimiento autónomo, como la limpieza, inspección y lubricación de equipos.

Cultura de Mantenimiento Proactivo: Fomentar una cultura donde todos los empleados se sientan responsables del mantenimiento del equipo. La idea es que los operadores se conviertan en la primera línea de defensa para prevenir problemas antes de que se conviertan en fallas.

3. Implementación de Mantenimiento Autónomo

Empoderamiento de los Operadores: Entrenar a los operadores para que realicen mantenimientos básicos y detecten problemas en las primeras etapas. Esto incluye actividades como la limpieza regular, ajustes menores, y la identificación temprana de anomalías.

Listas de Verificación de Mantenimiento: Establecer rutinas diarias, semanales y mensuales de mantenimiento autónomo con listas de verificación para asegurar que todas las tareas necesarias se lleven a cabo sistemáticamente.

4. Mantenimiento Planificado

Programas de Mantenimiento Preventivo: Desarrollar y ejecutar programas de mantenimiento preventivo para cada equipo. Esto incluye la programación regular de tareas como reemplazo de piezas, calibración de equipos y revisiones técnicas.

Mantenimiento Predictivo: Utilizar tecnologías avanzadas (como el monitoreo de condiciones) para predecir fallas antes de que ocurran. Esto puede incluir el uso de sensores que monitorean la vibración, temperatura, y otros indicadores de salud del equipo.

5. Mejoras Focalizadas (Kaizen)

Eliminación de Causas Raíz: Identificar y eliminar las causas raíz de problemas recurrentes que causan tiempos de inactividad. Esto se realiza a través de actividades de mejora continua (Kaizen), donde se analizan datos históricos y se implementan soluciones duraderas.

Optimización de Procesos: Implementar mejoras en los procesos de producción y mantenimiento para optimizar el rendimiento del equipo. Esto puede incluir ajustes en la configuración del equipo, mejoras en el flujo de materiales, o la reducción de tiempos de cambio.

6. Monitoreo y Medición del Progreso

Indicadores de Desempeño: Establecer KPIs claros para medir el impacto del TPM en el OEE, como la reducción de tiempos de inactividad, la mejora de la disponibilidad, el aumento del rendimiento y la disminución de defectos.

Revisiones Regulares: Realizar revisiones regulares para evaluar el progreso del TPM y ajustar las estrategias según sea necesario. Esto puede incluir reuniones mensuales del equipo de TPM y análisis de datos en tiempo real.

7. Involucrar a Todos los Niveles de la Organización

Participación y Motivación de los Empleados: Incentivar la participación de todos los empleados en las actividades de TPM. Reconocer y recompensar a los equipos y operadores que contribuyen a la mejora del OEE a través de sus esfuerzos de mantenimiento.

8. Impacto del Mantenimiento productivo total en el OEE

El indicador de OEE es un factor que radica en la aplicación de diferentes tópicos de los cuales se pueden identificar los siguientes:

- **Reducción de Tiempos de Inactividad (Mejora de la Disponibilidad):** Al prevenir fallas y realizar mantenimientos planificados, se reduce significativamente el tiempo de inactividad no planificado, aumentando así la disponibilidad del equipo.
- **Aumento del Rendimiento:** Con equipos bien mantenidos, el rendimiento mejora ya que las máquinas pueden operar a su velocidad óptima sin interrupciones o ralentizaciones inesperadas.
- **Mejora de la Calidad:** Equipos en buen estado producen menos defectos, lo que mejora la calidad de los productos y reduce la necesidad de retrabajos o desperdicio, contribuyendo a una mayor eficiencia operativa.

2.12 Planificación y control de la producción: Estrategias de planificación y programación para optimizar la producción y entregas

La planificación y programación de la producción es la asignación de materias primas, recursos y procesos para fabricar productos para los clientes en determinados plazos. El objetivo de la planificación y programación de la producción es hacer que tu proceso de fabricación fluya con la máxima eficiencia, equilibrando tus necesidades de producción con los recursos disponibles de la manera más rentable. La planificación y programación completa de la producción implica el seguimiento preciso de:

- Las materias primas.
- Los miembros del equipo.
- Puestos de trabajo.

- Procesos.
- Suministros.

No basta con conocer las medidas y las cifras. Hay que entender cómo interactúa cada parte del proceso de fabricación y cómo funciona conjuntamente de forma óptima.

Método de planificación y programación

- Enrutamiento

El enrutamiento, o ruta de fabricación, es la ruta o el camino que debe seguirse durante cada paso del proceso de fabricación.

La ruta de fabricación define el camino desde las materias primas hasta la producción de un producto acabado. Si se hace de forma correcta, sabrás en qué fase se encuentra tu producto y a qué máquina, herramienta o centro de trabajo debe dirigirse a continuación.

- Programación

La programación de la producción es la gestión de estos procesos para garantizar que se completen de forma puntual y rentable.

Cuando llega un gran pedido, no es necesario estimar o suponer, ya que tienes «el conocimiento» -la receta de todo lo que produce tu empresa- a tu disposición.

Esta receta forma parte de tu lista de materiales y es la piedra angular de tu programa maestro de producción.

- Ejecución

La ejecución está relacionada con el proceso de realización en tu planificación y programación de la producción.

Una vez establecida la planificación de la producción, las rutas y la programación, el siguiente paso es la etapa de ejecución, en la que se emiten las órdenes o instrucciones de apoyo para permitir la producción.

Optimización de la planificación y programación

Como parte vital de una cadena de suministro, cada empresa depende de otra para cumplir con el calendario y hacer su parte para completar el trabajo. Las empresas con más éxito tienen un plan realista y bien organizado para asegurarse de que cumplen todos sus objetivos.

Hay cinco aspectos principales que hay que tener en cuenta para aprender a optimizar el programa de producción: la previsión, la gestión del inventario, la evaluación de la eficiencia, el equipo y la formación.

1. Previsión

Toda buena programación comienza con un plan. Aunque no es posible planificar todos los posibles problemas que puedan surgir, es mejor prever un poco de tiempo extra en un plan para posibles complicaciones.

También es posible prepararse para ciertos tipos de demandas. Mirar los datos históricos y hacer un poco de investigación puede hacer que la empresa esté más preparada para diversas demandas.

Si se tiene una previsión adecuada, se puede evitar la duplicación de esfuerzos, el uso limitado de equipos y las demandas conflictivas.

Para ello es importante considerar lo siguiente:

- Tener un sistema interno que notifique a otros si hay un conflicto de programación.

- Tener la supervisión necesaria para gestionar el equipo y los suministros disponibles para evitar la duplicación de proyectos o quedarse sin espacio durante una temporada alta.

Una previsión adecuada y la realización de algunos preparativos ayudarán a evitar costosos errores como contratiempos y terribles experiencias de los clientes.

2. Gestionar el inventario

El control del inventario es una parte importante de la fabricación, ya que las empresas deben tener suficientes materias primas a mano para mantener la actividad, pero no demasiado como para acabar con grandes problemas de almacenamiento.

Nunca ha sido tan fácil gestionar los almacenes de inventario como lo es hoy en día con todos los diferentes softwares de planificación y programación de la producción disponible para ayudar a realizar un seguimiento de los suministros y los datos históricos.

La mejor manera de gestionar el inventario es un proceso que:

- Determine las cantidades ideales que hay que tener a mano.
- Complete los pedidos.
- Lo envíe a los clientes.
- Reponga los suministros usados para mantener los niveles óptimos a mano.

Este es un ciclo continuo que puede cambiar a lo largo del año con las temporadas altas y la disponibilidad de materiales y máquinas.

3. Prácticas estándar

La eficiencia de la producción es la palabra clave cuando se deciden las prácticas estándar para la fabricación en la empresa.

Una vez que se ha trabajado en un proceso, se encuentra la forma más eficiente de realizar una tarea. En definitiva, gestionar tus prácticas estándar implica encontrar las tareas que haces cada día, o sólo un día medio, y convertirlas en una práctica estandarizada. Esto ayuda a determinar un calendario para completar las tareas de una manera predecible y fiable que es más eficiente y que puede ser transmitida a otros.

4. Equipo

La gestión de los equipos se convierte en un paso natural para crear un plan y estandarizar las prácticas. Aprender a anticiparse a los periodos de uso intensivo ayuda a la empresa a repartir los trabajos para gestionar el uso de la energía y los problemas de programación.

Una parte importante de la fabricación es el mantenimiento de los equipos y la maquinaria industrial para evitar averías.

Si se puede programar esto durante las horas de menor producción, se evitarán problemas cuando más se necesiten las máquinas.

Hay una serie de condiciones que pueden influir en esta decisión, como las temperaturas, las estaciones, las vacaciones y el uso de la energía. Si es posible, repartir la carga de trabajo para reducir las posibilidades de sobrecarga del equipo.

5. Formación

Las empresas manufactureras están obligadas a realizar muchas certificaciones e inspecciones de seguridad diferentes porque hay muchos riesgos.

Es importante proteger a los trabajadores y reputación proporcionando una formación suficiente y regular a los trabajadores.

2.13 Tecnologías emergentes en la industria de inyección-soplado: Impacto de la Industria 4.0 y automatización en la optimización de procesos

En los últimos años la influencia de la Industria 4.0 ha abarcado diferentes sectores de la manufactura, y la industria de la inyección de plástico no ha sido la excepción. El proceso de moldeo por inyección de plástico ha sido de gran interés para la adaptación a las nuevas tendencias de la industria 4.0, por la serie de variables que no son fáciles de controlar y que pueden influir en los defectos de la pieza terminada en la etapa del moldeo.

Entre los defectos que se pueden encontrar en la pieza durante el proceso de moldeo por inyección sobresalen rebabas, rechupes, alabeo, porosidad y piezas incompletas. Algunas variables que contribuyen a estas fallas que se pueden monitorear y controlar en el proceso son la temperatura, la presión y la viscosidad.

Tanto los defectos detectados por el área de calidad y los parámetros monitoreados por el área de producción son datos que pueden ser utilizados en su conjunto para obtener un control total del proceso de fabricación mediante el uso de un software de manejo de datos, y para el manejo de esta información se consideran tres niveles: parámetros de la máquina, parámetros en molde y control de calidad de piezas. Para llegar a esto y confiar en los datos obtenidos debemos entender las herramientas y los métodos de monitoreo de los parámetros que se tienen. En el caso de los parámetros en molde, comúnmente su control se realiza mediante el uso de sensores de temperatura y de presión. Dentro de los sensores de presión los más comunes están los sensores piezoeléctricos y los sensores de galgas extensiométricas. Entre los sensores de temperatura, los más usados son los termopares de superficie y sensores infrarrojos, pero también se han usado sensores ultrasónicos.

Sensores piezoeléctricos. Utilizan un material como el cuarzo, que al recibir presión generan una carga eléctrica proporcional a la fuerza aplicada. La carga eléctrica es interpretada por un programa y genera el dato de la presión.

Sensores de galgas extensiométricas. Por lo general, conformados por una lámina metálica en un diafragma que al deformarse genera un voltaje directamente proporcional a la presión ejercida sobre el material, y el voltaje se interpreta para obtener el dato requerido.

Las galgas extensiométricas son más económicas y tienen un mayor tiempo de respuesta en comparación con los sensores piezoeléctricos.

Termopares de superficie. Son dispositivos compuestos por dos metales distintos unidos entre sí para generar una diferencia de potencial en proporción al cambio de temperatura entre ellas.

Sensores infrarrojos. Son detectores de las ondas electromagnéticas que se encuentran en el rango del infrarrojo producido por los objetos calientes. Estos equipos, que pueden detectar la temperatura sin los inconvenientes de la conducción del calor, son más rápidos que los termopares, detectan la temperatura de la masa fundida y pueden medir con mayor precisión las diferentes etapas de la masa fundida en el molde, desde su llenado hasta su apertura.

Sensores ultrasónicos. También se han desarrollado sensores ultrasónicos de temperatura capaces de detectar los cambios de velocidad con la que viaja el sonido en un material, velocidad proporcional a la temperatura a la que se encuentra. Recientes investigaciones los confirman como una opción ideal para monitorear la temperatura de los moldes y arrojar más información para el análisis de fallas de piezas terminadas.

2.14 Gestión de inventarios y su impacto en el OTIF: Técnicas de gestión de inventarios para asegurar la disponibilidad de materiales y productos

Un alto cumplimiento del OTIF está estrechamente relacionado con una gestión eficiente de inventario. Al mantener inventarios más ajustados, las empresas pueden reducir los costos de almacenamiento y mejorar la rotación de inventarios. Esto no solo minimiza el espacio necesario para el almacenamiento, sino que también reduce los riesgos asociados con el exceso de stock, como la obsolescencia de productos.

Además, una mejor rotación de inventarios se traduce en una utilización más eficaz de los recursos. Las empresas pueden responder de manera más ágil a las demandas del mercado y evitar la inmovilización de capital en inventarios no necesarios.

Planificación y gestión del inventario

Una planificación y gestión del inventario ineficaces pueden conducir a problemas de cumplimiento del OTIF. Niveles de inventario inadecuados pueden resultar en escasez o excedente de productos, lo que afecta la capacidad de cumplir con los plazos de entrega y las cantidades solicitadas por los clientes. Para mejorar el OTIF, las empresas deben implementar sistemas de planificación de la demanda y gestión del inventario robustos, que les permitan prever con precisión las necesidades de inventario y mantener niveles óptimos en todo momento.

2.15 Indicadores claves de desempeño (KPIs)

Los Indicadores Claves de Desempeño (KPIs, por sus siglas en inglés) son métricas esenciales que permiten a las empresas medir y evaluar su progreso hacia objetivos estratégicos específicos. En el contexto de una empresa productora de plásticos, los KPIs se convierten en

herramientas fundamentales para monitorear aspectos clave del proceso de producción, eficiencia operativa, calidad del producto y sostenibilidad, entre otros.

Desde un enfoque teórico, los KPIs deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y limitados en el tiempo (criterio SMART). Esto asegura que cada indicador esté alineado con las metas estratégicas de la empresa, como mejorar la eficiencia, reducir costos operativos y garantizar la satisfacción del cliente. Por ejemplo, indicadores como el OEE (Overall Equipment Effectiveness) o el porcentaje de defectos se utilizan ampliamente para evaluar la eficiencia y la calidad en procesos industriales.

En el ámbito práctico, los KPIs permiten a los gerentes y operadores identificar áreas de mejora en tiempo real, optimizar recursos y tomar decisiones basadas en datos. En una empresa productora de plásticos, los KPIs más relevantes podrían incluir:

- **Productividad de las máquinas:** Medir la cantidad de productos fabricados por hora o por turno.
- **Eficiencia del uso de materiales:** Evaluar el porcentaje de desperdicio en comparación con el material utilizado.
- **Tasa de defectos:** Identificar el número de productos no conformes por lote o por día.
- **Consumo energético por tonelada producida:** Relacionar el consumo de energía con la cantidad de productos terminados para promover la sostenibilidad.
- **Tiempo de ciclo de producción:** Monitorear la duración promedio de un ciclo completo en las máquinas de inyección o extrusión.

Algunos KPIs relevantes para la producción y entrega para los clientes son:

1. **Rendimiento.** Este es probablemente uno de los KPI más esenciales para el sector de la producción, aunque se podría mantener que también es el más importante. El KPI de rendimiento analiza la capacidad de producción de una máquina, línea o planta, es decir, cuánto se puede producir durante un período de tiempo específico.

$$\text{Rendimiento} = \text{Cantidad de unidades producidas} / \text{Tiempo (horas o días)}$$

2. **Tiempo de ciclo.** El KPI de tiempo de ciclo es muy sencillo, pero eso no significa que no se pueda convertir en una herramienta potente. En el sector de la producción, el tiempo de ciclo es el tiempo medio necesario para fabricar un producto. De este modo, el tiempo de ciclo se puede usar tanto para analizar la eficiencia general de un proceso de producción a macro escala como para determinar ineficiencias a microescala.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \text{Hora de finalización del proceso} - \text{Hora de inicio del proceso}$$

3. **Previsión de la demanda.** Las empresas utilizan esta métrica de producción para calcular la cantidad de materias primas necesarias para satisfacer la futura demanda de los clientes. Esta métrica puede resultar un poco complicada de aprovechar al máximo para las empresas, ya que depende en gran medida de factores externos que no se pueden controlar. La fórmula básica es la siguiente:

$$\text{Demanda prevista de los clientes} = \text{Materias primas} * \text{Ritmo de producción.}$$

4. **Ritmo de producción** (conocido en inglés como Takt Time). Este es un KPI de producción muy útil cuando se planifican pedidos de producción o para decidir si se acepta o no el encargo de un cliente. El ritmo de producción es el tiempo máximo que se puede dedicar a fabricar un producto para cumplir los plazos de producción. Como dato curioso, «Takt» viene de

«taktzeit», que en alemán significa «tiempo de ciclo». Aunque puede parecer similar, no hay que confundir este KPI con el de tiempo de ciclo.

Formula: Ritmo de producción = Tiempo disponible neto / Demanda diaria del cliente

5. **Entregas recibidas fallidas:** calcula el porcentaje de pedidos fallidos porque el proveedor no ha cumplido con el acuerdo establecido en cuanto al servicio o calidad del producto.

Formula:

Entregas recibidas fallidas = pedidos rechazados / total de órdenes de compra recibidas x 100

6. **Nivel de cumplimiento de los proveedores:** expresa la efectividad de los proveedores y refleja el nivel de retrasos en la entrega al almacén de los productos adquiridos.

Formula:

Cumplimiento de los proveedores = Pedidos recibidos fuera de plazo / Total de pedidos recibidos x 100

7. **Lead time de orden de compra:** permite calcular el tiempo que pasa entre el momento en el que el departamento de compras solicita el pedido al proveedor y el momento en el que se recibe en el almacén.

Formula:

Lead time de orden de compra = Fecha de recepción del pedido - Fecha de emisión

8. **Tiempo de ciclo de orden interno:** es el tiempo que tarda un pedido en completarse desde que llega la orden al almacén hasta que sale por el muelle de expediciones.

Formula:

Tiempo de ciclo de orden interno = Fecha de entrada de pedido - Fecha de expedición

9. Tasa de entrega completa y a tiempo: mide el número de órdenes de pedido ya preparadas para ser recogidas. Muestra la productividad y el nivel de servicio al cliente, se considera como la tasa de OTIF de la empresa

Formula:

Tasa de entrega completa y a tiempo = $\text{N}^\circ \text{ de pedidos entregados a tiempo y completos} / \text{N}^\circ \text{ total de pedidos}$
x 100.

2.16 Cultura organizacional y su influencia en la mejora de procesos

La cultura organizacional se refiere al conjunto de valores, creencias, comportamientos y prácticas compartidas que caracterizan a una organización. Incluye aspectos como la manera en que se comunican los empleados, cómo se toman las decisiones, y cómo se manejan los conflictos y el reconocimiento.

2.16.1 Impacto de la Cultura Organizacional en la Mejora de Procesos

Son varios los aspectos que se consideran en el ámbito de la cultura en las organizaciones, es a partir de este punto que el factor de mejora continua es indispensable para las organizaciones, a continuación, se presentan cuatro puntos indispensables los cuales son:

1. Actitud hacia el Cambio

- **Apertura al Cambio:** Una cultura que valora la innovación y el aprendizaje continuo está más preparada para aceptar y adoptar cambios en los procesos. Las organizaciones con una mentalidad abierta hacia el cambio suelen tener menos resistencia a las nuevas prácticas y tecnologías.

- Resistencia al Cambio: En culturas donde predominan la tradición y la estabilidad, puede haber una mayor resistencia a los cambios en los procesos, lo que puede dificultar la implementación efectiva de mejoras.

2. Comunicación y Transparencia

- Comunicación Abierta: Una cultura que promueve la comunicación abierta y la transparencia facilita la implementación de mejoras al asegurar que todos los miembros de la organización entienden el propósito de los cambios y cómo afectan sus roles.

- Falta de Comunicación: La falta de comunicación o una cultura de secretos puede llevar a malentendidos y desconfianza, afectando negativamente la aceptación y la efectividad de las mejoras en los procesos.

3. Compromiso y Participación de los Empleados

- Empoderamiento: En culturas que valoran la participación y el empoderamiento de los empleados, los equipos están más motivados para contribuir con ideas de mejora y asumir responsabilidades en la implementación de nuevas prácticas.

- Desconexión: En culturas donde los empleados se sienten desmotivados o desconectados, la participación en iniciativas de mejora puede ser limitada, afectando el éxito de los proyectos de mejora.

4. Reconocimiento y Recompensas

- Reconocimiento Positivo: Una cultura que celebra los logros y recompensa las mejoras en los procesos puede incentivar a los empleados a adoptar nuevas prácticas y a contribuir activamente a la mejora continua.

- **Falta de Reconocimiento:** La ausencia de reconocimiento puede desincentivar a los empleados y reducir el interés en participar en iniciativas de mejora.

2.16.2 Estrategias para Alinear la Cultura Organizacional con la Mejora de Procesos

Es importante establecer métodos o ideas que sean de ayuda para que la cultura organizacional tenga un crecimiento en estas, a continuación, se enumeran algunas estrategias que se pueden aplicar.

1. Desarrollo de una Visión y Valores Claros

- **Visión Compartida:** Establecer una visión clara para las mejoras en los procesos y comunica cómo estas mejoras se alinean con los valores y objetivos de la organización.
- **Valores de Mejora Continua:** Fomentar valores que apoyen la mejora continua, la innovación y la adaptabilidad en toda la organización.

2. Involucrar a Todos los Niveles

- **Participación:** Involucrar a empleados de todos los niveles en la identificación de oportunidades de mejora y en la implementación de cambios. Esto ayuda a crear un sentido de propiedad y compromiso.
- **Equipos Multifuncionales:** Formar equipos multifuncionales para abordar problemas complejos y fomentar una colaboración más efectiva.

3. Capacitación y Desarrollo

- **Capacitación en Mejora de Procesos:** Ofrecer capacitación continua en metodologías de mejora de procesos, como Lean o Six Sigma, para que los empleados adquieran las habilidades necesarias para contribuir a las iniciativas de mejora.

- **Desarrollo de Habilidades Blandas:** Capacita a los empleados en habilidades blandas, como la comunicación efectiva y la gestión del cambio, para mejorar la capacidad de adaptación y colaboración.

4. Reforzar el Reconocimiento y las Recompensas

- **Programas de Reconocimiento:** Implementar programas de reconocimiento que celebren los logros en la mejora de procesos y recompensen a los empleados que contribuyen a la eficiencia y efectividad.

- **Incentivos por Mejora:** Ofrece incentivos para ideas de mejora que resulten en beneficios tangibles para la organización.

5. Fomentar una Cultura de Aprendizaje

- **Aprendizaje de Errores:** Promover una cultura en la que los errores se ven como oportunidades de aprendizaje en lugar de fracasos. Esto fomenta una mentalidad proactiva hacia la mejora continua.

Capítulo III – Metodología de investigación.

3.1 Metodología

La metodología de investigación es una herramienta sistemática, que guía el diseño de una investigación para resolver una situación en específico, mediante la recopilación de datos, utilizando diversas técnicas, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados que son completamente comprobables. Por lo tanto, la presente investigación será un trabajo de campo mediante visitas a la empresa MANUPLAST, para obtener información de primera mano, así mismo acompañado de una investigación bibliográfica, pudiendo acceder fuentes de recolección de datos que sean necesario para realizar el trabajo de investigación.

3.2 Enfoque de la investigación

En el presente trabajo se relacionan los aspectos cualitativos y cuantitativos. La metodología cuantitativa se centrará en la recolección y análisis de datos numéricos registrados en el proceso de inyección soplado de la empresa, para identificar patrones y relaciones entre variables. En los aspectos cualitativos se tomará información del área de la empresa donde se pretende aplicar la mejora, esta toma de información ayudará a identificar de mejor manera las variables y debilidades que serán el punto de inicio para dar la propuesta de un plan estratégico de producción a través de la optimización del OEE para el cumplimiento de los objetivos planteados.

3.3 Tipos de investigación

3.3.1 Investigación de campo

La investigación de campo se enfoca en la recopilación de datos de fuentes primarias, según Sampieri se refiere a la recolección de datos en base a un registro sistemático, válido, confiable de comportamientos y situaciones que pueden ser observables.

La investigación de campo se realizó para la recolección de datos de primera mano a partir de la observación directa de los fenómenos en su contexto natural en el área de inyección soplado, mediante visitas a la empresa MANUPLAST.

3.3.2 Investigación documental

Este tipo de investigación se enfoca en la revisión del material bibliográfico existente respecto a la problemática, mediante la selección de fuentes para la investigación. Para el presente trabajo ayudo a la elaboración del documento, mediante un análisis técnico conceptual basándose en fuentes de carácter primario y secundario, así como la información escrita que dentro de la empresa se considere necesaria para el proceso, tales como: revisión de registros existentes, formatos, bitácoras, entre otros.

3.3.3 investigación descriptiva

La investigación descriptiva es un enfoque sistemático para recopilar, analizar y presentar datos, para Palella y Martins (2006, p. 102) el propósito de este nivel es el interpretar realidades de hecho. Incluye descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos, donde su objetivo principal es describir lo que existe, mediante observaciones que sirven para identificar las características de determinado grupo, situación o fenómeno. Se consideró la investigación descriptiva ya que mediante observaciones del proceso de inyección soplado en la empresa MANUPLAST, se logró describir las características puntuales de dicho proceso y población en estudio.

3.4 Población

La empresa objeto de estudio cuenta actualmente con un total de 250 colaboradores, por lo que la población para este análisis estará compuesta por 42 operarios asignados al área de inyección-soplado.

3.5 Muestra

Dado que se trata de una población pequeña, no se aplicará la fórmula de cálculo de muestra. Por lo tanto, se tomará como muestra el 100% de la población, es decir, 42 operarios del área de inyección-soplado.

3.6 Métodos técnicas e instrumentos de investigación

Estos se constituyen como pilares fundamentales en el desarrollo de estudios sistemáticos y rigurosos. Estos elementos permiten recopilar, analizar e interpretar datos de manera estructurada, asegurando la validez y confiabilidad de los resultados. Mientras que los métodos definen el enfoque general del estudio, las técnicas representan las estrategias específicas empleadas para ejecutar el proceso investigativo, y los instrumentos son las herramientas concretas utilizadas para la recolección de información. El dominio de estas herramientas es esencial para abordar problemas complejos, generar conocimiento relevante y proponer soluciones fundamentadas en evidencia científica.

A continuación, se detalla el procedimiento utilizado para esta investigación según lo antes mencionado.

3.6.1 Método deductivo

El método deductivo presenta un enfoque lógico que parte de premisas generales para llegar a conclusiones específicas. Según Tamayo (2008) el método deductivo consiste en su

totalidad de reglas y proceso, la cual ayudo en lo posible a deducir conclusiones a partir de enunciados supuestos, llamados premisas. En el presente trabajo se considerarán las siguientes premisas:

- ✓ Un plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST, enfocado en la optimización del OEE, mejorara las entregas y asegura el cumplimiento del OTIF.
- ✓ Existen factores críticos que pueden generar pérdidas o desperdicios, en los procesos del área de inyección soplado.
- ✓ Aplicando herramientas de mejora al proceso de inyección soplado, se puede optimizar la producción de la empresa MANUPLAST.
- ✓ Conclusiones específicas
- ✓ Se pueden mejorar las entregas y el cumplimiento del OTIF de la empresa MANUPLAST, si se propone un plan estratégico de producción enfocado en la optimización del OEE
- ✓ Si se identifican los factores críticos dentro del proceso de inyección soplado, se puede reducir la pérdida o desperdicio dentro del mismo
- ✓ A mayor aplicación de herramientas de mejora en el proceso de inyección soplado, mayor será el nivel de optimización de la producción en MANUPLAST.

Capítulo IV – Situación actual de la empresa.

4.1 Marco estratégico de la empresa MANUPLAST

4.1.1 Misión

Somos una leal y respetada compañía fabricante de envases y tapaderas plásticas que, por su personal capacitado y tecnología avanzada, satisface las necesidades de sus clientes a través de la mejora continua en sus procesos. Proveemos soluciones prácticas e innovadoras en la elaboración de nuestros productos cumpliendo con los estándares de normas de calidad e inocuidad alimenticias.

4.1.2 Visión

Posicionarnos como empresa líder fabricante de empaques plásticos rígidos que, cimentada en la excelencia, en el servicio y elaboración de productos con altos estándares de calidad e inocuidad, cumplan con la exigencias y expectativas de nuestros clientes.

4.1.3 Valores

Integridad: Es nuestra aptitud y compromiso de actuar con objetividad para crea una relación firme y duradera de mutuo beneficio hacía con los demás.

Ética: Son todas aquellas normas y costumbres, como la honradez, la dedicación, el respeto mutuo y la eficiencia en la comunicación que rigen en todo momento nuestro accionar con los clientes, proveedores y personal de la empresa.

Disciplina: De acuerdo con una actitud practica y sistemática, trabajamos bajo la aceptación voluntaria y consciente de las reglamentaciones, procedimientos e instrucciones que rigen las actividades de nuestra organización.

Trabajo en equipo: Es la atenta labor que desempeñamos donde cada uno hace su parte de acuerdo con las reglas establecidas, manteniendo todos unos objetivos en común: Este consenso nos guía hacia la solidaridad, dinamismo y empoderamiento de cada uno de sus miembros.

4.2 Historia de la empresa.

Manufacturas Plástica (MANUPLAST), es una compañía establecida desde enero de 1985 en El Salvador, es una empresa industrial dedicada a la elaboración de plásticos de RPET, PET, HDPE y PP para brindar soluciones de empaque para la industria cosmética, farmacéutica y de alimentos. También ofrece servicios de colocación de etiquetas/mangas termoencogibles y liners/sellos de inducción.

Dicha empresa cuenta con maquinaria de alta tecnología y se distingue por altos estándares de calidad y eficiencia en todos nuestros productos y servicios. Permanecemos a la vanguardia en el desarrollo de nuevos productos, ofreciendo soluciones innovadoras a precios altamente competitivos, abasteciendo al mercado Centroamericano, el Caribe y Estados Unidos.

Esta empresa se adapta a superar las expectativas de sus clientes, invirtiendo gran parte de los recursos en el desarrollo de buenas prácticas de manufactura. Esta empresa apoya e implementa programas con responsabilidad social que van más allá del fiel cumplimiento de las leyes y normas que rigen la sociedad, administrando y gestionando de forma activa y voluntaria un conjunto de prácticas, estrategias y sistemas de gestión que persiguen el equilibrio entre las dimensiones económica, social y ambiental.

4.3 Actividad Económica

MANUPLAST es una empresa industrial que se dedica a la fabricación de productos plásticos. La empresa MANUPLAST fabrica plásticos para la industria cosmética, farmacéuticas,

alimentos, bebidas, productos de limpieza y tapaderas polipropileno. También ofrece servicios de colocación de etiquetas, mangas termoencogibles y liners/sellos de inducción.

4.4 Principales clientes

Tabla 1- Principales clientes de Manuplast

CLIENTE	PAIS
COOPERATIVA GANADERA DE SONSONATE DE R.L DE C. V	EL SALVADOR
ENMILEN, S.A. DE C.V.	EL SALVADOR
GUTIERREZ ESTRADA, S.A. DE C.V.	EL SALVADOR
J.A. APARICIO S.A. DE C.V.	EL SALVADOR
MCCORMICK DE CENTROAMERICA, S.A. DE C.V.	EL SALVADOR
PLANTA DE TORREFACCION DE CAFE, S.A. DE C.V.	EL SALVADOR
QUALITY GRAINS, S.A. DE C.V.	EL SALVADOR
VIMASA S.A. DE C.V.	EL SALVADOR
EXPORTADORA PMT, S.A.	COSTA RICA
GRIFFITH FOODS, S.A.	COSTA RICA
MALHER	GUATEMALA
NESTLE GUATEMALA, S.A.	GUATEMALA
FIBRAS DEL CARIBE, S.A. DE C.V.	HONDURAS
CUKRA INDUSTRIAL, S.A.	NICARAGUA
NESTLE NICARAGUA, S.A.	NICARAGUA
UNIMAR, S.A.	NICARAGUA
INVERSIONES ONODERA, S.A. PRODUCTOS KEIKO	PANAMÁ

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

4.5 Productos ofrecidos

- **Empaques para alimentos**

Atendiendo a la necesidad de producir envases que cumpla con requerimientos de inocuidad y calidad.

- **Envases para bebidas**

Se posee la tecnología adecuada para producir envases para bebidas que cumplan con requerimientos de inocuidad y calidad.

- **Envases farmacéuticos**

Se incluye, además opciones de envases para el rubro farmacéutico, con altos estándares de inocuidad.

- **Envases para cosméticos**

Se ofrece, además opciones de envases para cosméticos

- **Envases para productos de limpieza**

Dentro de la gama de productos se cuenta con la capacidad de ofrecer soluciones de envases para productos de limpieza.

- **Tapaderas de polipropileno**

Se fabrican todas las tapas plásticas que se utilizan en los envases.

4.6 Tipo de tecnología utilizada en la empresa

La empresa cuenta con distinta maquinaria de última tecnología adquirida en distintos países del mundo que hacen que el proceso de producción sea muy eficiente para la atención al cliente dentro de sus distintas áreas. Para el caso de control de procesos, inventarios, producción, ventas, entre otros la organización se apoya de software especializado.

4.6.1 Sistema SAP

SAP ERP es un software de planificación de recursos empresariales desarrollado por la empresa SAP SE. A su vez, el software ERP, o planificación de recursos empresariales, es un software modular creado para integrar las funciones principales de los procesos comerciales centrales de una organización en un sistema unificado. Un sistema ERP consta de componentes de

software, llamados módulos, cada uno de los cuales se centra en una función empresarial esencial, como finanzas y contabilidad, recursos humanos, producción, gestión de materiales o gestión de relaciones con los clientes (CRM). La empresa solo usa los módulos que necesita para ejecutar el negocio en particular.

4.6.2 Máquinas de inyección y soplado para PET

El proceso de inyección-soplado (ISBM, por sus siglas en inglés) es una tecnología ampliamente utilizada en la producción de envases de tereftalato de polietileno (PET), especialmente en la industria de bebidas y productos alimenticios. Este proceso combina dos etapas principales: la inyección del material fundido para formar una preforma y el soplado de dicha preforma en un molde para obtener el producto final.

Las máquinas de inyección-soplado están compuestas por cuatro unidades funcionales principales: el sistema de inyección (incluida la extrusora y el cabezal), el molde de inyección, el sistema de soplado (que incluye el perno o mandril de soplado) y el molde de soplado. En la primera etapa, el PET es plastificado en la extrusora y luego inyectado en un molde que da forma a la preforma o “parison”. Esta preforma presenta ya el cuello del envase con las dimensiones finales, lo cual es esencial para garantizar compatibilidad con tapas y sistemas de cierre.

Una vez moldeada, la preforma se transfiere aún en estado térmicamente adecuado o mediante recalentamiento a la estación de soplado, donde se coloca dentro de un molde de cavidades múltiples, usualmente fabricado en aleaciones de aluminio o acero con tratamientos térmicos para resistir ciclos repetidos. El perno de soplado se introduce en el cuello de la preforma, sellando la abertura mientras inyecta aire a alta presión. Esto provoca que el PET se expanda hasta ajustarse completamente a las paredes del molde, replicando su geometría con alta precisión.

El perno no solo cumple la función de sellado y soplado, sino que también contribuye a mantener la forma y dimensión del cuello durante todo el proceso. La uniformidad en la distribución del material se logra gracias al control preciso de parámetros como la temperatura del preformado, la presión de soplado y el tiempo de ciclo, lo que es fundamental para asegurar propiedades mecánicas óptimas, transparencia y reducción de peso en el producto final.

4.7 Descripción del área y equipos en inyección soplado PET en MANUPLAST

La empresa MANUPLAST designa con el nombre de “Área de Inyección-Soplado” al espacio físico destinado a la fabricación de envases de tereftalato de polietileno (PET), el cual abarca una superficie aproximada de 20 metros cuadrados. En esta área se encuentran distribuidas las máquinas, con su respectivo equipo de periféricos, encargadas de producir envases conforme a las especificaciones técnicas requeridas por los clientes. Actualmente, la empresa opera con dos tipos de máquinas de inyección-soplado, suministradas por los fabricantes AOKI y Nissei ASB, cuyas características técnicas y operativas se detallan a continuación.

AOKI SBIII-500-150

Modelo de una etapa (inyección-estiramiento-soplado) con capacidad para producir envases desde 250 cm³ hasta 5 L, con un rendimiento estimado de 1 225 unidades por hora para envases de 1 L

- Tornillo “inline” de 13 oz (~368 cm³) e inyección multietapa con disipadores de calor.
- Fuerzas estimadas de cierre: no especificadas, pero se ajustan a producción media-alta en PET.

- Dimensiones: $\sim 4,70 \times 1,93 \times 3,10$ m; peso $\sim 7\,000$ kg.
- Capacidad de calentamiento: calefacción del barril ($\sim 11,8$ kW) + hot runner

Ilustración 2 - Máquina para soplado PET AOKI SBIII-500-150



ASB-70DPH

- Máquina de inyección-soplado de una sola etapa, lanzada originalmente en 1986, ya en su versión 4
- Volumen de inyección: 366 cm^3 por disparo; fuerza de cierre en inyección: 687 kN; en soplado: 242 kN
- Potencia: bomba hidráulica de 33 kW; resistencia de calentamiento: 38,5 kW; presión de soplado hasta ~ 508 psi ($\sim 3,5$ MPa)
- Tamaño: aproximadamente $5,64 \times 1,90 \times 3,21$ m; peso $\sim 9\,000$ kg
- Cavitación variable: de 2 a 12 cavidades, permitiendo producir envases desde 50 ml (12 cavidades) hasta 7 L (1 cavidad)
- Diseño compacto de cuatro estaciones, sin componentes hidráulicos por encima del área de moldeo, lo que mejora la limpieza y la seguridad del área de producción.

- Alta eficiencia energética: versión v4 logra hasta 40 % de ahorro eléctrico respecto a la v3
- junto con reducción en tiempos de ciclo (~1 s menos por ciclo)

Ilustración 3 - Máquina para soplado



4.7.1 Nomenclatura de las máquinas de inyección soplado en MANUPLAST

Tabla 2 - Maquinas de inyección soplado MANUPLAST

Código de Máquina	Nombre Máquina	
1	AOKI-1	

2	AOKI-2	
3	AOKI-3	

17	AOKI-4	 A photograph of a large, light blue industrial machine with multiple glass-paned doors, revealing internal components. It is situated in a factory setting. In the foreground, a large, flat, brown cardboard sheet is partially visible, obscuring the base of the machine.
14	ASB-1	 A photograph of a large, light blue industrial machine with glass-paned doors, similar to the one in the first image. It is located in a factory with a hexagonal tile floor. A yellow safety line is painted on the floor in front of the machine. Two chairs are positioned to the right of the machine. The machine has the letters 'ASB' visible on its side.

18	ASB-2	
----	-------	--

4.7.2 Moldes para envases PET con los que cuenta MANUPLAST

A continuación, se presenta un listado de todos los moldes y la compatibilidad con todas las máquinas que cuenta el área de inyección soplado de la empresa MANUPLAST.

Tabla 3 - Moldes para envases PET

MAQUINA	MOLDE	CAVIDADES
AOKI-1	FRASCO 150G	3
	FRASCO 200G	3
	FRASCO 225G	4
	FRASCO 450G	4
	FRASCO 1 KILO	2
	FRASCO 100G	4
	FRASCO 100G	4
AOKI-2	FRASCO 150G	3
	FRASCO 200G	3
	FRASCO 250G	3
	FRASCO 397G	5
	FRASCO 400G	2
	FRASCO 450G	3
	FRASCO 50G	4

	FRASCO 750G	4
	FRASCO 15 ML	10
	FRASCO 1 KILO	2
	FRASCO 150G	3
	FRASCO 250G	3
AOKI-3	FRASCO 397G	4
	FRASCO 400G	2
	FRASCO 450G	3
	FRASCO 50G	4
	FRASCO 750G	4
AOKI-4	FRASCO 450G	3
	FRASCO 750G	3
	FRASCO 227G	4
	FRASCO 397G	4
ASB-1	FRASCO 454G	4
	FRASCO 908G	4
	FRASCO 227G	4
	FRASCO 397G	4
ASB-2	FRASCO 454G	4
	FRASCO 908G	4

4.7.3 Equipos auxiliares y de soporte para el proceso de producción de envase

- Montacargas: Utilizados para el montaje y desmontaje de moldes, así como para el traslado de materiales pesados dentro del área.
- Transpaletas manuales o hidráulicas: Movilización de pallets con envases terminados o materiales de empaque.
- Herramientas especiales para montaje de moldes: Incluyen llaves dinamométricas, extractores, alineadores, y otros instrumentos específicos para garantizar un ajuste preciso de los moldes.
- Banco de herramientas y mesa de trabajo técnica: Espacio dedicado a la preparación, limpieza y mantenimiento de moldes y herramientas.

4.7.4 Sistemas neumáticos y de aire necesarios para la maquina

- Compresores de aire (alta y baja presión) Proveen el aire comprimido necesario para el proceso de estirado y soplado del PET.
 - Alta presión: para el soplado del envase (generalmente entre 30 y 40 bar).
 - Baja presión: para accionamiento neumático de válvulas y movimientos auxiliares.
- Secadores de aire / filtros / tanques pulmón: Eliminan la humedad del aire comprimido para evitar defectos en el soplado. Los tanques pulmón estabilizan la presión de suministro durante el ciclo de soplado.

4.7.5 Periféricos que complementan el sistema de enfriamiento de la maquina

- Chillers industriales o torres de enfriamiento mantienen la temperatura de los moldes y del sistema hidráulico dentro de rangos óptimos para evitar deformaciones del envase.
- Intercambiadores de calor / líneas de agua de proceso distribuyen el agua enfriada a través de los canales de refrigeración de los moldes.

4.7.6 Sistema de alimentación de materia prima

- Tolvas de alimentación y secadores de resina PET, el PET debe ser deshumidificado antes del proceso, normalmente a 160–180 °C durante 4–6 h, para evitar burbujas o fragilidad.
- Alimentadores automáticos o por vacío transportan el PET desde el silo o tolva hasta la unidad de plastificación.
- Detector de metales previene el ingreso de partículas metálicas que puedan dañar el tornillo o el molde.

4.7.7 Otros equipos operativos y de control en el proceso

- Sensores de temperatura y presión monitorean condiciones críticas del proceso en tiempo real.

4.8 Identificación de procesos y subprocesos en la empresa MANUPLAST

Se han identificado y categorizado en procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de apoyo, de acuerdo con el funcionamiento actual de la empresa MANUPLAST, enfocados en garantizar la satisfacción del cliente, se han identificado los siguientes procesos y subprocesos principales.

4.8.1 Procesos Estratégicos

Planificación Estratégica

- Análisis de demanda
- Definición de metas

Gestión de la Calidad

- Diseño del sistema de calidad
- Revisión de indicadores clave

Gestión de la inocuidad

- Diseño del sistema de gestión integral de inocuidad
- Registros claves en el proceso

4.8.2 Procesos Operativos

Planificación de Producción

- Programación de órdenes de fabricación
- Asignación de recurso.

Operatividad de la maquina

- Inyección de preformas
- Ciclo de soplado y enfriamiento
- Colocación de mangas
- Empacado
- Control de calidad en línea

Mantenimiento de Equipos

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Almacenamiento y Despacho

- Gestión de inventario
- Preparación de pedidos
- Logística de entrega

4.8.3 Procesos de Apoyo

Gestión de Recursos Humanos

- Capacitación del personal
- Evaluación del desempeño

Gestión de Compras

- Abastecimiento de materias primas (resina PET, preformas)
- Evaluación de proveedores

Gestión de Tecnología

- Supervisión de sistemas SAP y licencias de software adicionales
- Implementación de mejoras tecnológicas

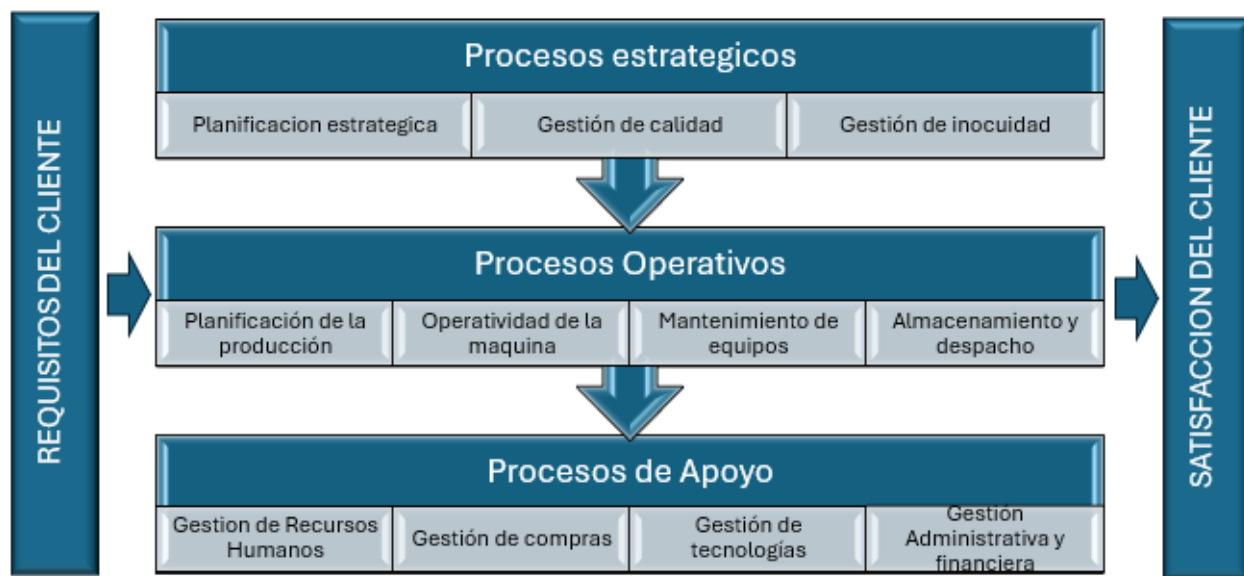
Gestión Administrativa y Financiera

- Gestión de presupuestos
- Control de costos

4.8.4 Mapa de procesos y subprocessos

El siguiente mapa representa la estructura de estos procesos, los cuales han sido definidos de acuerdo con su impacto en la generación de valor y su contribución a la satisfacción del cliente. Mediante esta herramienta se puede entender el flujo del trabajo dentro de la organización y detectar áreas de mejora que permitan aumentar la eficiencia productiva, reducir tiempos de entrega.

Ilustración 4 - Mapa de procesos y subprocessos



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

4.9 Descripción general del proceso de fabricación de envases en el área de inyección de MANUPLAST

MANUPLAST se dedica a la fabricación de envases PET mediante un proceso integrado de inyección-soplado. Este proceso consta de varias etapas bien definidas que comienzan desde la

recepción de la orden de producción hasta el almacenamiento del producto terminado. A continuación, se detalla cada fase del flujo de producción, para entender como funciona el proceso actual de la empresa.

4.9.1 Etapa 1 Recepción y planificación de la orden

- Recepción de la orden: Las órdenes de producción (OP) se generan en función de la demanda del cliente, gestionadas por el área comercial o de planificación.
- Planificación de la producción: El departamento de planificación evalúa la disponibilidad de moldes, máquinas, materias primas y capacidades productivas, para programar la orden en una línea específica y en un turno determinado.
- Asignación de recursos: Se determinan los recursos necesarios como moldes, tipo de resina, mangas termoencogibles, pallets, entre otros insumos.

4.9.2 Etapa 2 Preparación y abastecimiento

- Preparación de la máquina: Se realiza el montaje del molde correspondiente, ajuste de parámetros de proceso en máquina y revisión de condiciones de operación.
- Abastecimiento de materiales: Se cargan las tolvas con la resina PET, se verifica el suministro de aire comprimido, agua de refrigeración y energía eléctrica. Se prepara el stock de mangas y materiales de empaque.

4.9.3 Etapa 3 Proceso en maquina (inyección-soplado)

Moldeo por inyección (preformas)

Esta etapa se realiza en una máquina de inyección horizontal que produce las preformas PET. Las fases que componen este proceso son:

- **Dosificación y plastificación del material**

El PET en forma de gránulos es alimentado a la tolva de la máquina. Un tornillo sin fin transporta el material y lo calienta mediante resistencias eléctricas, llevándolo a estado fundido.

El tornillo gira para acumular el material fundido en la punta del husillo (fase de plastificación).

- **Inyección del material fundido**

Una vez que se alcanza el volumen deseado, el tornillo se desplaza hacia adelante rápidamente, inyectando el PET fundido en la cavidad del molde a alta presión.

- **Llenado y compactación**

El molde se llena completamente y se aplica una presión adicional durante un tiempo breve para compactar el material y evitar defectos internos.

- **Enfriamiento**

El molde permanece cerrado mientras el PET se enfría y solidifica, tomando la forma de la preforma. Este enfriamiento se realiza mediante canales internos por donde circula agua a temperatura controlada.

- **Apertura del molde y expulsión**

El molde se abre y un sistema de expulsión empuja la preforma fuera de la cavidad. Las preformas caen sobre una banda transportadora o son colocadas en bandejas para su posterior uso.

- **Acondicionamiento de preformas**

Estas preformas inyectadas pasan a otra etapa en la maquina donde se calientan las a una temperatura ideal (entre 90°C y 110°C), haciéndolas maleables.

- **Estirado y soplado (formado del envase)**

Estirado: Una varilla de estiramiento baja desde la parte superior para alargar la preforma verticalmente dentro del molde.

Soplado: Simultáneamente, se inyecta aire comprimido a alta presión que expande la preforma contra las paredes del molde, dándole la forma final del envase.

Enfriamiento del envase: El molde mantiene su forma mediante enfriamiento interno por agua para fijar las dimensiones del envase.

Expulsión: Una vez formado y enfriado, el envase es liberado del molde y trasladado al siguiente proceso (fuera de la maquina)

4.9.4 Etapa 4 Control de calidad en línea

Inspección visual: Se verifica que el envase no presente defectos como rebabas, deformaciones o burbujas.

Pruebas aleatorias: Se realizan controles de peso, capacidad volumétrica, pruebas de presión y cierre, según especificaciones del cliente.

4.9.5 Etapa 5 Colocación de mangas termoencogibles (Si aplica)

Aplicación de mangas: En la línea de postproducción, se colocan mangas termoencogibles en el cuello o cuerpo del envase, si el producto lo requiere.

Termoencogido: Los envases enmangados se llevan al siguiente proceso al área de termoencogido, donde la manga se adhiere mediante tuenes de vapor.

4.9.6 Etapa 6 Empaque

- Agrupado de productos: Los envases son agrupados por cantidad determinada (según presentación comercial).
- Embolsado o enfajado: Se protegen los productos con stretch film, flejes plástico o fundas.
- Paletizado: Los productos empacados se organizan sobre pallets de acuerdo con las especificaciones de carga y transporte.
- Etiquetado: Cada pallet es identificado con una etiqueta que contiene información como lote, fecha de producción y destino.

4.9.7 Etapa 7 Almacenamiento

- Ingreso a almacén: Los pallets terminados son trasladados a la zona de almacenamiento de producto terminado.
- Gestión de inventario: Se controla el inventario bajo el principio FIFO (First In, First Out) o según requerimiento del cliente.
- Disponibilidad para despacho: Los productos quedan listos para su despacho conforme al cronograma logístico definido.

4.10 Diagrama de flujo de procesos actual de inyección soplado en MANUPLAST

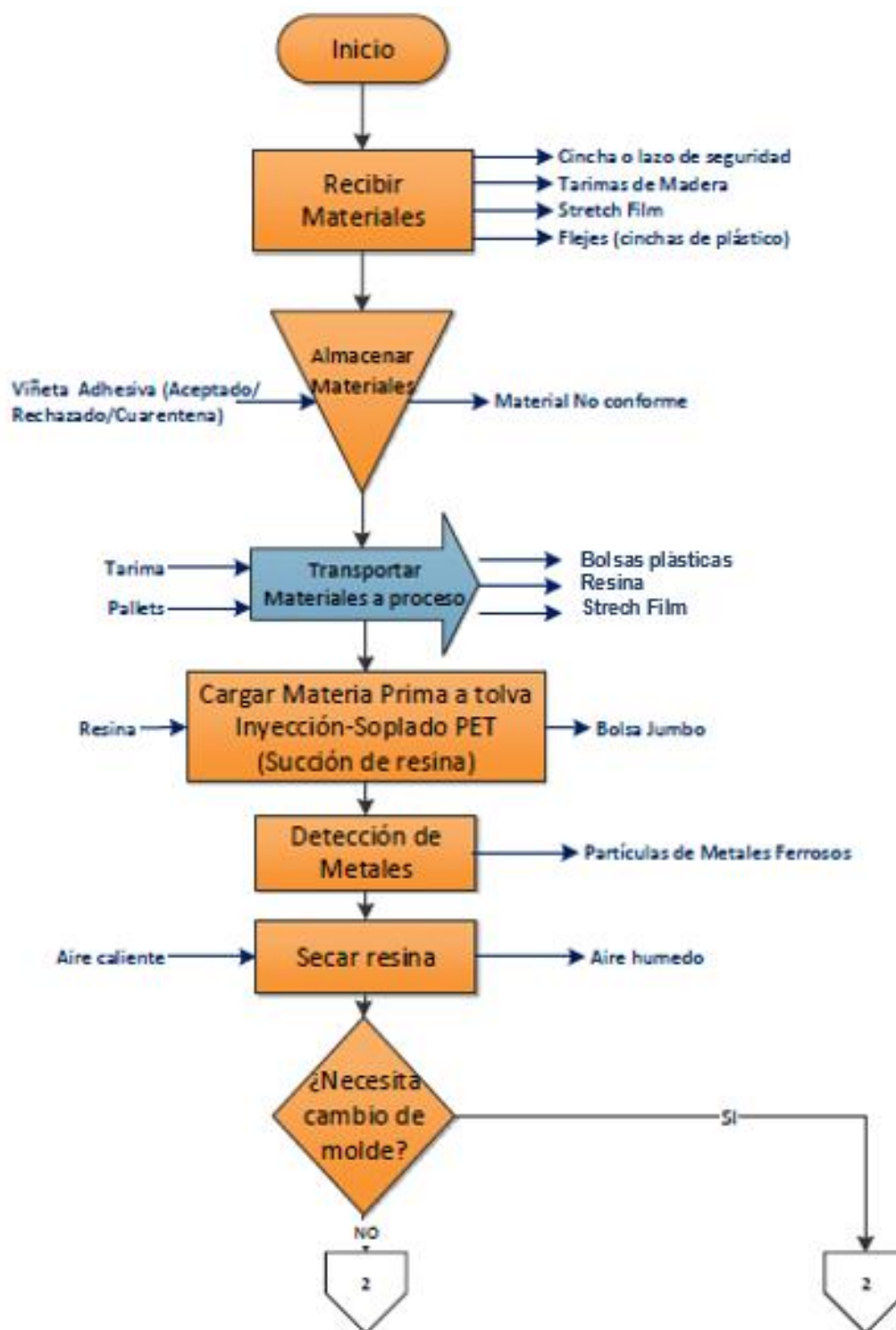
El diagrama de flujo detalla de manera clara y secuencial todas las etapas necesarias dentro de un proceso de producción.

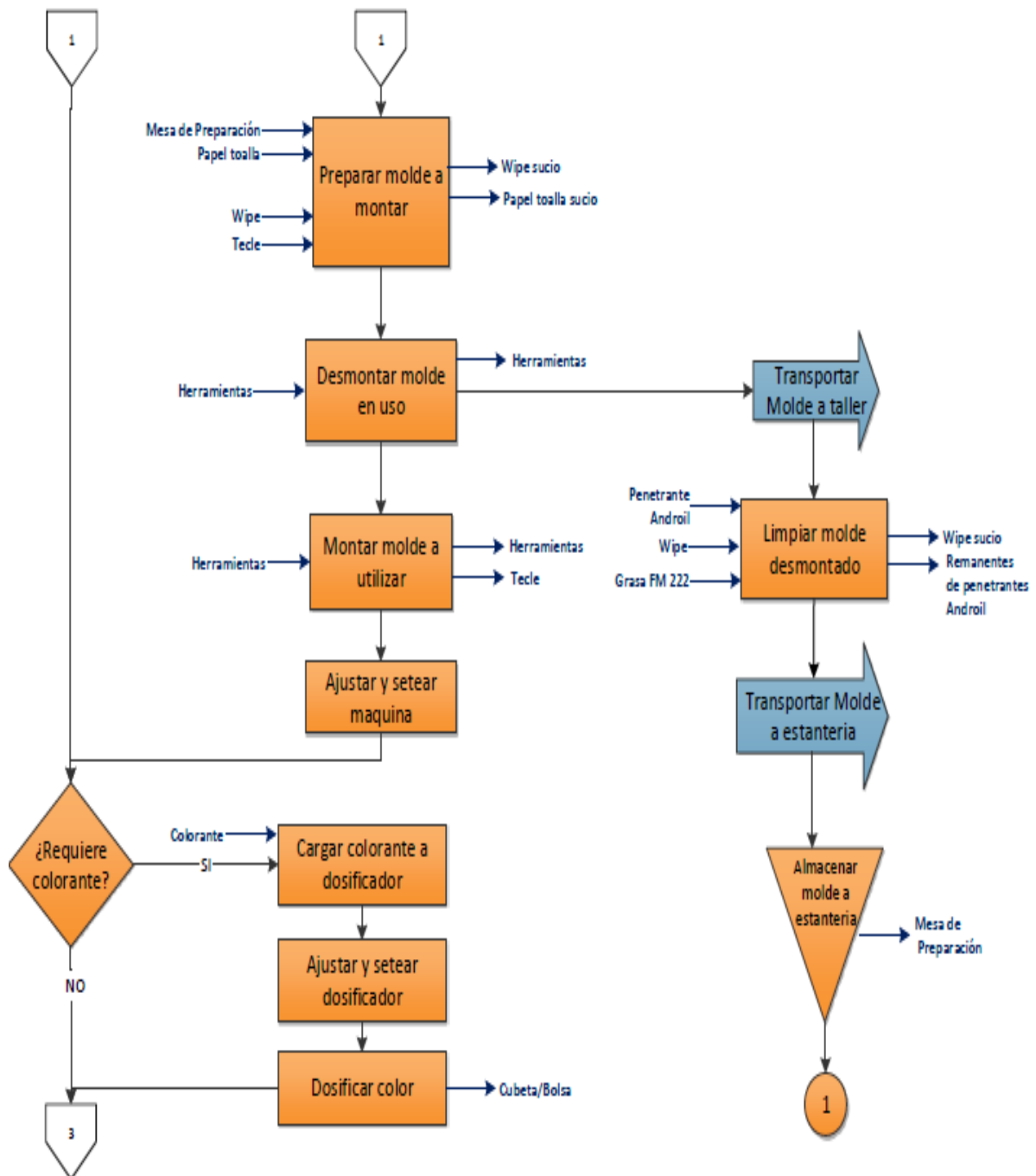
A continuación, se presenta el diagrama de flujo de proceso correspondiente a la fabricación de envases PET mediante el proceso de inyección y soplado en la empresa MANUPLAST. Este diagrama ilustra de manera detallada las principales etapas del proceso

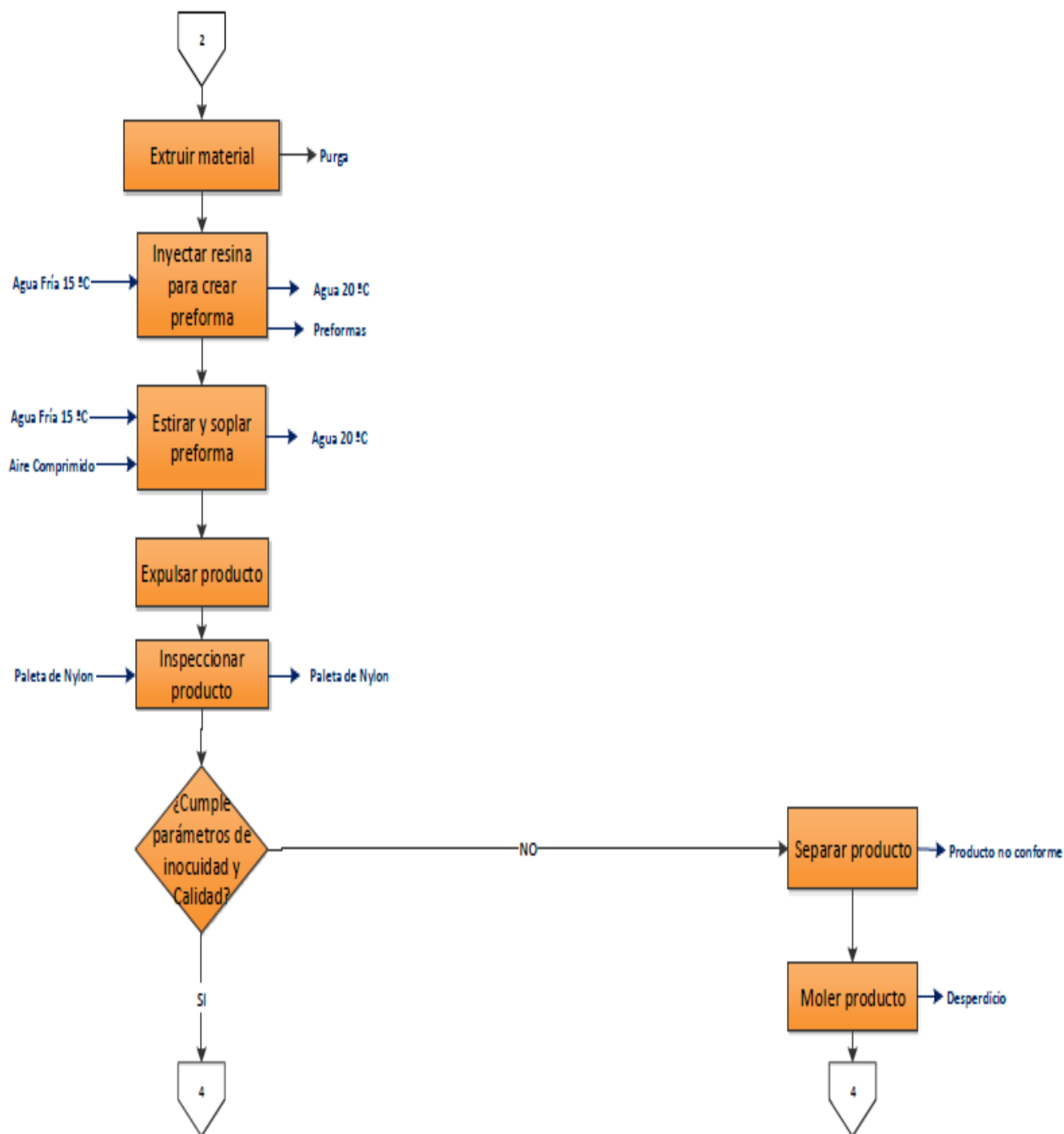
productivo, desde la recepción de materia prima hasta la obtención del producto final listo para su distribución.

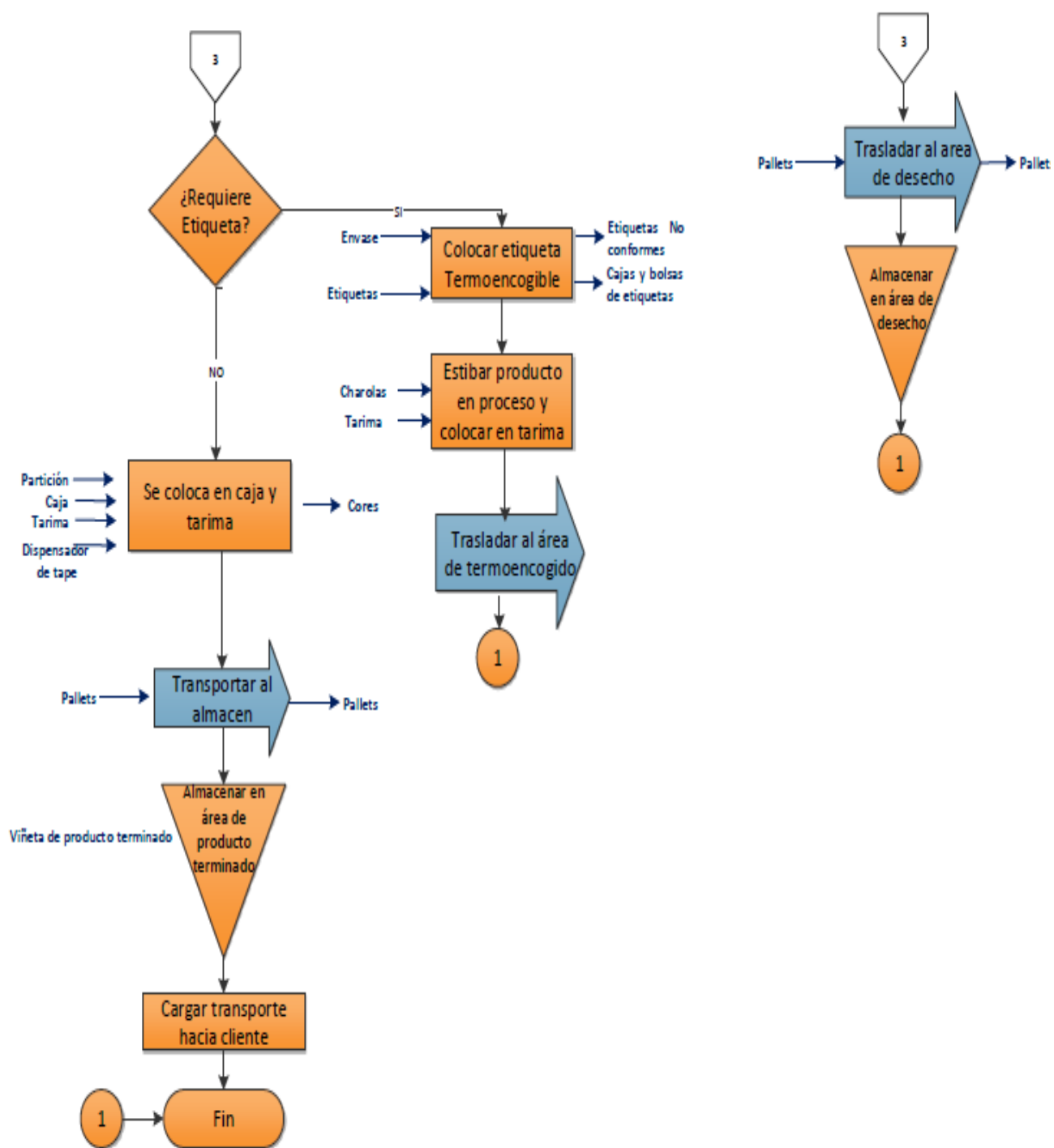
El objetivo de este flujo es mostrar de manera clara y visual las distintas fases del proceso que actualmente tiene establecido la empresa, permitiendo identificar posibles áreas de mejora, optimización y control de calidad dentro de la cadena de producción.

Ilustración 5 - Diagrama de flujo de procesos actual de inyección soplado en MANUPLAST









Elaborado por: MANUPLAST

4.11 Análisis del proceso de producción actual en MANUPLAST

Se determinó que la etapa 3 que es el proceso específico de la máquina, es una etapa crítica para la eficiencia productiva, ya que cualquier desajuste en los parámetros de inyección, tiempos de enfriamiento o presión puede generar rechazos o paradas de máquina, afectando directamente el indicador de Disponibilidad y Calidad del OEE.

Observaciones del proceso actual

Actualmente, se presentan variaciones en los tiempos de disponibilidad de máquina, eficiencia operativa y calidad, lo cual afecta directamente los indicadores de OEE.

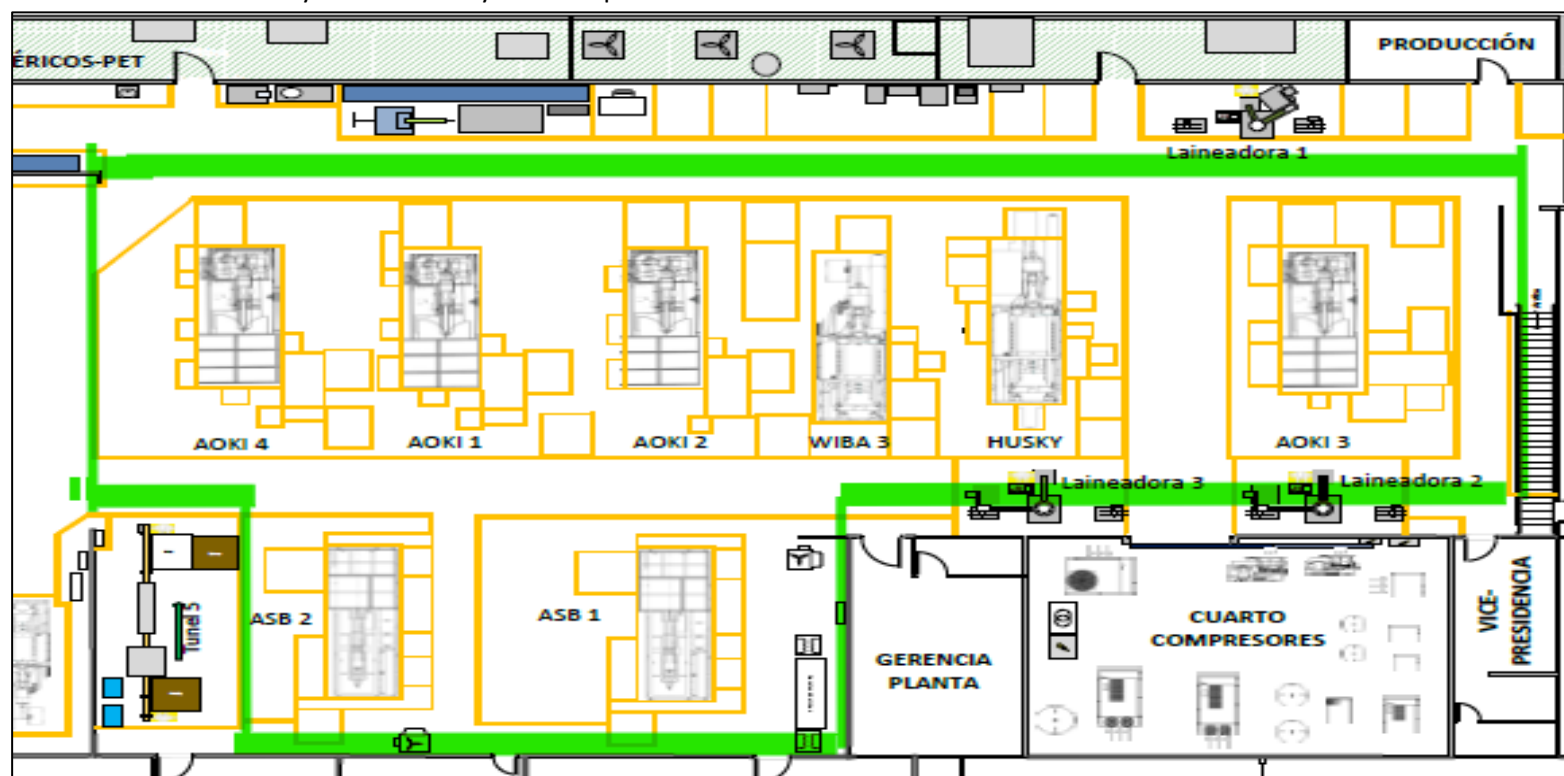
Las demoras en procesos posteriores como colocación de mangas y empaque también pueden generar desvíos en las fechas de entrega, impactando negativamente el cumplimiento OTIF.

Se evidencia la necesidad de mejorar la coordinación entre las etapas, especialmente en la planificación de recursos y tiempos muertos entre órdenes.

4.12.1 Layout del área de inyección soplado

A continuación, se muestra el Layout correspondiente al área de inyección-soplado de la empresa en estudio. Esta sección representa una de las zonas clave del proceso productivo, ya que en ella se ubican las máquinas encargadas de la fabricación de envases y proceso.

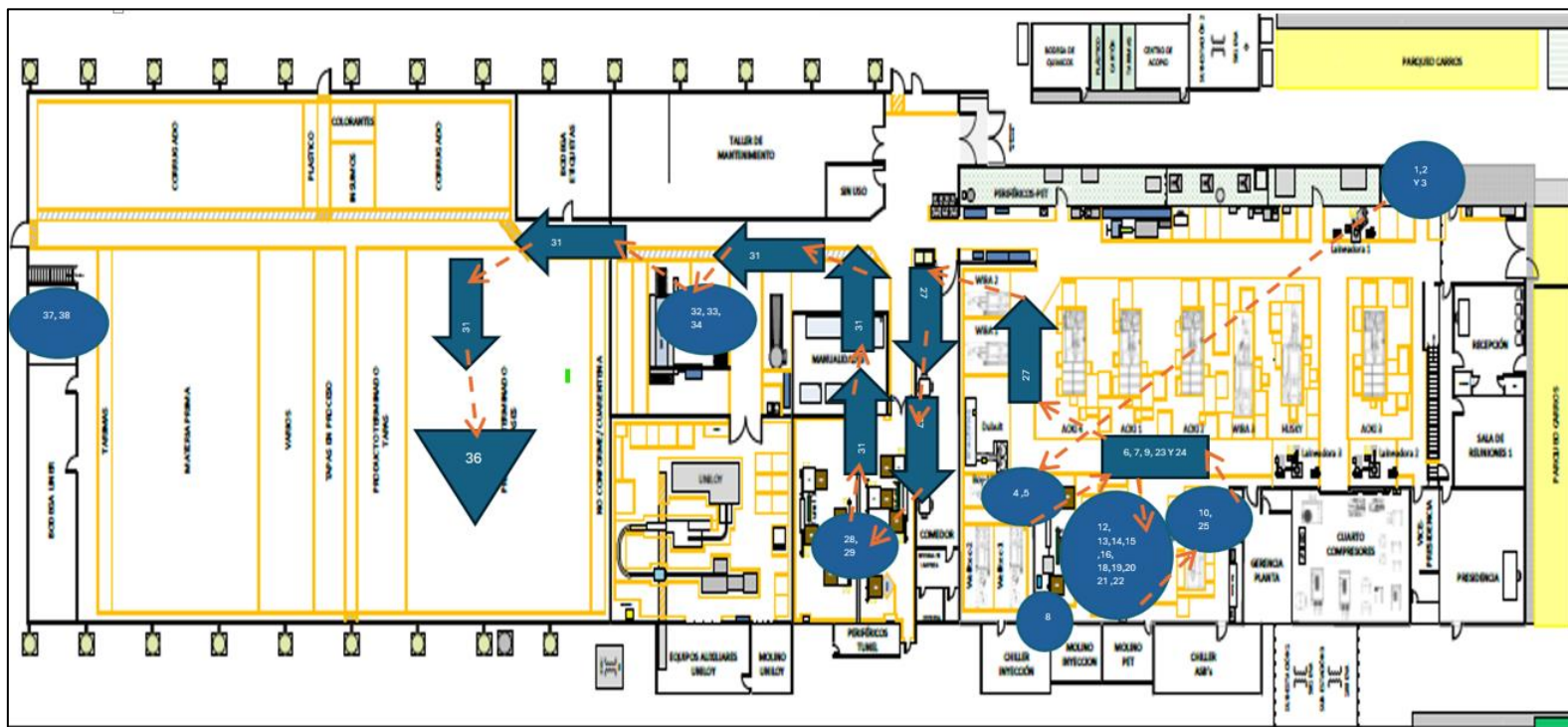
Ilustración 7 - Layout área de inyección soplado en MANUPLAST



Fuente MANUPLAST

4.12.2 Diagrama de recorrido del proceso de inyección soplado

Ilustración 8 - Diagrama de recorrido del proceso de inyección soplado



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 - Actividades del diagrama de recorrido

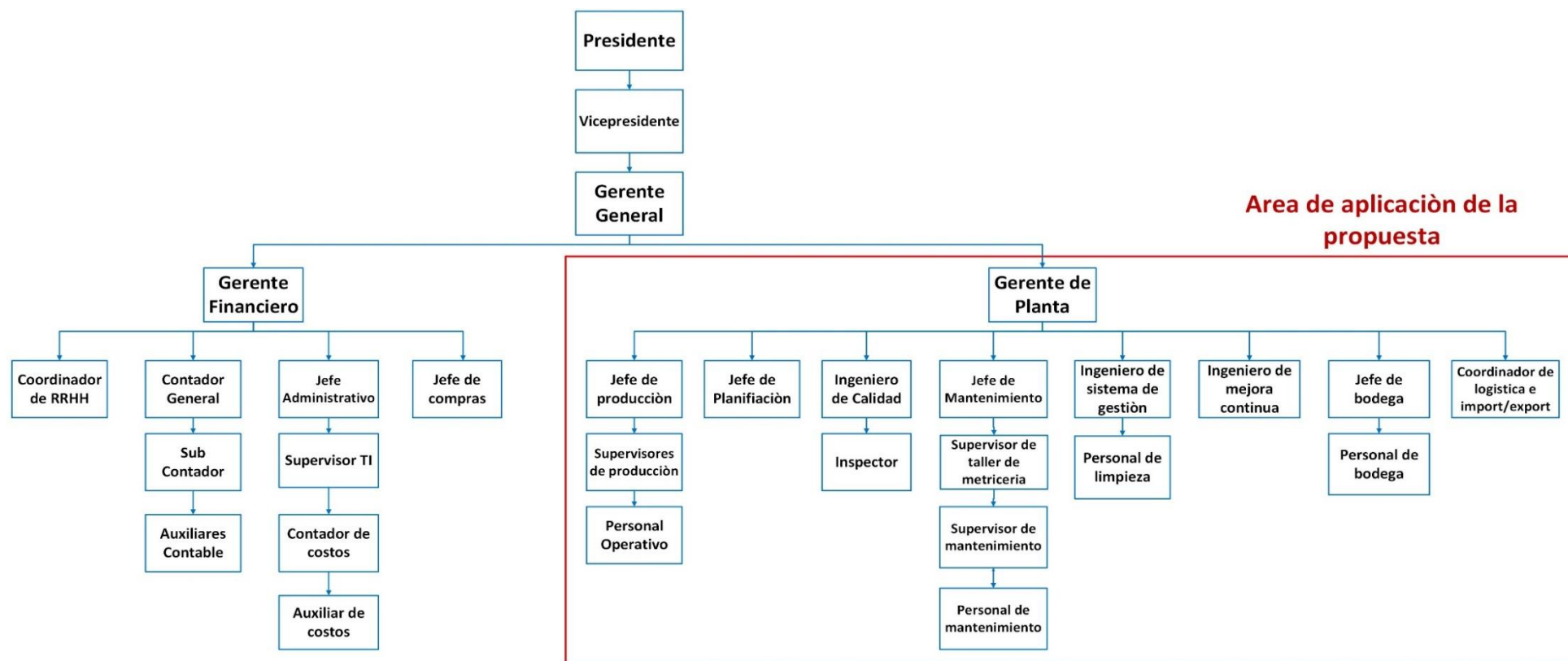
NUMERO	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	TIPO
1	Recepción de orden de producción	Operación
2	Planificación de la producción	Operación
3	Asignación de recursos	Operación
4	Desmontaje del molde en máquina	Operación
5	Montaje del molde en máquina	Operación
6	Inspección del molde después del cambio	Inspección
7	Ajuste de parámetros de proceso	Inspección
8	Carga de resina PET en tolva	Operación
9	Verificación de suministros	Inspección
10	Preparación de mangas y empaques	Operación
11	Alimentación de PET en tolva	Transporte
12	Plastificación del material	Operación
13	Inyección del material al molde	Operación
14	Llenado y compactación	Operación
15	Enfriamiento del molde	Operación
16	Apertura del molde y expulsión	Operación
17	Transporte de preformas	Transporte
18	Acondicionamiento térmico de preformas	Operación
19	Estirado dentro del molde	Operación
20	Soplado con aire comprimido	Operación
21	Enfriamiento del envase	Operación
22	Expulsión del envase	Operación
23	Inspección visual	Inspección
24	Pruebas de calidad (peso, presión, cierre)	Inspección
25	Aplicación de mangas	Operación
26	Espera de armado de pallets completo	Demora
27	Transporte a área de termoencogido	Transporte
28	Termoencogido	Operación
29	Agrupado de productos	Operación
30	Espera de armado de pallets completo	Demora
31	Transporte a área de empaque	Transporte
32	Embolsado o enfajado	Operación
33	Paletizado	Operación
34	Etiquetado de pallets	Operación
35	Transporte a almacén	Transporte
36	Almacenamiento de producto terminado	Almacén
37	Registro en sistema de inventario	Operación
38	Verificación FIFO o requerimiento	Inspección
39	Disponibilidad para despacho	Operación

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

4.13 Organigrama de MANUPLAST

El siguiente organigrama corresponde a la estructura organizacional actual de la empresa en estudio, lo cual permite comprender la jerarquía interna, la distribución y relaciones entre las áreas, además de permitir identificar el área en estudio.

Ilustración 9 - Organigrama de Manuplast



Elaborado por: MANUPLAST

4.14 Descriptores de puesto de los colaboradores el área de inyección soplado

El proceso de inyección-soplado es fundamental en la fabricación de una amplia gama de productos plásticos, desde botellas y envases hasta componentes automotrices entre otros productos. Para garantizar la eficiencia y calidad en este proceso, es esencial contar con un equipo humano altamente capacitado y especializado. A continuación, se presentan los descriptores de puesto más relevantes para los colaboradores que se desempeñan en la empresa. Estos descriptores no solo detallan las responsabilidades y tareas específicas de cada rol, sino que también identifican las habilidades, conocimientos y experiencia necesarios para desempeñarlos con éxito.

4.14.1 Gerente de planta

Identificación del puesto de trabajo	
	
TITULO DEL PUESTO	GERENTE DE PLANTA
PERTENECE A	CORPORATIVO
ÁREA DE PRODUCCIÓN	PISO DE PRODUCCIÓN
JEFE INMEDIATO	GERENCIA GENERAL
PUESTOS QUE SUPERVISA	PLANIFICACION, PRODUCCION, MTTO, CALIDAD, SISTEMA DE GESTION, LOGISTICA Y COMPRAS
Objetivo del puesto: El Gerente de Planta es responsable de supervisar y dirigir todas las operaciones de la planta de producción, asegurando la fabricación eficiente y rentable de envases plásticos por inyección y soplado. Su labor incluye la gestión del personal, el mantenimiento de los	

estándares de calidad, la mejora continua de los procesos productivos, la implementación de prácticas de seguridad y la supervisión de los recursos para garantizar el cumplimiento de los plazos de entrega y las normativas medioambientales.	
Funciones y responsabilidades del puesto	Gestión de Producción: ✓ Supervisar las operaciones diarias de la planta para garantizar la producción eficiente de envases plásticos por inyección y soplado. ✓ Planificar, coordinar y optimizar los procesos de producción, manteniendo los niveles de inventario y asegurando el cumplimiento de los plazos establecidos. ✓ Asegurar el cumplimiento de las normativas de calidad y los estándares internacionales relacionados con la fabricación de productos plásticos. Gestión del Personal: ✓ Liderar, motivar y desarrollar al equipo de trabajo, garantizando una cultura de alto rendimiento, cooperación y seguridad. ✓ Coordinar la capacitación continua del personal en técnicas de producción, manejo de maquinaria, seguridad industrial, y control de calidad.

	✓ Gestionar la asignación de tareas y horarios, evaluando el desempeño y proporcionando retroalimentación constructiva. Mantenimiento de Maquinaria y Equipos: ✓ Supervisar el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas de inyección y soplado, asegurando su correcto funcionamiento y prolongando su vida útil. ✓ Colaborar con el equipo de mantenimiento para planificar paradas de máquinas sin afectar la producción. Gestión de Calidad: ✓ Hay que asegurar que los productos fabricados cumplan con los estándares de calidad definidos por la empresa y los clientes. ✓ Implementar programas de control de calidad, realizar auditorías internas y gestionar las no conformidades, en caso de presentarse. Control de Inventarios y Materiales: ✓ Coordinar la gestión eficiente de los materiales, garantizando la disponibilidad de insumos sin generar excesos ni faltantes. ✓ Controlar los inventarios de materia prima, productos terminados y repuestos, buscando siempre la optimización de los recursos.
--	---

	✓ Asegurar el cumplimiento de todas las regulaciones legales, medioambientales y de seguridad relacionadas con la producción de envases plásticos. ✓ Promover una cultura de seguridad en el trabajo, implementando prácticas para minimizar riesgos y accidentes. ✓ Identificar oportunidades de mejora en los procesos productivos, implementando proyectos de mejora continua que incrementen la eficiencia y reduzcan costos. ✓ Analizar indicadores clave de desempeño (KPI's) de producción y calidad para proponer soluciones que optimicen los procesos. ✓ Elaborar informes periódicos sobre el desempeño de la planta, incluyendo producción, calidad, inventarios, tiempos de inactividad, y costos operativos. ✓ Colaborar estrechamente con otros departamentos, como ventas, logística y finanzas, para coordinar los esfuerzos interdepartamentales. ✓ Participa como miembro de los Equipos: Inocuidad, Defensa de los Alimentos y Retiro de
--	--

	✓ Apoya en la coordinación de las acciones de implementación y verificación de las buenas prácticas de manufactura (BPM) dentro de la fábrica.
Requisitos para desempeñar el cargo	Estudios Requeridos: Título universitario en Ingeniería Industrial, Ingeniería Química, o afines. Se valorará formación adicional en Gestión de Producción o Administración de Empresas. Conocimientos Técnicos deseables: ✓ Conocimiento avanzado en procesos de inyección y soplado de plásticos. ✓ Manejo de equipos de producción y sistemas de control de calidad. ✓ Conocimientos de normativas de seguridades industriales y medioambientales. ✓ Familiaridad con la gestión de inventarios y control de materiales. Experiencia previa requerida: Mínimo 5 años de experiencia en la gestión de operaciones en plantas de fabricación de plásticos, preferiblemente en procesos de inyección y soplado. Experiencia en la gestión de equipos de trabajo y en la implementación de mejoras de procesos.

Elaborado por: MANUPLAST

4.14.2 Jefe de Planificación

Identificación del puesto de trabajo			
Identificación del puesto de trabajo			
TITULO DEL PUESTO		JEFE DE PLANIFICACION	
PERTENECE A		DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION	
ÁREA DE PRODUCCIÓN		PISO DE PRODUCCIÓN	
JEFE INMEDIATO		GERENCIA DE PLANTA	
PUESTOS QUE SUPERVISA		SUPERVISORES Y OPERARIOS DE PRODUCCIÓN	
Objetivo del puesto			
Garantizar que el flujo de información del cliente hacia el proceso productivo se cumpla en tiempos de entrega a solicitud del cliente, así como garantizar los estándares de calidad e inocuidad y especificaciones técnicas. Además de liderar el cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura en el proceso productivo.			
Funciones y responsabilidades del puesto		✓ Distribuir la carga fabril de las Órdenes de Pedido mediante la disponibilidad de máquinas, materias primas e insumos y personal. ✓ Responsable de coordinar que tanto tapas y envases estén en el tiempo y fecha requerida por el cliente. ✓ Programar las OC recibidas semana a semana por parte del cliente y programarlas en el tablero de producción. ✓ Responsable de que se cumpla con las fechas de entrega solicitadas por el cliente, caso contrario, informar oportunamente a la Gerencia de Planta.	

	✓ Responsable de llevar al día los indicadores que corresponden al área de Operativa. ✓ Vaciar la información de manera oportuna, veraz y confiable en el sistema SAP. ✓ Responsable del cumplimiento de la Ley General de Prevención de Riesgos en los lugares de Trabajo. ✓ Responsable de Cumplir con el programa e iniciativas RSE. ✓ Comunicar de forma rápida y oportuna los eventos que afectan al Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad de los alimentos a la Jefatura de Calidad y Normas y Equipo de Inocuidad para la toma de decisiones. ✓ Participar en las actividades de Responsabilidad Social que realiza la organización en conjunto con otras empresas. ✓ Contribuir a la cultura de mejora continua de los procesos. ✓ Cumplir con las Normas de Seguridad Industrial de la Empresa. ✓ Participa como miembro de los Equipos: Inocuidad, Defensa de los Alimentos y Retiro de producto. ✓ Apoya en la coordinación de las acciones de implementación y verificación de las buenas prácticas de manufactura (BPM) dentro de la fábrica.
Requisitos para desempeñar el cargo	✓ Estudios Requeridos: Estudiante universitario o graduado en Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química. ✓ Estudios Técnicos deseables: Mejora de procesos, Planificación de la Producción, Cadena de Suministro, Seguridad Industrial.

	✓ Experiencia previa requerida: Mínimo 2 año en puestos similares o se demuestre el dominio o conocimientos en planificación y control de la producción. ✓ Conocimientos en: Microsoft Office, Sistemas SAP Business One, Normas de Calidad, Normas de Seguridad Alimentaria, Buenas Prácticas de Manufactura. ✓ Edad: De 25 a 60 años.
--	---

Elaborado por: MANUPLAST

4.14.3 Jefe de producción

Identificación del puesto de trabajo 	
TITULO DEL PUESTO	JEFE DE PRODUCCIÓN
PERTENECE A	DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION
ÁREA DE PRODUCCIÓN	PISO DE PRODUCCIÓN
JEFE INMEDIATO	GERENCIA DE PLANTA
PUESTOS QUE SUPERVISA	SUPERVISORES DE PRODUCCIÓN
Objetivo del puesto: Garantizar que el flujo de información del cliente hacia el proceso productivo se cumpla en tiempos de entrega a solicitud del cliente, así como garantizar los estándares de calidad e inocuidad y especificaciones técnicas. Además de liderar el cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura en el proceso productivo.	

Funciones y responsabilidades del puesto	✓ Supervisar las actividades designadas para garantizar el cumplimiento del Sistema de gestión de Manufacturas Plásticas, así como el Sistema FSSC 22000 en la fábrica, para asegurar la calidad, inocuidad y seguridad del producto final de envases y tapas plásticas que se fabrican, así como la seguridad del consumidor. ✓ Autorización de arranque de línea, verificar que las maquinas se encuentren libres de herramientas, libres de algún contaminante tales como grasas o algún otro líquido que haya sido utilizado en la limpieza de la maquina o reparación. ✓ Comunicar de forma rápida y oportuna los eventos que afectan al Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad de los alimentos a la Jefatura de Calidad y Normas y Equipo de Inocuidad para la toma de decisiones. ✓ Responsable de coordinar al 100% el Plan de Mantenimiento Preventivo y autorizar paros de máquinas para evitar fallas que lleven a la desviación de la calidad y/o Inocuidad. ✓ Elaborar oportunamente las órdenes de mantenimiento según necesidades presentadas por cada máquina, dar seguimiento y cerrar una vez concluido el trabajo.
---	---

	✓ Velar por el orden, limpieza y organización de piso de producción y corroborar que las actividades del personal se estén haciendo correctamente. ✓ Apoya en la coordinación de las acciones de implementación y verificación de las buenas prácticas de manufactura (BPM) dentro de la fábrica. ✓ Gestionar cualquier necesidad de reparación o herramientas necesarias para el correcto desempeño del personal productivo. ✓ Levantar acciones de personal por el incumplimiento a normas de Inocuidad y comunicarlas a Administración. ✓ Participar en las actividades de Responsabilidad Social que realiza la organización en conjunto con otras empresas. ✓ Generar las acciones correctivas, planes de acción y prevención cuando haya desviaciones de Inocuidad y Calidad. ✓ Atender y resolver las No conformidades por Inocuidad y por calidad en el piso de producción. ✓ Participa como miembro de los Equipos: Inocuidad, Defensa de los Alimentos y Retiro de producto. ✓ Responsable de la cuadratura de órdenes de producción con producto terminado.
--	--

	✓ Implementar y hacer cumplir la Política de Calidad e Inocuidad de la Empresa. ✓ Apoyo a la resolución de reclamos de clientes y análisis de causas raíz. ✓ Distribuir adecuadamente la mano de obra en el proceso de producción. ✓ Responsable del OEE de cada máquina, línea de producción y Planta. ✓ Cumplir con las Normas de Seguridad Industrial de la Empresa. ✓ Responsable del cierre y balance de las órdenes de producción. ✓ Autorizar los permisos del personal bajo su responsabilidad. ✓ Gestionar los Programas Pre-Requisitos (BPM) de su área. ✓ Contribuir a la cultura de mejora continua de los procesos. ✓ Apoyar oportunamente en actividades administrativas ✓ Reportar horas extras del personal que supervisa. ✓ Dar seguimiento a solicitudes de mantenimiento. ✓ Supervisar a su personal de producción.
--	--

	✓ Velar por la eficiencia en la producción.
Requisitos para desempeñar el cargo	✓ Conocimientos en: Microsoft Office, Sistemas SAP Business One, Normas de Calidad, Normas de Seguridad Alimentaria, Buenas Prácticas de Manufactura. ✓ Estudios Requeridos: Estudiante universitario o graduado en Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química. ✓ Estudios Técnicos deseables: Six Sigma, Gerenciamiento de la Producción, Lean Manufacturing, Seguridad Industrial. ✓ Experiencia previa requerida: Mínimo 1 año en puestos similares. ✓ Edad: De 25 a 60 años.

Elaborado por: MANUPLAST

4.14.4 Supervisor de producción

Identificación del puesto de trabajo 	
TITULO DEL PUESTO	SUPERVISOR DE PRODUCCION
PERTENECE A	DEPARTAMENTO DE PRODUCCION
ÁREA DE PRODUCCIÓN	PISO DE PRODUCCIÓN
JEFE INMEDIATO	JEFE DE PRODUCCION
PUESTOS QUE SUPERVISA	OPERARIOS DE PRODUCCION
Objetivo del puesto: El Supervisor de Producción es responsable de coordinar y supervisar las actividades diarias de la planta de fabricación de envases plásticos, específicamente en los procesos de inyección y soplado. Su principal misión es garantizar que los procesos de producción se realicen de manera eficiente, asegurando la calidad del producto final, el cumplimiento de los plazos establecidos y el mantenimiento de un ambiente de trabajo seguro y ordenado.	
Funciones y responsabilidades del puesto	✓ Coordinar y supervisar las actividades diarias del equipo de producción, asegurando que se cumplan las metas de producción en términos de volumen, calidad y tiempos de entrega. ✓ Monitorear el funcionamiento de las máquinas de inyección y soplado, garantizando que operen de manera eficiente y conforme a los estándares técnicos.

	✓ Resolver problemas operativos durante el proceso de producción, actuando de forma rápida y efectiva para minimizar el impacto en la producción. ✓ Informar al jefe de producción o gerente de planta sobre el estado de la maquinaria y equipos, así como de la necesidad de realizar reparaciones o reemplazos. ✓ Elaborar y entregar informes diarios sobre el desempeño de la producción, destacando los logros y las áreas que requieren atención. ✓ Reportar incidencias, problemas de calidad, fallas en la maquinaria, y cualquier otra situación relevante al Gerente de Planta. ✓ Hay que asegurar que los envases plásticos fabricados cumplan con los estándares de calidad establecidos, realizando inspecciones periódicas y verificaciones del producto terminado. ✓ Dirigir, coordinar y motivar al equipo de operadores de maquinaria y operarios de producción, asegurando un ambiente de trabajo seguro y productivo. ✓ Asignar tareas diarias a los miembros del equipo y realizar seguimientos para garantizar que se cumplan los plazos establecidos. ✓ Proporcionar capacitación continua y apoyo técnico a los empleados en el uso de maquinaria y procedimientos operativos. ✓ Promover una cultura de seguridad en la planta, garantizando que todos los empleados sigan los protocolos de seguridad establecidos.
--	---

	✓ Supervisar que se usen adecuadamente los equipos de protección personal (EPP) y que se cumplan las normativas de seguridad industrial. ✓ Investigar accidentes o incidentes y tomar las acciones correctivas necesarias para evitar su repetición. ✓ Supervisar la utilización de materiales en el proceso de producción, asegurando un uso eficiente de los mismos para evitar desperdicios. ✓ Coordinar con el área de almacén para garantizar la disponibilidad de materia prima y repuestos necesarios para el correcto funcionamiento de la producción.
Requisitos para desempeñar el cargo	Estudios Requeridos: Técnico o universitario en Ingeniería Industrial, Ingeniería Química, o afines. Se valorará formación adicional en áreas relacionadas con la producción y manufactura. Conocimientos técnicos deseados: ✓ Conocimiento de los procesos de inyección y soplado de plásticos. ✓ Familiaridad con los estándares de calidad en la fabricación de envases plásticos. ✓ Conocimiento de normativas de seguridad en plantas industriales. ✓ Habilidad para realizar ajustes en maquinaria y equipos en caso de ser necesario. ✓ Experiencia previa requerida: Mínimo 3 años de experiencia en posiciones similares en plantas de fabricación de plásticos, preferentemente en procesos de inyección y soplado de plásticos.

Elaborado por: MANUPLAST

4.14.5 Operario de Producción

Identificación del puesto de trabajo			
TITULO DEL PUESTO	OPERARIO DE PRODUCCION		
PERTENECE A	DEPARTAMENTO DE PRODUCCION		
ÁREA DE PRODUCCIÓN	PISO DE PRODUCCIÓN		
JEFE INMEDIATO	SUPERVISOR DE PRODUCCION		
PUESTOS QUE SUPERVISA			
Objetivo del puesto: El Operario de Máquina es responsable de operar, controlar y mantener las máquinas de inyección y soplado en la planta de fabricación de envases plásticos. Su objetivo es asegurar que las máquinas funcionen de manera eficiente, produciendo envases plásticos de alta calidad según los estándares establecidos y manteniendo los niveles de productividad y seguridad requeridos.			
Funciones y responsabilidades del puesto	✓ Operar las máquinas de inyección y soplado de manera eficiente, siguiendo los procedimientos operativos estándar (SOP) y las instrucciones de producción. ✓ Ajustar y configurar las máquinas según las especificaciones del producto y las necesidades de la producción. ✓ Controlar y monitorear los parámetros de la máquina, como temperatura, presión, velocidad de producción, etc., para garantizar una producción óptima.		

	✓ Inspeccionar visualmente y realizar pruebas a los envases plásticos producidos para garantizar que cumplan con los estándares de calidad establecidos (dimensiones, resistencia, apariencia, etc.). ✓ Reportar cualquier defecto o anomalía en el proceso de producción y colaborar en la corrección de los problemas para evitar la fabricación de productos no conformes. ✓ Registrar los resultados de las inspecciones de calidad en los informes de producción. ✓ Realizar el mantenimiento preventivo y básico de las máquinas, como limpieza, lubricación y verificación de los componentes para asegurar que estén en condiciones óptimas de funcionamiento. ✓ Detectar posibles fallas en las máquinas y notificar al supervisor o al departamento de mantenimiento para su reparación. ✓ Asegurar el suministro adecuado de materiales (plástico, colorantes, aditivos, etc.) en las máquinas para garantizar la continuidad de la producción. ✓ Monitorear el consumo de materiales y reportar cualquier problema relacionado con el suministro o desperdicio de estos. ✓ Colaborar en la carga y descarga de materiales según sea necesario. ✓ Cumplir con todas las normativas de seguridad industrial, utilizando los equipos de protección personal (EPP) adecuados y siguiendo las prácticas de trabajo seguras. ✓ Identificar posibles riesgos en el área de trabajo y reportarlos para tomar medidas preventivas.
--	---

	✓ Informar sobre cualquier incidente o accidente en el área de trabajo, colaborando en la investigación y tomando acciones correctivas. ✓ Monitorear continuamente el funcionamiento de las máquinas para asegurar que la producción se realice dentro de los parámetros establecidos. ✓ Reportar a su supervisor cualquier desviación en los procesos o en los tiempos de producción. ✓ Cumplir con los objetivos de producción establecidos y garantizar la entrega de productos según el cronograma ✓ Mantener un registro preciso de las actividades diarias de producción, tiempos de operación, tiempos de inactividad y problemas detectados. ✓ Informar sobre el desempeño de las máquinas y cualquier incidencia a su supervisor inmediato al final de cada turno.
--	---

Requisitos para desempeñar el cargo	Estudios requeridos Educación secundaria completa, de igual manera se valorará la formación técnica en áreas como Operación de Maquinaria, Mantenimiento Industrial, o afines. Conocimientos técnicos deseados: Conocimiento básico de los procesos de inyección y soplado de plásticos. ✓ Conocimiento de las características y manejo de materiales plásticos utilizados en la fabricación de envases. ✓ Conocimientos básicos de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria. ✓ Experiencia previa requerida mínima de 1-2 años de experiencia en la operación de máquinas en el sector de la fabricación, preferentemente en procesos de inyección y soplado de plásticos. Se valorará experiencia en el manejo de maquinaria de producción industrial.
--	--

Elaborado por: MANUPLAST

4.15 Técnicas de recolección de información

A continuación, se presentan las tácticas y datos obtenidos por medio de la recolección de información para el desarrollo de esta investigación, las cuales tienen como fin el identificar aspectos que sean de vital ayuda en la investigación.

4.15.1 Procedimiento para la recolección de datos

Los datos que se obtuvieron en la entrevista, visita a campo y encuestas fueron procesadas a través de cuadros de doble entrada en donde se tabularon las respuestas del área de inyección soplado, cada cuadro contiene las diferentes escalas utilizadas en cada pregunta y sus correspondientes frecuencias observadas. Para cada pregunta se presentan cuadros separados y al final un cuadro resumen con todas las respuestas obtenidas. Para tabular los datos resultantes se utilizó el programa Microsoft Excel para obtener información estructurada, ya que permitió analizar en forma racional los indicadores y variables, fueron recolectados de la siguiente forma.

4.15.2 Entrevista

Para el caso de la realización de la entrevista se requirió de estructurar varias preguntas las cuales serían respondidas por el entrevistado con el objetivo de identificar aspectos que se deben evaluar en el tiempo, se aplicó el método estructurado para su realización. Para la entrevista según Palella y Martins (2006, p. 102) se refiere a una técnica por medio de la cual, se permite obtener datos mediante un diálogo realizado entre dos personas cara a cara; el entrevistador y el entrevistado, la intención es obtener la información poseída por este último. En este sentido, para la presente investigación se realizó entrevista a un colaborador que apoya con sus conocimientos de los procesos del área de inyección soplado y al gerente de planta.

4.15.2.1 Presentación de datos sobre la entrevista.

A continuación, se detalla la información obtenida durante la entrevista realizada al supervisor de inyección soplado

Tabla 5 - Matriz de información de la entrevista al supervisor de inyección

Entrevista realizada al Supervisor de inyección Soplado				
N°	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
1	¿Cuántos años lleva trabajando en el área de inyección-soplado?	Recopilar información sobre el conocimiento y experiencia del supervisor del área de inyección soplado	12 años	Jaime Palacios Mata (supervisor del área de inyección soplado en MAN UPLAST)
2	¿Qué nivel de capacitación ha recibido para operar las máquinas en esta área?		Considero un nivel medio, ya que he participado en algunas capacitaciones externas e internas con el personal que tenía experiencia en el pasado	
3	¿Cuáles son los principales problemas que afectan el rendimiento de las máquinas en su experiencia?	Conocer las condiciones operativas para proponer estrategias de mejora	En mi percepción considero que en ocasiones las maquinas no rinden en estado óptimo debido a paros no programados, ya sea por fallas en los equipos debido a que se controla poco el tema de los mantenimientos preventivos y a veces por eventos externos.	
4	¿El mantenimiento preventivo es suficiente para evitar paradas no planificadas? ¿Por qué?	Conocer las condiciones operativas para proponer estrategias de mejora	Es gran medida es la parte más importante para garantizar el buen funcionamiento de las máquinas, pero existen otros factores que puedan afectar como fallos en los servicios externos y también influye la calidad de las materias primas que se utilizan, así como saber identificar los productos específicos que se pueden trabajar en líneas específicas para aprovechar el máximo rendimiento de la máquina, es decir saber que maquina tiene los mejores parámetros para trabajar un molde en específico aunque este se puede montar en cualquiera, siempre habrá parámetros de la máquina que harán trabajar mejor un molde	Jaime Palacios Mata (supervisor del área de inyección soplado en MAN UPLAST)

Entrevista realizada al Supervisor de inyección Soplado				
N°	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
5	¿Qué tan frecuente es que se presenten tiempos muertos debido a problemas técnicos o falta de insumos?	Recaudar información de los Indicadores de desempeño.	Con respecto a problemas técnicos es bastante frecuente, sobre todo en las líneas de producción continua, es decir que no se detienen casi nunca, debido a la alta demanda del cliente y por otro lado es menos frecuente que haya paros por falta de insumos, sin embargo, cuando hacen falta insumos, en ocasiones lo que generan son reprocesos.	Jaime Palacios Mata (supervisor del área de inyección soplado en MANUPLAST)
6	¿Cree que los indicadores actuales de desempeño reflejan la realidad del área? ¿Por qué?		Como encargado de área tengo que reportar la producción de cada día, en él se reflejan los paros que se tienen en la jornada y sus causas, por lo que debería ser un indicador para armar planes de mejora, pero no sé si existe un indicador como tal.	
7	¿Qué estrategias implementaría para mejorar el cumplimiento de los tiempos de entrega y OTIF?	Propuestas de mejora	Introducir un sistema para medir la eficiencia de los equipos, para ello es necesario capacitar al personal operativo del área para lograr tener las métricas de desempeño deseadas por los dueños.	Jaime Palacios Mata (supervisor del área de inyección soplado en MANUPLAST)

Fuente: Supervisor de inyección Soplado de MANUPLAST

4.15.2.2 Análisis de la entrevista del supervisor de inyección soplado

Según el supervisor del área de inyección-soplado revela varios aspectos significativos sobre la operación actual y sus desafíos. En primera instancia, destaca la considerable experiencia del supervisor, quien cuenta con 12 años en el área, lo que sugiere un profundo conocimiento de los procesos y operaciones. Sin embargo, resulta interesante notar que, a pesar de esta extensa experiencia, el nivel de capacitación formal se considera medio, basándose principalmente en entrenamientos internos y algunas capacitaciones externas esporádicas. Esta situación sugiere una oportunidad de mejora en cuanto a la formación técnica especializada del personal.

En cuanto a los problemas operativos, el supervisor identifica como principal desafío los paros no programados en la maquinaria. Esta situación se vincula directamente con deficiencias en el sistema de mantenimiento preventivo, el cual parece no estar ejecutándose con la rigurosidad necesaria. Los problemas técnicos son especialmente frecuentes en las líneas de producción continua, lo que resulta particularmente preocupante dado que estas líneas son críticas para satisfacer la alta demanda de los clientes. Esta situación sugiere la necesidad urgente de implementar un sistema más robusto de mantenimiento preventivo y predictivo. La gestión de la producción presenta sus propios desafíos particulares.

Para el caso del supervisor demuestra conocimiento sobre la importancia de optimizar la asignación de productos a máquinas específicas, reconociendo que ciertos moldes funcionan mejor en determinadas máquinas, pero, sin embargo, no parece existir un sistema formal para gestionar esta optimización, lo que podría estar afectando la eficiencia general de la producción. Es por lo antes descrito que en el caso de los paros faltaría insumos los cuales son menos frecuentes, cuando

ocurren generan reprocesos, lo que indica una oportunidad de mejora en la gestión de la cadena de suministro.

Siendo de esta manera un aspecto crítico que emerge del análisis es la ausencia de un sistema formal de indicadores de desempeño. Si bien existe un reporte diario de producción que registra paros y sus causas, no hay evidencia de un análisis sistemático de esta información para la toma de decisiones. Esta carencia de KPIs claramente definidos dificulta la medición objetiva del desempeño y la implementación de mejoras basadas en datos concretos. El supervisor mismo reconoce esta deficiencia al proponer la implementación de un sistema de medición de eficiencia de equipos.

También la optimización de los procesos productivos requiere una atención especial, por lo tanto, es necesario desarrollar una matriz formal de compatibilidad entre moldes y máquinas, implementar un sistema más eficiente de planificación de la producción, y establecer procedimientos robustos para la gestión de insumos. Estas mejoras, combinadas con un programa efectivo de mantenimiento preventivo y una mejor capacitación del personal, podrían resultar en una significativa mejora en la eficiencia operativa y en la reducción de tiempos muertos.

En conclusión, aunque el área cuenta con personal experimentado, existen oportunidades significativas de mejora en varios aspectos críticos de la operación. La implementación de sistemas formales de medición, el fortalecimiento del mantenimiento preventivo, y el desarrollo de programas de capacitación estructurados son elementos clave para mejorar el desempeño general del área de inyección-soplado.

A continuación, se presenta la segunda entrevista obtenida por el gerente de la planta, al cual se le realizaron preguntas estructuradas como las que se presentan a continuación.

Tabla 6 - Matriz de información de la entrevista al gerente de planta

Entrevista realizada al Gerente de planta				
N°	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
1	¿Cómo se planifica actualmente la producción en el área de inyección soplado?	Condiciones de la planificación de la producción para proponer estrategias de mejora en la eficiencia y el cumplimiento de Indicadores.	En la actualidad, la planificación de la producción se realiza de manera manual, bajo las herramientas que brinda Microsoft Office, sin una herramienta específica que permita integrar toda la información en tiempo real. Se basa principalmente en las órdenes de producción y la demanda estimada relacionadas a la capacidad de nuestras líneas siguiendo datos de ciclos históricos de nuestros proveedores de máquinas y moldes. Los encargados de producción definen los turnos y asignan las tareas a los operarios según las necesidades de la planta. De momento no existe un enfoque estructurado para monitorear el rendimiento de los equipos, y la capacidad de producción se ajusta en función de las demandas diarias sin un análisis de los tiempos de ciclo de las máquinas o las variaciones en el rendimiento.	Eduardo Enrique Cortez (Gerente de planta)

Entrevista realizada al Gerente de planta				
N°	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
2	¿Cuáles son los métodos utilizados para monitorear la producción y garantizar que se cumplan los plazos y cantidades?	Conocer sobre la adquisición de conocimiento sobre las herramientas y técnicas empleadas en el seguimiento de la producción.	No se utiliza un indicador específico para monitorear la eficiencia de los equipos o el cumplimiento de los plazos. El monitoreo se realiza de forma visual. El supervisor y encargados de turnos verifican los avances de producción al final del día o al final de los turnos, pero no hay mediciones de rendimiento de las máquinas ni un sistema para prever problemas en la producción. Las incidencias que afectan la producción, como fallas de maquinaria o retrasos en el suministro de materiales, se resuelven de forma reactiva, sin un análisis detallado de la causa raíz. Solo se deja registro de la causa del paro.	Eduardo Enrique Cortez (Gerente de planta)
3	¿Qué tan frecuente es el mantenimiento de los equipos y cómo se maneja el tiempo de inactividad?	Explicar cómo abor das situaciones imprevistas que pueden causar tiempos de inactividad y cómo trabajas para minimizar sus consecuencias.	El mantenimiento de los equipos como en muchas empresas es reactivo y ocasionalmente programado, siguiendo las especificaciones y lapsos dados por el proveedor para el mantenimiento de los equipos y moldes, pero no se realiza un seguimiento sistemático de la eficiencia de las máquinas a lo largo del tiempo. Los tiempos de inactividad suelen estar relacionados con fallas no previstas o con la necesidad de realizar ajustes durante la producción. El tiempo de inactividad no está registrado ni analizado, por lo que no hay un enfoque claro para reducir estos tiempos o mejorar la disponibilidad de los equipos. Las paradas de producción, como el reemplazo de moldes o ajustes de máquina, ocurren sin un plan detallado que minimice su duración, es decir en nuestro plan de producción están definidos, sin embargo, el tiempo de duración de estos cambios se miden de manera estándar o en base a un tiempo de cambio histórico.	Eduardo Enrique Cortez (Gerente de planta)

Entrevista realizada al Gerente de planta				
Nº	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
4	¿Cómo se gestionan las prioridades de producción en función de las órdenes de los clientes?	Conocer como un sistema estructurado de planificación que permita gestionar proactivamente las prioridades de producción, mediante la integración de la información de demanda del cliente y la capacidad productiva, para optimizar el cumplimiento de las órdenes en tiempo.	Las prioridades de producción se gestionan con base en las ordenes de las clientes recibidas, pero no hay un sistema de planificación avanzado para garantizar el cumplimiento total de las cantidades y plazos, ya que un lote de producción después de pasar por inyección soplado sigue otros procesos para lograr el producto terminado, sin embargo en esos procesos al existir la merma muchas veces no todo lo que se inyecta y se sopla, acaba como producto terminado lo que hace entregar ordenes incompletas. A veces, los pedidos urgentes pueden generar ajustes en el plan de producción, lo que afecta la eficiencia de la planta. No se utilizan herramientas de pronóstico o planificación que puedan prever y anticipar estos cambios en la demanda o la capacidad de producción. El enfoque se podría decir que es reactivo, porque no se tiene una visualización de parte del cliente ni se estima ese tiempo para posibles emergencias, lo que puede generar problemas de cumplimiento de en tiempo.	Eduardo Enrique Cortez (Gerente de planta)

Entrevista realizada al Gerente de planta				
Nº	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
5	¿Se realiza algún tipo de análisis de capacidad de producción para asegurarse de que se puedan cumplir los plazos de entrega?	Conocer el nivel de madurez de los procesos de planificación y control de la producción de la empresa.	No se realiza un análisis formal de la capacidad de producción o de la utilización de los equipos, solo se ajustan y se programa en las líneas idóneas dependiendo el producto a fabricar, la función máquina-molde con un mejor ciclo para fabricar dicho producto. Aunque se tiene en cuenta la cantidad de órdenes de producción, no se hace un análisis detallado de si la planta está funcionando a su máxima capacidad, ni si los tiempos de inactividad o los cuellos de botella en los procesos están afectando la capacidad real de cumplir con los plazos de entrega. El personal a menudo sobreentiende que pueden cumplir con los plazos sin medir realmente el rendimiento de los equipos o el impacto de las paradas imprevistas, porque por lo general se cumple en su totalidad las ordenes al cliente, aunque a veces muy al límite.	Eduardo Enrique Cortez (Gerente de planta)

Entrevista realizada al Gerente de planta				
Nº	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
6	¿Cómo se manejan los problemas de calidad en la producción?	Identificar los procesos actuales de control y gestión de calidad en la producción, incluyendo los métodos de documentación, acciones correctivas y preventivas, para determinar las oportunidades de mejora en el sistema de gestión de calidad.	Los problemas de calidad son gestionados a medida que surgen, pero no se cuenta con una medición sistemática de las tasas de defectos o pérdidas de producción. Cuando se detecta un producto defectuoso, se realiza una corrección en el proceso, pero no siempre se documentan las causas ni se toman acciones preventivas de manera efectiva. Los defectos pueden afectar la eficiencia de la producción, pero no hay un sistema para evaluar el impacto total de estos problemas en los tiempos de ciclo o en la capacidad de producción de las máquinas.	Eduardo Enrique Cortez (Gerente de planta)
7	¿Qué tan flexible es la producción para adaptarse a cambios de última hora en la demanda del cliente?	Evaluar la capacidad de respuesta y adaptabilidad del sistema productivo actual frente a las variaciones en la demanda del cliente, para identificar las limitaciones y oportunidades de mejora en la flexibilidad operativa.	La producción puede adaptarse a cambios de última hora. Aunque el equipo de ventas puede realizar ajustes en las órdenes de los clientes, no existe un registro de como esto puede afectar otras producciones. Los cambios en los pedidos pueden generar retrasos en la producción o desajustes en el calendario de trabajo, afectando tanto el cumplimiento de las órdenes a tiempo como las cantidades. En este caso lo que revisa es hasta cierto punto la importancia de cada cliente para sacrificar otras producciones.	

Entrevista realizada al Gerente de planta				
Nº	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
8	¿Cómo se gestionan los inventarios de materias primas y productos terminados?	Examinar los métodos y sistemas actuales de control de inventarios tanto de materias primas como de productos terminados, para identificar las deficiencias en la gestión que afectan la eficiencia productiva y el cumplimiento de pedidos.	La gestión de inventarios de materias primas y productos terminados se realiza con base en estimaciones de demanda y pedidos recibidos, no se tiene un sistema de proyecciones con todos los clientes, por lo que el abastecimiento en su mayoría es contra orden de compra. En ocasiones, somos conscientes que puede haber falta de materiales o exceso de inventario, lo que afecta tanto la eficiencia de producción como la capacidad de cumplir con los pedidos de los clientes.	Eduardo Enrique Cortez (Gerente de planta)
9	¿Existen áreas específicas donde se hayan identificado pérdidas o ineficiencias que impactan la producción?	Determinar las áreas críticas del proceso productivo donde se presentan las principales pérdidas e ineficiencias operativas, para establecer una base de análisis que permita la priorización de acciones de mejora.	Aunque las pérdidas e ineficiencias son visibles en algunos momentos, no se realizan mediciones precisas ni se lleva a cabo un análisis detallado. Las principales ineficiencias suelen estar relacionadas con eventos como: ✓ Tiempos de inactividad no programados. ✓ Retrasos en el cambio de moldes o configuraciones. ✓ Problemas de calidad que requieren retrabajos o ajustes en las líneas de producción. ✓ Falta de coordinación entre departamentos (producción, mantenimiento, logística).	

Entrevista realizada al Gerente de planta				
N°	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
10	¿Cuál es el rendimiento actual de los equipos en términos de OEE? ¿Hay métricas específicas de OEE que la empresa utiliza regularmente?	Recopilar información sobre los factores que afectan el desempeño operativo del área de inyección-soplado	La empresa no mide OEE como tal. Se tienen algunas métricas de disponibilidad de los equipos, el rendimiento solo se mide a través de cantidades de producto fabricado y la calidad se realiza mediante corrección en el proceso. Pero todo esto que sé que tiene que ver con el OEE no se recopila en conjunto para medirlo como podría de ser.	Eduardo Enrique Cortez (Gerente de planta)
11	¿Cuáles son los principales factores que actualmente afectan la eficiencia de los equipos en el área de inyección soplado?		Los principales factores que afectan la eficiencia incluyen fallas imprevistas de equipos, paradas no planificadas, deficiencias en el mantenimiento preventivo, y variaciones en la calidad de los productos. La falta de medición y análisis de rendimiento hace que estas ineficiencias no se puedan abordar de manera sistemática.	
12	¿Qué tan frecuentes son las paradas de máquina y cuáles son las principales causas de estas paradas?	Analizar la frecuencia y causas raíz de las paradas de máquina en el proceso productivo, incluyendo factores internos y externos, para establecer un sistema de medición y control que permita reducir los tiempos de inactividad no planificados.	Las paradas pueden ser frecuentes, pero no se miden ni registran sistemáticamente. Las causas comunes incluyen mantenimiento no preventivo, fallas mecánicas no anticipadas, y cambios de molde o ajustes que no se realizan de manera eficiente. También en muchas ocasiones las paradas de los equipos se dan por deficiencias en nuestros servicios que en este caso si son factores externos. Estas paradas afectan negativamente la producción y no se gestionan de forma óptima.	

Entrevista realizada al Gerente de planta				
N°	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
13	¿Cómo se gestionan actualmente las incidencias de producción que impactan en el OTIF? ¿Existen protocolos establecidos para garantizar la entrega a tiempo y completa?	Evaluar el sistema actual de gestión de incidencias de producción y su impacto en el cumplimiento del OTIF (On Time In Full), para diseñar protocolos estructurados que aseguren la entrega oportuna y completa de los pedidos.	El cumplimiento de OTIF no se mide formalmente. Las incidencias de producción, como retrasos en la fabricación o problemas con la calidad, se resuelven de manera reactiva, pero no existen protocolos establecidos para prevenir o gestionar estos problemas de manera efectiva. Se trata de realizar un programa de producción bastante apegado a las necesidades del cliente en temas de cantidad y fechas solicitadas, sin duda algunas entregas se entregan al límite de tiempo.	Eduardo Enrique Cortez (Gerente de planta)
14	¿Cómo se lleva a cabo el monitoreo y control de los procesos de inyección soplado? ¿Qué herramientas o software se utilizan para este seguimiento?	Identificar y evaluar los sistemas actuales de monitoreo y control en los procesos de inyección soplado, incluyendo las herramientas y software utilizados, para determinar las necesidades de implementación de un sistema de seguimiento	No se utilizan herramientas o software de monitoreo para evaluar el rendimiento de los equipos. El seguimiento de la producción se realiza de manera manual, lo que impide la recolección de datos en tiempo real que podrían ayudar a mejorar la eficiencia y el cumplimiento de OTIF. Solo se utilizan software para reportar la producción final de un turno en el área de inyección soplado.	

		en tiempo real que optimice la recolección y análisis de datos de producción.		
--	--	---	--	--

Entrevista realizada al Gerente de planta				
N°	Pregunta	Objetivo	Respuesta	Entrevistados
15	¿Qué estrategias implementaría para mejorar el cumplimiento de los tiempos en el área de inyección soplado de su planta?	Conocer las propuestas de mejora identificadas desde el punto de vista del Gerente de planta, para que formen parte integral en la propuesta del plan de producción a presentar a la empresa MANUPLAST.	Soy consciente de que se necesitan programas de planificación estratégicos para producción, es necesario aplicar herramientas de ingeniería de procesos, que hagan más fácil el control y medición de productividad y efectividad de los equipos, así como la capacitación del personal para que se involucre en temas de control y medición del funcionamiento de los equipos. Definitivamente introducir herramientas más lean al proceso y medir indicadores de producción como el OEE harían que la empresa sea más competente.	Eduardo Enrique Cortez (Gerente de planta)

Fuente: Gerente de planta de inyección Soplado MANUPLAST

4.15.2.3 Análisis de la entrevista al Gerente de la planta

Basado en la entrevista realizada al gerente, se presenta el siguiente análisis que detalla la situación actual de la empresa en varios aspectos clave:

Planificación y Monitoreo de la Producción: La empresa utiliza un sistema básico de planificación basado en herramientas de Microsoft Office, sin contar con software especializado para la integración de datos en tiempo real. El monitoreo de la producción se realiza de manera visual y manual, principalmente al final de los turnos, lo que limita la capacidad de respuesta ante problemas. No existe un sistema estructurado para medir el rendimiento de los equipos ni para anticipar posibles inconvenientes en la producción.

Gestión del Mantenimiento y Tiempo de Inactividad: Se evidencia una notable deficiencia en el registro y análisis de los tiempos de inactividad de los equipos. Los cambios de moldes y ajustes de máquinas se realizan sin una planificación detallada, basándose únicamente en tiempos históricos estándar. Esta falta de control puede estar impactando significativamente en la eficiencia general de la planta.

Gestión de Prioridades y Capacidad de Producción: La empresa maneja las prioridades de producción de manera reactiva, sin una adecuada visualización de las necesidades del cliente o estimación de tiempos para emergencias. Aunque generalmente cumplen con las órdenes de los clientes, lo hacen frecuentemente al límite de tiempo. No realizan un análisis formal de la capacidad de producción, confiando principalmente en la experiencia del personal.

Control de Calidad y Eficiencia: Los problemas de calidad se manejan de forma correctiva más que preventiva. Aunque se realizan correcciones cuando se detectan productos defectuosos, no existe un sistema para documentar las causas raíz ni para evaluar el impacto total de estos problemas en la eficiencia de producción. Esta falta de seguimiento sistemático puede estar contribuyendo a la recurrencia de problemas similares.

Medición de Rendimiento y OEE: La empresa no implementa una medición formal del OEE (Eficiencia General de los Equipos). Aunque se tienen algunas métricas aisladas de disponibilidad y se realiza control de calidad, no existe una integración de estos datos para obtener una visión completa del rendimiento de la planta. Esta carencia de métricas integradas dificulta la identificación y solución de ineficiencias operativas.

Áreas de Oportunidad Identificadas: El gerente reconoce la necesidad de implementar programas de planificación estratégicos y herramientas de ingeniería de procesos más avanzadas. Las principales áreas de mejora incluyen la implementación de herramientas lean, la medición sistemática de indicadores como el OEE, y la capacitación del personal en temas de control y medición del funcionamiento de los equipos. También se identifica la necesidad de mejorar la coordinación entre departamentos y establecer un sistema más efectivo para el manejo de inventarios.

En conclusión, la empresa muestra una operación funcional, pero con importantes oportunidades de mejora en sus sistemas de planificación, control y medición. La implementación de herramientas más sofisticadas y la adopción de un enfoque más sistemático en la gestión de la producción podrían llevar a mejoras significativas en la eficiencia y competitividad de la planta.

4.15.3 Visita de campo

En el caso de la visita de campo realizada a la empresa MANUPLAST, dedicada a la fabricación de productos plásticos mediante el proceso de inyección-soplado, se tuvo como propósito principal recopilar información detallada sobre sus procesos productivos actuales. A través de una minuciosa verificación de sus instalaciones y procesos, que se buscó comprender la situación actual de la empresa en aspectos críticos como la planificación de la producción, el control de calidad, la gestión de mantenimiento y la eficiencia operativa de los equipos.

Esta actividad de campo fue fundamental para identificar las prácticas actuales de la empresa, así como las oportunidades de mejora en sus procesos. La información recopilada mediante preguntas específicas permitió obtener una visión clara de los desafíos que enfrenta la organización en términos de productividad, control de procesos y cumplimiento de entregas, sentando las bases para el desarrollo de propuestas de mejora adaptadas a sus necesidades específicas.

Para iniciar la actividad de la visita se enumeraron los pasos requeridos para establecer la siguiente metodología que permitió sistematizar las actividades a realizar para la obtención de información, las cuales son dos y se describen a continuación:

1. Planificación de la visita de campo

Para este paso se definió los objetivos específicos a identificar en la planta de los cuales se realizó la elaboración de una guía de observación y con esto se solicitaron los permisos necesarios para coordinar con los supervisores o encargados del área para la autorización del acceso al equipo investigador y con lo antes descrito se prepara los recursos necesarios.

2. Ejecución de la visita de campo

Para este punto se deben verificar los procesos en tiempo real, buscando identificar los tiempos de parada o interrupciones en las máquinas, observación cómo se manejan los productos no conformes o los reprocesos, observación en arranques de lotes de producción.

También se debe de verificar la documentación existente de los registros de indicadores de producción, tales como: Tiempos muertos, tasa de defectos, cumplimiento de OTIF, registro de medición del OEE, cumplimiento del rendimiento, disponibilidad por equipo, cumplimiento del AQL(porcentaje de calidad de un proceso), cumplimiento del SMED(Intercambio de moldes en un solo minuto),Medición del MTBF(Tiempo promedio entre falla), Medición de MTTR (tiempo promedio que se tarda en reparar un equipo después de la falla),

Será necesario solicitar aquellos registros claves como serian: Guía de observación para tomar notas sobre aspectos de eficiencia en las máquinas, flujo de materiales, factores humanos (capacitación, comunicación, etc.), sin olvidar la toma de fotografías o diagramas para ilustrar hallazgos.

A continuación, se presenta la información obtenida durante la visita la cual fue de ayuda para lograr alcanzar los objetivos que se esperan en esta investigación.

Basado en la información proporcionada por la empresa en la actualidad, la industria de procesamiento de plásticos mediante inyección-soplado requiere de una gestión eficiente y controlada de sus procesos productivos para mantener su competitividad en el mercado. En este contexto, se realizó una visita técnica a la empresa MANUPLAST, dedicada a la fabricación de productos plásticos, con el objetivo de evaluar sus procesos actuales y explorar oportunidades de mejora en su sistema productivo.

El proceso de producción en MANUPLAST inicia con el manejo de materia prima PET en forma de pellets, los cuales son sometidos a un proceso de secado para eliminar la humedad que podría afectar la calidad del producto final. El ciclo productivo continúa con la inyección de la preforma en el molde, seguido por un proceso de calentamiento y soplado que da forma al producto final mediante aire comprimido a alta presión. Este proceso técnico requiere un control preciso de variables como temperatura, presión y tiempos de ciclo para garantizar la calidad del producto terminado.

Durante la visita de campo, se identificaron diversas áreas de oportunidad en la gestión operativa de la planta. La empresa actualmente opera sin indicadores formales de rendimiento como el OEE (Overall Equipment Efficiency) o métricas de cumplimiento OTIF (On-Time In-Full). La planificación de la producción se realiza de manera manual, basándose principalmente en la experiencia del personal y sin utilizar herramientas avanzadas para la gestión dinámica de recursos.

La evaluación realizada también reveló desafíos significativos en áreas críticas como el mantenimiento de equipos, que se maneja de manera reactiva, y la gestión de inventarios, que carece de un sistema estructurado para la previsión de demanda y control de materiales. Estos aspectos, junto con la ausencia de un sistema formal de monitoreo de calidad en tiempo real, representan oportunidades importantes para la implementación de mejoras que pueden impactar positivamente en la eficiencia operativa de la planta.

Este estudio busca no solo identificar las áreas de mejora en los procesos productivos de MANUPLAST, sino también proponer soluciones integrales que incluyan la implementación de indicadores de desempeño, sistemas de planificación estratégica y programas de capacitación del

personal. Estas mejoras están orientadas a optimizar la eficiencia operativa, reducir los tiempos de inactividad y mejorar el cumplimiento de los compromisos con los clientes.

Como parte de las evidencias se desarrolla a continuación la tabulación de los datos obtenidos durante la visita realizada en la empresa MANUPLAST.

4.15.3.1 Tabulación de datos obtenidos durante las visitas.

Tabla 7 - Matriz de visitas a la empresa MANUPLAST

Reporte de la visita de campo al área de inyección soplado de la empresa MANUPLAST			
Nº	INSPECCION	OBJETIVO	HALAZGOS
1	¿Cómo es el flujo operativo en el área de inyección-soplado?	Evaluar el estado actual del proceso de producción en el área de inyección soplado y explorar oportunidades para implementar indicadores de rendimiento como OEE para optimizar los procesos.	El proceso comienza con la requisición de materia prima, que son pellets de PET y esta se recibe en súper sacos de 1.1 toneladas, estos pellets son succionados y llevados al secador de la maquina ya que el PET suele tener humedad y puede afectar la calidad del producto terminado; luego los pellets secos alimentan a una máquinas de inyección donde comienza el ciclo de la máquina, primero la inyección en el molde de la preforma, que es la forma inicial del producto, una vez la preforma se ha inyectado en el molde el plástico se enfría rápidamente para solidificarlo, tras el enfriamiento la preforma se extrae del molde de inyección y se transporta a la estación de soplado, mientras pasa a través de una unidad de calentamiento con el objetivo de aumentar la temperatura de proforma para que sea flexible para ser moldeada; la preforma calentada se coloca en un molde de soplado que tiene la forma del envase final, dentro del molde se le introduce aire comprimido a alta presión en la preforma lo que hace que se infle y tome la forma del molde final. El producto moldeado se enfría rápidamente para que mantenga su forma final y se adquiera la rigidez necesaria para el uso, posterior el envase rígido se retira del molde, es inspeccionado por el operario y este está listo para pasar a las etapas posteriores del proceso. Durante la visita, se observó que la empresa no utiliza indicadores de rendimiento como el OEE ni tiene un sistema formal para medir el OTIF (On-Time In-Full). La planificación de la producción se realiza de manera manual, basándose en las órdenes de los clientes y la demanda estimada. El personal de producción organiza los turnos y asigna tareas sin un análisis profundo de la capacidad de los equipos ni de las variaciones en el rendimiento de las máquinas.

Reporte de la visita de campo al área de inyección soplado de la empresa MANUPLAST			
N°	INSPECCION	OBJETIVO	HALAZGOS
2	Planificación y Monitoreo de la Producción	Garantizar que la producción se realice de manera eficiente y dentro de los plazos establecidos, alineando la capacidad de los recursos con la demanda del mercado.	La planificación de la producción se realiza sin un sistema automatizado ni herramientas avanzadas para gestionar dinámicamente los recursos. La asignación de tareas a los operadores y el flujo de trabajo dependen de la experiencia de los supervisores. No existen mediciones en tiempo real de la eficiencia de los equipos, lo que impide identificar ineficiencias operativas, cuellos de botella o tiempos de inactividad no planificados.
3	Algunos indicadores de desempeño que se monitorean durante la operación	Medir y evaluar el desempeño de la producción para identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas.	No se identificó que se realice el monitoreo de indicadores durante la visita realizada en el área de inyección soplado
4	¿Qué factores afectan la disponibilidad de las máquinas?	Identificar y gestionar los factores que afectan la disponibilidad de las máquinas para maximizar su tiempo de operación	✓ Mantenimiento no programado. ✓ Falta de insumos. ✓ Eventos externos (cortes de energía). ✓ Ocupación fuera de plan de producción.

Reporte de la visita de campo al área de inyección soplado de la empresa MANUPLAST			
N°	INSPECCION	OBJETIVO	HALAZGOS
5	Mantenimiento y Tiempos de Inactividad	Identificar hallazgos claves en el proceso y medición	El mantenimiento de equipos se lleva a cabo de manera reactiva. Las paradas no planificadas, como las causadas por fallas mecánicas o ajustes de moldes, son comunes, pero no se registra ni se analiza sistemáticamente la causa de las paradas. El tiempo de inactividad no se mide, lo que impide un análisis detallado para reducir estos tiempos y mejorar la disponibilidad de las máquinas
6	Cumplimiento de OTIF	Se debe asegurar que los pedidos se entreguen a tiempo y completos, lo que refleja la eficiencia en la cadena de suministro y la satisfacción del cliente.	No hay un sistema formal para medir el cumplimiento de OTIF. Las entregas a tiempo y completas se gestionan de manera reactiva, sin un enfoque sistemático para abordar problemas de calidad o retrasos en la producción.
7	Implementación de Indicadores de Desempeño (OEE y OTIF)	Identificar posibles áreas de mejora en términos de eficiencia operativa y cumplimiento de plazos y cantidades (OTIF).	La falta de indicadores clave de rendimiento como el OEE y el OTIF limita la capacidad de la empresa para identificar áreas de mejora en la eficiencia operativa y el cumplimiento de plazos. Por lo que se vuelve importante establecer controles de rendimiento en las líneas.

Reporte de la visita de campo al área de inyección soplado de la empresa MANUPLAST			
N°	INSPECCION	OBJETIVO	HALAZGOS
8	Optimización de la Planificación y Monitoreo.		La implementación de un sistema de planificación y monitoreo estratégico con el propósito lograr una mejor eficiencia de los procesos y permitir la toma de decisiones en tiempo real. Es importante aplicar herramientas de ingenierías que pueden proporcionar visibilidad de la producción y facilitar la programación eficiente de los recursos.
9	Monitoreo de la Calidad	Hay que asegurar que los productos cumplan con los estándares de calidad establecidos mediante la vigilancia constante de los procesos.	Implementar un sistema de monitoreo de calidad en tiempo real para medir las tasas de defectos, retrabajos y el impacto de la calidad en el OEE. Esto permitiría tomar acciones correctivas de manera más eficiente y reducir la cantidad de productos defectuosos.
10	Mejora en la Gestión de Inventarios	Optimizar los niveles de inventario para garantizar la disponibilidad de materiales sin incurrir en costos excesivos de almacenamiento.	Se podría gestionar con clientes la obtención de una proyección de sus productos durante determinado tiempo, para tener un mejor control de abastecimiento de materias primas, que evite tener sobre stock o por el contrario que se corra riesgo de no contar con materia prima. Esto ayudaría a tener una mejor flexibilidad para atender cambios de última hora de los clientes.
11	Capacitación en OEE y OTIF	Garantizar que el personal esté adecuadamente capacitado en la medición y mejora de OEE y OTIF .	Capacitar al personal sobre la importancia de los indicadores de rendimiento (OEE y OTIF) y cómo estos pueden ayudar a mejorar la eficiencia de los equipos y el cumplimiento de los plazos de entrega.

Fuente: Empresa MANUPLAST

4.15.4 Encuesta aplicada

De acuerdo con García Ferrando (1993), una encuesta es una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, que se lleva a cabo en el contexto de la vida cotidiana, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación, con el fin de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población

Se aplicó la encuesta a 42 operarios del área de inyección soplado, para obtener recopilación de datos generales, sugerencias sobre diferentes indicadores claves que nos permitieron identificar o conocer la situación actual de la empresa. El instrumento se construyó con 13 preguntas relacionadas al OEE, OTIF y producción, con el objetivo de obtener información que nos ayudó al cumplimiento de los objetivos propuestos.

A continuación, se presentan tanto las preguntas, cuadro de información y gráfico de los resultados obtenidos durante la investigación en el área de inyección soplado en la empresa MANUPLAST S.A DE C.V.

4.15.4.1 Tabulación de datos de encuesta realizada a operarios del área de inyección soplado

En este tema se presenta la tabulación de datos el cual es un proceso fundamental en esta investigación y su análisis se llevará a cabo a través de encuestas.

La recopilación de datos por parte de los operarios puede proporcionar una visión detallada sobre diversos aspectos relacionados con el desempeño del área, como las condiciones laborales, la eficiencia de los procesos, los problemas operativos, la seguridad en el trabajo, entre otros.

En este caso específico, la encuesta realizada a los operarios del área de inyección-soplado tiene como objetivo comprender las percepciones y experiencias del personal en relación con los procesos de producción, las herramientas utilizadas, la capacitación recibida, los desafíos enfrentados y las sugerencias de mejora. Esta información es clave para identificar áreas de oportunidad que permitan optimizar la operación, mejorar la calidad del producto y aumentar la satisfacción de los trabajadores.

El proceso de tabulación permite, además, evaluar la efectividad de las prácticas actuales, identificar posibles áreas de capacitación necesarias, y fomentar un ambiente de trabajo más seguro y eficiente para los operarios. En resumen, la correcta tabulación de los datos de la encuesta es un paso esencial para implementar mejoras basadas en la retroalimentación directa de los operarios, y contribuir así al éxito y crecimiento de la empresa.

4.15.4.2 Tabla resumen de encuesta realizada a operarios del área de inyección soplado.

En la siguiente tabla se muestran las preguntas realizadas en la encuesta y las respuestas proporcionadas por los 42 colaboradores del área de inyección-soplado, lo que facilita una visión integral y comparativa de los resultados.

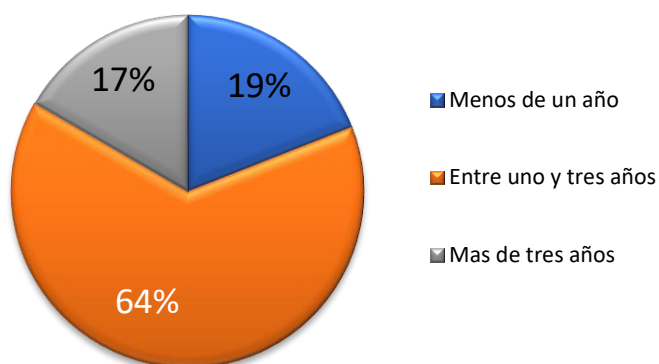
Tabla 8 - Tabla resumen de encuesta realizada a operarios del área de inyección soplado.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
1	¿Cuánto tiempo lleva trabajando en el área de inyección-soplado?	Menos de un año	8	19%
		Entre uno y tres años	27	64%
		Más de tres años	7	17%
2	¿Conoce funcionamiento de los equipos de inyección soplado de MANUPLAST?	Si	3	7%
		No	1	3%
		Poco	32	76%
		Nada	6	14%
3	¿Conoce si existe un plan de producción establecido para el área de inyección soplado?	Si	2	5%
		No	31	74%
		Poco	4	9%
		Nada	5	12%
4	¿Tiene conocimiento del indicador OEE?	Si	5	12%
		No	37	88%
5	¿Qué tan frecuente es que las máquinas de su área trabajen a su máxima capacidad sin interrupciones?	Siempre	3	7%
		A menudo	5	12%
		A veces	32	76%
		Nunca	2	5%
6	¿Cuáles son las causas principales en las paradas en la producción?	Falta de mantenimiento adecuado	8	19%
		Fallas técnicas en las máquinas	5	12%
		Falta de insumos o materiales	2	5%
		Problemas en la planificación de la producción	27	64%

7	¿Qué tan satisfactoria es la calidad del producto final que se obtiene con las máquinas actuales?	Muy satisfactoria	4	10%
		Moderadamente satisfactoria	31	74%
		Poco satisfactoria	6	14%
		Insatisfactoria	1	2%
8	¿Con qué frecuencia se realizan mantenimientos preventivos en las máquinas?	Siempre según lo programado	5	12%
		A veces según lo programado	6	14%
		Raramente según lo programado	30	72%
		Nunca se realizan mantenimientos preventivos	1	2%
9	¿Tiene conocimiento del indicador OTIF?	Si	6	14%
		No	36	86%
10	¿Qué tan frecuente es que los productos se entreguen a tiempo y completos según los requerimientos del cliente?	Siempre	3	7%
		A menudo	6	14%
		A veces	31	74%
		Nunca	2	5%
11	¿Qué factores considera que dificultan el cumplimiento de las entregas a tiempo y completas? (Puede elegir más de una opción)	Retrasos en la producción por fallas técnicas	5	12%
		Escasez de materiales	4	9%
		Mala planificación de la producción	29	69%
		Errores en los productos que requieren reprocesos	4	10%
12	¿Cree que el actual sistema de planificación contribuye al cumplimiento de las entregas a tiempo y completas?	Totalmente de acuerdo	1	2%
		De acuerdo	4	10%
		En desacuerdo	27	64%
		Totalmente en desacuerdo	10	24%
13	¿Se ha solicitado alguna vez a los clientes una reprogramación de entrega debido a problemas internos de producción?	Frecuentemente	31	74%
		Ocasionalmente	7	17%
		Nunca	4	9%

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
1	¿Cuánto tiempo lleva trabajando en el área de inyección-soplado?	Menos de un año	8	19%
		Entre uno y tres años	27	64%
		Más de tres años	7	17%
Total			42	100%

Ilustración 10 - Grafico de pregunta 1

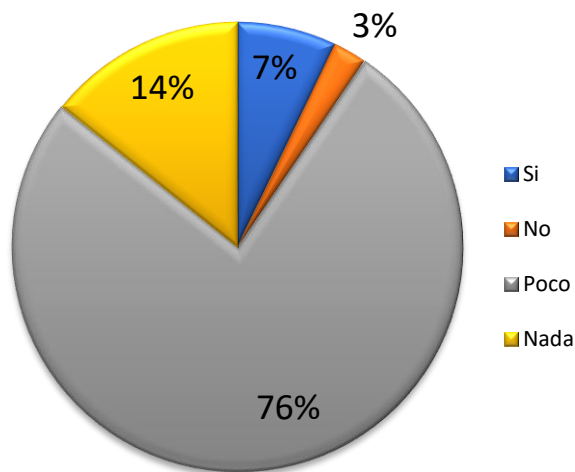


El análisis de los tiempos de experiencia en el área de inyección-soplado muestra que la mayoría de los trabajadores (64%) tiene entre uno y tres años de experiencia, lo que refleja un equipo con conocimientos intermedios, pero aún en desarrollo.

Solo el 19% tiene menos de un año, lo que indica una baja rotación de personal nuevo, mientras que el 17% posee más de tres años de experiencia, sugiriendo una menor presencia de empleados con experiencia avanzada en el área. Esto podría señalar una oportunidad para mejorar la retención y el desarrollo profesional, tanto para los novatos como para los más experimentados, buscando equilibrar el equipo y fortalecer el conocimiento técnico de largo plazo.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
2	¿Conoce funcionamiento de los equipos de inyección soplado de MANUPLAST?	Si	3	7%
		No	1	3%
		Poco	32	76%
		Nada	6	14%
Total			42	100%

Ilustración 11 - Grafico de pregunta 2

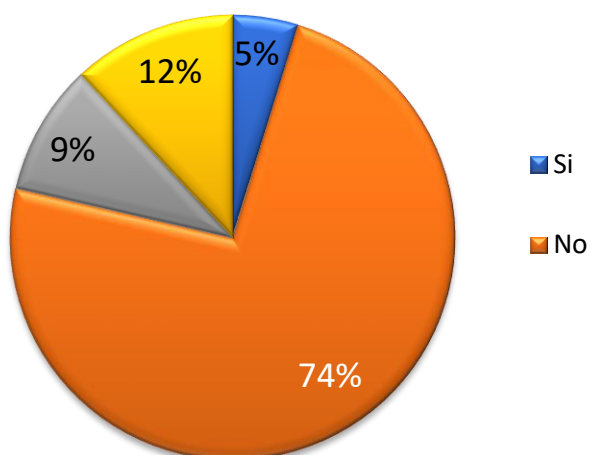


Para el caso de estas respuestas sobre el conocimiento del funcionamiento de los equipos de inyección-soplado de MANUPLAST se revela que un alto porcentaje de los encuestados (76%) tiene un conocimiento limitado del equipo, lo que podría indicar una falta de capacitación o familiarización profunda con los procesos y

equipos específicos. Solo un 7% afirma conocer bien el funcionamiento, mientras que un 14% no tiene conocimiento alguno sobre el tema. Esto sugiere que existe una oportunidad significativa para mejorar la capacitación y el entendimiento del personal sobre el funcionamiento de los equipos, lo que podría resultar en mejoras en la eficiencia operativa y en la reducción de errores o fallos en el manejo de los equipos.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
3	¿Conoce si existe un plan de producción establecido para el área de inyección soplado?	Si	2	5%
		No	31	74%
		Poco	4	9%
		Nada	5	12%
Total			42	100%

Ilustración 12 - Grafico de pregunta 3

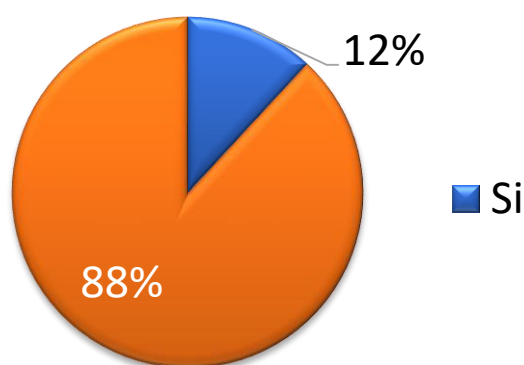


El análisis de las respuestas sobre el conocimiento de un plan de producción establecido para el área de inyección-soplado muestra que una gran mayoría de los encuestados (74%) desconoce la existencia de dicho plan, lo que refleja una posible falta de

comunicación o visibilidad en la planificación estratégica del área. Además, un 12% no tiene ninguna idea sobre el tema y un 10% tiene un conocimiento limitado, lo que sugiere una deficiencia en la difusión de información clave dentro del equipo. Solo un 5% afirma conocer la existencia de un plan de producción, lo que indica una oportunidad crítica para mejorar la gestión y comunicación del plan de producción, asegurando que todos los empleados estén alineados con los objetivos y procesos establecidos.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
4	¿Tiene conocimiento del indicador OEE?	Si	5	12%
		No	37	88%
Total			42	100%

Ilustración 13 - Grafico de pregunta 4

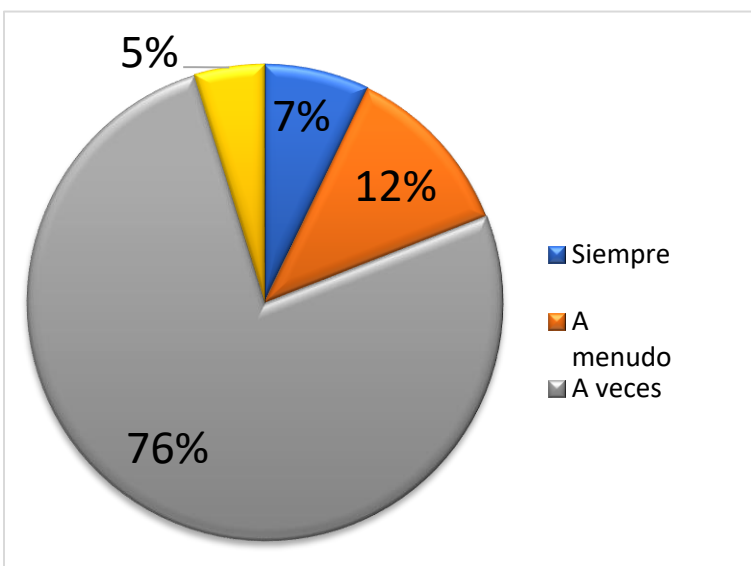


El análisis de las respuestas sobre el conocimiento del indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) muestra que una abrumadora mayoría de los encuestados (88%) no está familiarizada con este indicador clave de desempeño, lo que refleja una brecha significativa en el entendimiento de una

herramienta crucial para evaluar la eficiencia y productividad del equipo. Solo el 12% de los empleados tiene conocimiento sobre el OEE, lo que sugiere una oportunidad para implementar programas de capacitación y sensibilización sobre su importancia y cómo este indicador puede contribuir a mejorar el rendimiento operativo y la toma de decisiones informadas dentro del área.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
5	¿Qué tan frecuente es que las máquinas de su área trabajen a su máxima capacidad sin interrupciones?	Siempre	3	7%
		A menudo	5	12%
		A veces	32	76%
		Nunca	2	5%
Total			42	100%

Ilustración 14 - Grafico de pregunta 5

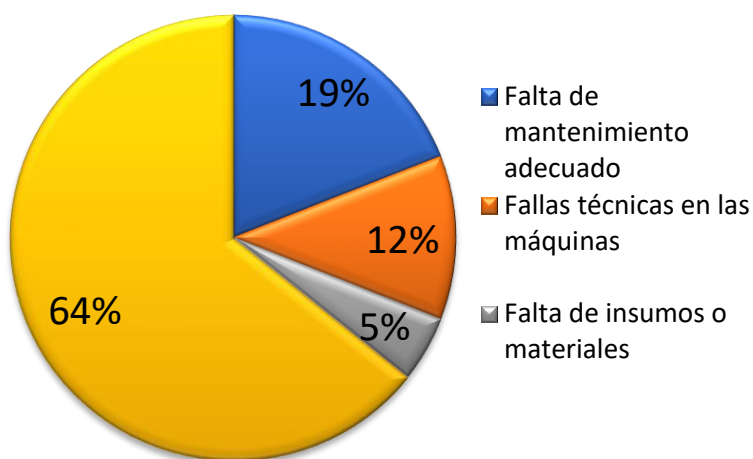


El análisis de las respuestas sobre la frecuencia con la que las máquinas en el área trabajan a su máxima capacidad sin interrupciones muestra que una gran mayoría de los encuestados (76%) indica que las máquinas solo alcanzan su capacidad máxima ocasionalmente, lo que sugiere que

existen interrupciones o limitaciones frecuentes en el proceso de producción. Solo el 7% asegura que las máquinas siempre trabajan sin interrupciones, lo que refleja una pequeña porción de operaciones óptimas. Un 12% señala que esto ocurre a menudo, mientras que un 5% afirma que nunca se alcanza la máxima capacidad. Estos resultados indican que hay oportunidades significativas para mejorar la eficiencia operativa, reducir los tiempos de inactividad y optimizar los procesos para maximizar la capacidad de las máquinas en el área.

Nº	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
6	¿Cuáles son las causas principales en las paradas en la producción?	Falta de mantenimiento adecuado	8	19%
		Fallas técnicas en las máquinas	5	12%
		Falta de insumos o materiales	2	5%
		Problemas en la planificación de la producción	27	64%
Total			42	100%

Ilustración 15 - Grafico de pregunta 6



Analizando la pregunta se enfoca en las causas principales de las paradas en la producción revela que la causa más significativa es la falta de planificación en la producción,

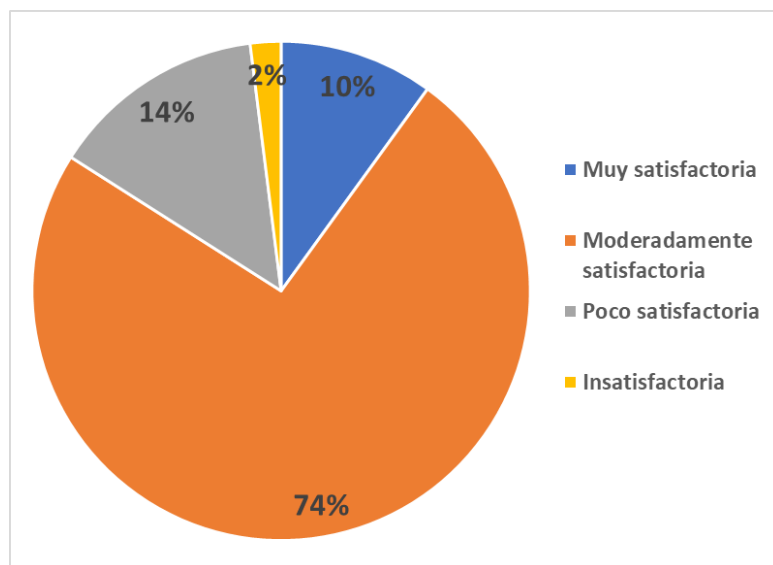
con un 64% de las respuestas, lo que sugiere que la organización y programación de los procesos de producción no es adecuada, generando interrupciones en las operaciones. El mantenimiento adecuado también es un factor relevante, con un 19% de las respuestas, lo que indica que la falta de mantenimiento preventivo o correctivo puede estar contribuyendo a las paradas, aunque en menor medida.

Para el caso de la respuesta de Las fallas técnicas en las máquinas representan un 12%, lo que refleja que los problemas mecánicos o de funcionamiento también son una preocupación importante, pero menos frecuente que los problemas de planificación.

Finalmente, la falta de insumos o materiales es mencionada por solo un 5%, lo que sugiere que no es un factor principal, aunque aún podría ser relevante en algunos casos. Este análisis señala la necesidad de mejorar la planificación de la producción y la gestión del mantenimiento como las áreas clave para reducir las paradas en la producción.

Nº	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
7	¿Qué tan satisfactoria es la calidad del producto final que se obtiene con las máquinas actuales?	Muy satisfactoria	4	10%
		Moderadamente satisfactoria	31	74%
		Poco satisfactoria	6	14%
		Insatisfactoria	1	2%
Total			42	100%

Ilustración 16 - Grafico de pregunta 7

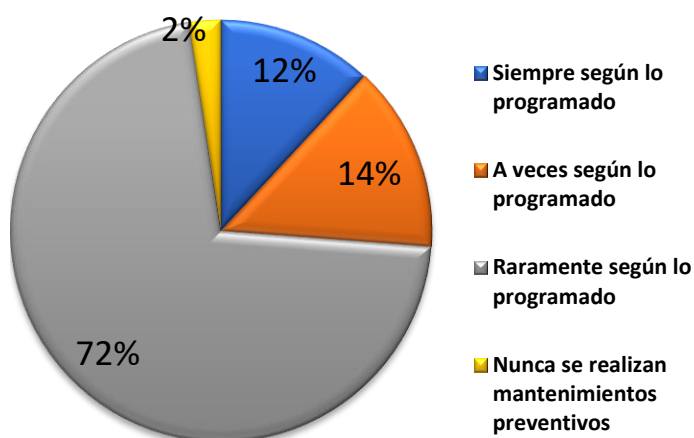


El análisis de las respuestas sobre la satisfacción con la calidad del producto final obtenido con las máquinas actuales revela que la mayoría de los encuestados (74%) considera que la calidad es moderadamente

satisfactoria, lo que indica que, aunque el producto cumple con los estándares básicos, aún hay margen para mejorar. Un 10% califica la calidad como muy satisfactoria, lo que sugiere que algunos procesos están funcionando bien, pero solo una pequeña proporción de los trabajadores tiene una percepción completamente positiva. Por otro lado, un 14% considera la calidad poco satisfactoria y un 2% la califica como insatisfactoria, lo que señala que existen problemas notables que podrían estar afectando la percepción del producto final. Esto sugiere la necesidad de mejorar los procesos de producción y de calidad para asegurar una mayor consistencia y satisfacción en el producto final.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
8	¿Con qué frecuencia se realizan mantenimientos preventivos en las máquinas?	Siempre según lo programado	5	12%
		A veces según lo programado	6	14%
		Raramente según lo programado	30	72%
		Nunca se realizan mantenimientos preventivos	1	2%
Total			42	100%

Ilustración 17 - Grafico de pregunta 8

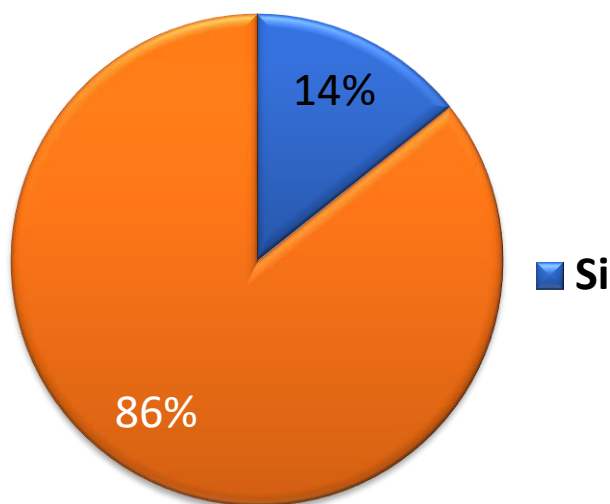


El análisis de las respuestas sobre la frecuencia de los mantenimientos preventivos en las máquinas muestra que una gran mayoría de los encuestados (71%) indica que los mantenimientos se realizan raramente según lo

programado, lo que sugiere que hay una falta de adherencia al plan de mantenimiento preventivo, lo cual podría estar afectando la confiabilidad y eficiencia de las máquinas. Solo un 12% asegura que los mantenimientos se realizan siempre según lo programado, mientras que un 14% señala que a veces se cumple con el programa. Un 2% menciona que nunca se realizan mantenimientos preventivos, lo que refleja una deficiencia crítica en la gestión del mantenimiento. En general, esto indica la necesidad de mejorar la implementación y cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo para evitar fallas inesperadas y mejorar la eficiencia operativa.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
9	¿Tiene conocimiento del indicador OTIF?	Si	6	14%
		No	36	86%
Total			42	100%

Ilustración 18 - Grafico de pregunta 9

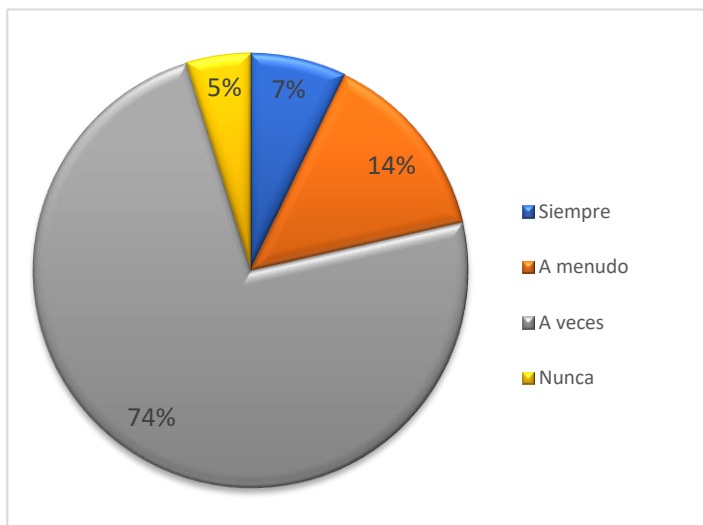


El análisis de las respuestas a la pregunta sobre el conocimiento del indicador OTIF (On Time In Full) revela que una gran mayoría de los encuestados (86%) no tiene conocimiento sobre este indicador, lo que refleja una posible brecha en la comprensión de métricas clave

relacionadas con la eficiencia en las entregas y la satisfacción del cliente. Este desconocimiento podría afectar la capacidad del equipo para monitorear y mejorar los procesos de entrega, lo que es fundamental para asegurar que los productos lleguen a tiempo y en su totalidad. Solo un 14% tiene conocimiento del indicador, lo que indica que se requiere una capacitación más amplia para sensibilizar al personal sobre la importancia de este tipo de indicadores en la gestión operativa y la mejora continua.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
10	¿Qué tan frecuente es que los productos se entreguen a tiempo y completos según los requerimientos del cliente?	Siempre	3	7%
		A menudo	6	14%
		A veces	31	74%
		Nunca	2	5%
Total			42	100%

Ilustración 19 - Grafico de pregunta 10



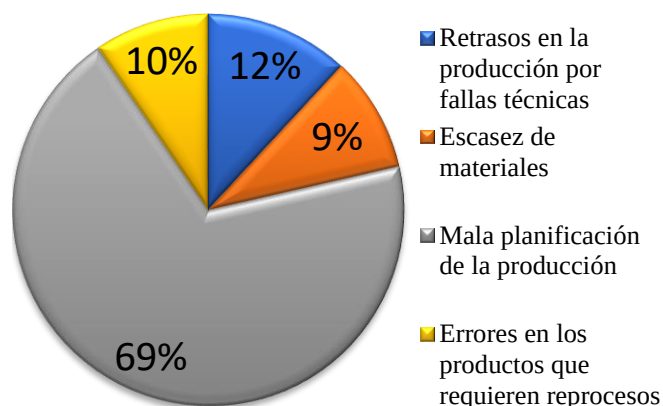
Según la frecuencia obtenida con respecto a los productos que se entregan a tiempo y completos según los requerimientos del cliente muestra que la mayoría de los encuestados (74%) indica que esto ocurre a veces, lo que evidencia inconsistencias significativas en el cumplimiento de

las entregas. Solo el 7% señala que las entregas se realizan siempre a tiempo y completas, reflejando un bajo nivel de desempeño óptimo. Un 14% menciona que esto ocurre a menudo, mientras que un 5% afirma que nunca se cumplen los requerimientos del cliente, lo que pone de manifiesto fallas críticas en la cadena de suministro o en los procesos de planificación y ejecución. Este escenario sugiere una necesidad urgente de optimizar las operaciones logísticas, mejorar la coordinación entre las áreas y establecer mecanismos de monitoreo más efectivos para garantizar la satisfacción del cliente.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
11	¿Qué factores considera que dificultan el cumplimiento de las entregas a tiempo y completas? (Puede elegir más de una opción)	Retrasos en la producción por fallas técnicas	5	12%
		Escasez de materiales	4	9%
		Mala planificación de la producción	29	69%

	Errores en los productos que requieren reprocesos	4	10%
Total		42	100%

Ilustración 20 - Grafico de pregunta 11

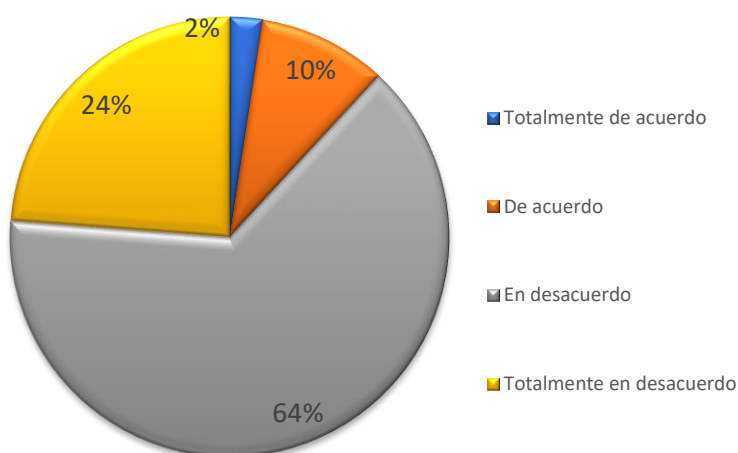


Según las respuestas obtenidas sobre los factores que dificultan el cumplimiento de las entregas a tiempo y completas destaca que el mayor obstáculo identificado es la mala planificación de la producción, con un 69% de las respuestas.

Esto indica que la falta de una adecuada programación y organización de los procesos afecta significativamente la capacidad de cumplir con los requerimientos del cliente. Los retrasos en la producción por fallas técnicas representan un 12%, lo que sugiere que problemas con el mantenimiento o el estado de las máquinas también contribuyen al incumplimiento, aunque en menor medida. Tanto la escasez de materiales como los errores en los productos que requieren reprocesos son mencionados por un 10% cada uno, lo que señala que estos factores, aunque menos frecuentes, también afectan la eficiencia de las entregas. Este análisis resalta la necesidad de implementar mejoras en la planificación de la producción y reforzar la gestión de mantenimiento, el control de inventarios y la calidad para mitigar estos problemas y garantizar entregas más efectivas.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
12	¿Cree que el actual sistema de planificación contribuye al cumplimiento de las entregas a tiempo y completas?	Totalmente de acuerdo	1	2%
		De acuerdo	4	10%
		En desacuerdo	27	64%
		Totalmente en desacuerdo	10	24%
Total			42	100%

Ilustración 21 - Grafico de pregunta 12

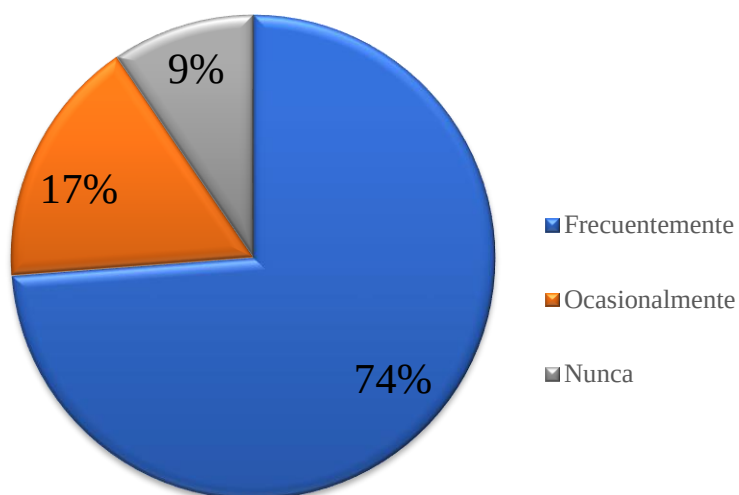


El análisis de las respuestas sobre la percepción del sistema de planificación actual y su contribución al cumplimiento de las entregas a tiempo y completas revela un panorama crítico. Una

mayoría significativa (64%) está en desacuerdo con que el sistema de planificación sea eficaz, y un 24% adicional está totalmente en desacuerdo, lo que indica que el sistema actual no cumple con las expectativas ni apoya adecuadamente los objetivos de entrega. Solo un 10% está de acuerdo, y apenas un 2% está totalmente de acuerdo, reflejando una confianza muy baja en el sistema actual. Este análisis sugiere que es prioritario revisar y rediseñar el sistema de planificación para hacerlo más eficiente, alineándolo mejor con las necesidades de producción y entrega, y garantizando así una mayor satisfacción del cliente.

N°	Pregunta	Alternativas	Frecuencia	Frecuencia relativa
13	¿Se ha solicitado alguna vez a los clientes una reprogramación de entrega debido a problemas internos de producción?	Frecuentemente	31	74%
		Ocasionalmente	7	17%
		Nunca	4	9%
Total			42	100%

Ilustración 22 - Grafico de pregunta 13



El análisis de las respuestas sobre la solicitud de reprogramación de entregas debido a problemas internos de producción muestra una situación preocupante. Una mayoría significativa (74%) indica que

estas reprogramaciones ocurren frecuentemente, lo que refleja problemas recurrentes en los procesos internos que afectan la capacidad de cumplir con los plazos comprometidos. Un 17% menciona que esto sucede ocasionalmente, mientras que solo un 10% afirma que nunca han enfrentado esta situación, lo que sugiere que la mayoría de los clientes están siendo impactados por las ineficiencias internas. Este análisis evidencia la necesidad de identificar y abordar las causas raíz de estos problemas, como la planificación inadecuada, fallas técnicas o retrasos en la disponibilidad de materiales, para reducir las interrupciones y mejorar la confiabilidad en las entregas.

4.16 Diagnostico actual de área de trabajo de inyección soplado MANUPLAST

Antes de implementar métricas como el OEE, por consecuencia, que un mejor control de la eficiencia de los equipos ayude al cumplimiento del indicador OTIF, es fundamental contar con condiciones básicas de orden, limpieza y estandarización en el entorno de trabajo. La metodología de las 5S constituye un pilar esencial en cualquier proceso de mejora, ya que permite establecer las condiciones necesarias para el control visual, la reducción de desperdicios y la sostenibilidad de los indicadores productivos.

Enfoque del diagnóstico

Con el objetivo de establecer un punto de partida realista para la mejora del OEE, se realizó un diagnóstico visual del estado actual de las 5S en el área de inyección-soplado. Este diagnóstico se basó en observaciones directas y evidencia fotográfica documentada en las áreas cercanas a las máquinas, zonas de almacenamiento de moldes, herramientas, materias primas y áreas comunes. Las observaciones se clasificaron conforme a los cinco pilares de la metodología 5S: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina.

Hallazgos principales

En general, se evidenció la falta de control visual en las estaciones de trabajo, ausencia de delimitación de áreas, acumulación de materiales innecesarios, falta de señalización, herramientas fuera de lugar y espacios sucios o con poca frecuencia de limpieza. Estas condiciones impactan directamente en el tiempo destinado a actividades improductivas como búsqueda de herramientas, preparación no estandarizada y limpieza reactiva, lo cual repercute

negativamente en los tiempos de cambio, paros no programados y defectos: tres de los factores clave que afectan el OEE.

Ilustración 23 - Hallazgos principales del diagnóstico del área de inyección soplado.







4.17 Diagnostico actual de los indicadores OEE y OTIF

MANUPLAST actualmente no mide los indicadores OTIF Y OEE de forma integral, se mide de forma independiente algunas de sus variables listadas a continuación.

- **OTIF**
 - ✓ Cliente que mide el nivel de cumplimiento de MANUPLAST.
 - ✓ Registro de no conformidades de entregas tardías.
- **OEE**

- ✓ Indicador de calidad.
- ✓ Tiempo efectivo.

4.18 Cálculo del OEE Histórico a partir de datos Disponibles de enero a diciembre 2024

Actualmente MANUPLAS no cuenta con un registro formal del indicador OEE dentro de sus métricas de gestión operativa. Sin embargo, considerando la importancia de este indicador para evaluar la eficiencia global del proceso productivo, y con base en la información obtenida durante el diagnóstico de la situación actual, se ha procedido a realizar el cálculo estimado del OEE en el área de inyección soplado

Este cálculo ha sido desarrollado por el equipo de trabajo como parte del presente estudio, tomando como referencia datos reales de producción, tiempos operativos, datos de mantenimiento y niveles de calidad proporcionados por la empresa. Para ello, se ha descompuesto el OEE en sus tres componentes principales:

Disponibilidad: mide el tiempo efectivo de funcionamiento de las máquinas comparado con el tiempo total de producción planificado, considerando las paradas tanto planificadas como no planificadas.

Rendimiento: representa la velocidad real de producción en relación con la velocidad máxima teórica de las máquinas en condiciones ideales.

Calidad: se refiere a la proporción de productos conformes respecto al total de unidades producidas, incluyendo aquellos que requieren reproceso o son rechazados.

La combinación de estos tres factores permite obtener el valor del OEE a través de la siguiente fórmula:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

A partir de esta relación, se analizarán individualmente cada uno de los componentes mencionados para posteriormente calcular el valor estimado del OEE actual de la empresa, el cual se presenta a continuación como punto de partida para la propuesta de mejora que se desarrollará en el siguiente capítulo, tomando como base el año 2024.

4.18.1 Capacidad actual por cada línea de producción de inyección soplado

Para calcular el OEE actual de la empresa, se validó la capacidad teórica de cada una de las líneas de producción del área de inyección soplado, expresada en unidades por minuto, por hora y por jornada diaria. Esta estimación se realizó considerando las especificaciones técnicas de cada equipo bajo condiciones ideales de operación, sin interrupciones ni desviaciones de calidad.

- **Capacidad de maquina por producto con mayor ciclo**

Para efectos de análisis conservador y con el objetivo de asegurar que la capacidad instalada no sea sobreestimada, se ha determinado la capacidad de producción de cada máquina tomando como referencia el producto que representa el mayor tiempo de ciclo y el menor número de cavidades. Este enfoque permite establecer un límite mínimo de producción bajo condiciones menos favorables, garantizando así que cualquier otro producto fabricado en la misma línea, con ciclos más cortos o mayor número de cavidades, no sobrepase dicha capacidad.

Tabla 9 - Tabla de capacidad por máquina con producto de mayor ciclo.

Código de Máquina	Nombre Máquina	Producto más lento en producción	Ciclo (seg)	Cavidades del molde	Velocidad estándar (unidades/min)	Velocidad estándar (Unidades/hora)	Velocidad estándar (unidades/día)	Unidad de medida
1	AOKI-1	Envase 225g Maggi	14.3	4	17	1,007	24,168	Frascos
2	AOKI-2	Envase 1 Kilo Maggi	18	2	7	400	9,600	Frascos
3	AOKI-3	Envase 750g Campero	12.5	4	19	1,152	27,648	Frascos
17	AOKI-4	Envase 250g Musun	13.5	3	13	800	19,200	Frascos
14	ASB-1	Envase 454g Malher	11	4	22	1,309	31,418	Frascos
18	ASB-2	Envase 908g Malher	11.5	4	21	1,252	30,052	Frascos

Fuente: Elaboración propia con datos del año 2024 proporcionados por MANUPLAST.

De manera complementaria, y con el objetivo de obtener una visión general del desempeño operativo de cada máquina, se ha realizado un cálculo de la capacidad promedio tomando en cuenta todos los productos fabricados en cada línea de producción. Este enfoque permite conocer un valor representativo del ritmo productivo bajo condiciones típicas de operación, considerando la diversidad de formatos, cavidades y tiempos de ciclo asociados a cada uno.

Tabla 10 – Parámetros de capacidad promedio por maquina

Código de Máquina	Nombre Máquina	Planta	Velocidad estándar (unidades/min)	Velocidad estándar (Unidades/hora)	Velocidad estándar (unidades/diaria)	Unidad de medida
1	AOKI-1	MANUPLAST	17	1,020	24,480	Frascos
2	AOKI-2	MANUPLAST	18	1,080	25,920	Frascos
3	AOKI-3	MANUPLAST	22	1,320	31,680	Frascos
17	AOKI-4	MANUPLAST	19	1,140	27,360	Frascos
14	ASB-1	MANUPLAST	24	1,440	34,560	Frascos
18	ASB-2	MANUPLAST	24	1,440	34,560	Frascos

Fuente: Departamento de planificación, MANUPLAST

- **Punto de inflexión para cálculo de productividad de cada máquina**

En el contexto del análisis de eficiencia de las líneas de producción mediante la metodología OEE (Overall Equipment Effectiveness), es fundamental establecer un parámetro técnico de referencia que permita identificar el comportamiento operativo de cada máquina evaluada. Este parámetro, conocido como punto de inflexión, representa el valor crítico a partir del cual se generan variaciones significativas en el desempeño del equipo, afectando directamente los indicadores de productividad, calidad y disponibilidad.

Para el caso específico de las máquinas de inyección-soplado PET en la empresa MANUPLAST, se ha determinado que el principal punto de inflexión corresponde al tiempo de ciclo máquina-molde. Este parámetro define la duración estándar requerida para completar un ciclo de producción que incluye las etapas de inyección, enfriamiento, soplado y expulsión del producto. El tiempo de ciclo representa, por tanto, la capacidad teórica máxima de producción del sistema bajo condiciones normales de operación y sin interrupciones.

Cualquier desviación respecto a este tiempo estándar, ya sea por fallas técnicas, ajustes de parámetros, reducción de cavidades activas o inestabilidad en el proceso, incide directamente sobre el rendimiento de la máquina y, en consecuencia, sobre el valor del OEE. Por esta razón, se ha tomado el tiempo de ciclo como base de referencia técnica para el análisis de eficiencia, permitiendo una evaluación más precisa y alineada con las condiciones reales de operación.

4.18.2 Calculo del OEE 2024

Disponibilidad

Para el cálculo del factor de disponibilidad del OEE se utilizó información extraída directamente del sistema SAP de la empresa, correspondiente a todas las órdenes de producción ejecutadas durante el año 2024. Dado que cada orden representa la fabricación de un producto específico asignado a una máquina determinada, se procedió a recopilar el tiempo real de producción asociado a cada orden, permitiendo un análisis detallado por equipo.

A partir de esta información, se consolidaron los tiempos efectivos de producción por máquina y se compararon con los tiempos disponibles registrados durante el mismo período. Este procedimiento permitió calcular el factor de disponibilidad de manera precisa, sustentado en datos históricos reales y desglosados por orden de fabricación, lo cual refleja de forma fiel el desempeño operativo de cada unidad productiva.

Tabla 11 - Tiempo operativo de las máquinas

Mes	Horas de tiempo operativo	Horas de tiempo programado (disponible)	Disponibilidad
enero	3,673	4,320.00	85.02%
febrero	3,040	4,032.00	75.41%
marzo	2,435	4,464.00	54.54%
abril	3,796	3,960.00	95.85%
mayo	3,411	4,320.00	78.97%
junio	2,920	4,320.00	67.59%

julio	3,429	4,464.00	76.82%
agosto	2,812	4,464.00	62.99%
septiembre	2,823	4,320.00	65.35%
octubre	3,310	4,464.00	74.15%
noviembre	3,617	4,320.00	83.73%
diciembre	2,345	3,600.00	65.14%
TOTAL	37,611	51,048.00	73.68%

Fuente: Elaboración propia con datos del año 2024 proporcionados por MANUPLAST

Disponibilidad por maquina

Disponibilidad del área de inyección soplado por maquina en MANUPLAST en 2024, calculado con los datos de tiempo operativo real en horas de las máquinas, tomado del reporte de producción y el tiempo programado real, con información del área de planificación

Tabla 12 - Horas del tiempo operativos de las maquinas

Articulo	Horas de tiempo operativo	Horas de tiempo programado (disponible)	Disponibilidad
AOKI-1	7,552.42	8,508.00	88.77%
AOKI-2	4,253.56	8,508.00	49.99%
AOKI-3	5,252.14	8,508.00	61.73%
AOKI-4	5,995.67	8,508.00	70.47%
ASB-1	7,150.29	8,508.00	84.04%
ASB-2	7,407.07	8,508.00	87.06%
TOTAL	37,611.15	51,048.00	73.68%

Fuente: Elaboración propia con datos del año 2024 proporcionados por MANUPLAST

Disponibilidad global del área de inyección soplado de MANUPLAST en el 2024

$$Disponibilidad = \frac{37,611}{51,048}(100) = 73.68\%$$

Rendimiento

Rendimiento del área de inyección soplado de MANUPLAST según histórico de producción en 2024, detalle mensual, tomando la información de unidades producidas según reporte de producción y las unidades estándar según lo definido por el área de producción y planificación en MANUPLAST.

Tabla 13 - Histórico de unidades producidas

Mes	Unidades producidas	Unidades estándar	Rendimiento
enero	4,626,687	5,980,307	77.37%
febrero	4,073,481	5,531,022	73.65%
marzo	3,076,371	4,023,986	76.45%
abril	4,452,383	4,842,843	91.94%
mayo	4,221,424	4,522,954	93.33%
junio	3,335,091	3,521,851	94.70%
julio	4,183,900	4,564,461	91.66%
agosto	3,466,205	3,844,443	90.16%
septiembre	3,454,191	3,991,677	86.53%
octubre	4,043,990	4,493,590	89.99%
noviembre	4,387,496	4,697,031	93.41%
diciembre	2,826,315	3,048,230	92.72%
Total	46,147,534	53,062,394	86.97%

Fuente: Elaboración propia con datos del año 2024 proporcionados por MANUPLAST

Rendimiento por máquina

Rendimiento del área de inyección soplado por máquina de MANUPLAST en 2024, calculado con los datos de la cantidad producida y la cantidad estándar definida por producción.

Tabla 14 - Cantidad producida y cantidad estándar

Maquina	Unidades producidas	Unidades estándar	Rendimiento
AOKI-1	7,781,615	8,606,174	90.42%
AOKI-2	5,583,303	9,210,235	60.62%
AOKI-3	7,353,014	7,970,215	92.26%
AOKI-4	5,341,746	5,687,636	93.92%
ASB-1	10,695,204	11,469,007	93.25%
ASB-2	9,392,652	10,119,127	92.82%
Total, general	46,147,534	53,062,394	86.97%

Fuente: Departamento de planificación, MANUPLAST

$$Rendimiento = \frac{46,147,534}{53,062,394}(100) = 86.97\%$$

Calidad

Cálculo de la calidad por mes del área de inyección soplado en MANUPLAST en 2024, según la información y registros del área de calidad, donde se reportan el producto defectuoso total comparado con la producción total de unidades.

Tabla 15 - Reporte de producto defectuoso y total producido

Mes	Unidades buenas	Total producido	% Calidad
Enero	4,530,036	4,626,687	97.91%
Febrero	4,001,883	4,073,481	98.24%
Marzo	3,024,119	3,076,371	98.30%
Abril	4,367,669	4,452,383	98.10%
Mayo	4,139,654	4,221,424	98.06%
Junio	3,270,929	3,335,091	98.08%
Julio	4,100,920	4,183,900	98.02%
Agosto	3,390,740	3,466,205	97.82%
Septiembre	3,376,562	3,454,191	97.75%
Octubre	3,973,833	4,043,990	98.27%
Noviembre	4,308,341	4,387,496	98.20%
Diciembre	2,778,344	2,826,315	98.30%
Total general	45,263,029	46,147,534	98.08%

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

Calidad por máquina

Cálculo de la calidad por máquina del área de inyección soplado en MANUPLAST en 2024 según la información y registros del área de calidad, donde se reportan el producto defectuoso total comparado con la producción total de unidades por maquina

Tabla 16 - Reporte de producto defectuoso total y total producido por maquina

Maquina	Unidades buenas	Total producido	% Calidad
AOKI-1	7,610,322	7,781,615	97.80%
AOKI-2	5,464,672	5,583,303	97.88%
AOKI-3	7,166,239	7,353,014	97.46%
AOKI-4	5,228,594	5,341,746	97.88%
ASB-1	10,532,048	10,695,204	98.47%
ASB-2	9,261,155	9,392,652	98.60%
Total general	45,263,029	46,147,534	98.08%

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

$$\text{Calidad} = \frac{45,263,029}{46,147,534}(100) = 98.08\%$$

OEE 2024

El OEE del área de inyección soplado en MANUPLAST calculado según la información recopilada del histórico de producción del año 2024 es de: **62.84%**.

OEE= (Disponibilidad)×(Rendimiento)×(Calidad)

OEE= (73.68 %) x (86.97%) x (98.08%) = 62.84%

Eficiencia histórica de producción por máquina del área de inyección soplado en MANUPLAST.

Tabla 17 - Eficiencia histórica de producción por maquinas

Maquina	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
AOKI-1	88.77%	90.42%	97.80%	78.50%
AOKI-2	49.99%	60.62%	97.88%	29.66%
AOKI-3	61.73%	92.26%	97.46%	55.51%
AOKI-4	70.47%	93.92%	97.88%	64.78%
ASB-1	84.04%	93.25%	98.47%	77.17%
ASB-2	87.06%	92.82%	98.60%	79.68%
OEE GLOBAL				62.84%

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

4.18.2.1 Conclusión del análisis del OEE actual en MANUPLAST

El análisis del OEE en el área de inyección soplado de MANUPLAST evidencia una eficiencia global del 62.84%, resultado que refleja un margen significativo de mejora en el desempeño operativo. Si bien algunas máquinas presentan indicadores cerca de lo aceptable, como la ASB-2 (79.68%) o la AOKI-1 (78.50%), otras evidencian una eficiencia considerablemente baja, como la AOKI-2, con apenas un 29.66% de OEE, debido principalmente a su baja disponibilidad y rendimiento.

Este panorama pone de manifiesto la falta de control y seguimiento sistemático del indicador OEE dentro de la planta. La ausencia de esta métrica clave impide a la empresa identificar de forma precisa las principales pérdidas en sus procesos productivos, dificultando la toma de decisiones orientadas a la mejora continua.

Además, operar sin una visión clara del OEE limita la capacidad de respuesta ante las exigencias del cliente, afectando potencialmente el cumplimiento de entregas en tiempo y forma (OTIF). Por esta razón, se considera fundamental la incorporación del OEE como herramienta de gestión dentro del plan de producción, así como su optimización continua, con el fin de elevar la eficiencia de las máquinas, reducir los tiempos improductivos y contribuir al cumplimiento de los objetivos de servicio al cliente.

4.19 Matriz o árbol de perdida basado en las 6 perdidas claves del OEE en MANUPLAST

Como parte del análisis en el área de inyección-soplado de MANUPLAST, es fundamental contar con una herramienta que permita identificar, clasificar y priorizar las principales causas de pérdidas de eficiencia en las máquinas. Para ello, se desarrolló una matriz de categorización de pérdidas, que organiza de manera jerárquica los distintos eventos que pueden generar paradas o afectar el rendimiento de los equipos.

Además, con el fin de profundizar en las causas que originan esta baja eficiencia, se empleó el enfoque de análisis basado en las 6 grandes pérdidas del OEE, una herramienta ampliamente utilizada para diagnosticar los factores que afectan la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de los equipos.

Las seis grandes pérdidas consideradas fueron:

1. Paradas no planificadas
2. Paradas planificadas
3. Pequeñas paradas o micro paros
4. Velocidad reducida de operación
5. Pérdidas por defectos de calidad
6. Reprocesos o puestas en marcha con pérdida

Durante la recopilación de datos, se clasificaron los eventos observados y los reportes históricos según esta tipología. Esto permitió construir un árbol de pérdidas personalizado,

ajustado a la realidad de la planta, en el cual se identificaron y jerarquizaron las causas más frecuentes que contribuyen a cada tipo de pérdida.

Tabla 18 - Tabla matriz de pérdidas basada en las 6 pérdidas claves del OEE en MANUPLAST

Código	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Categoría de pérdida del OEE
1	Preparación	Espera de orden	Orden no liberada a tiempo	Paradas planificadas
		Revisión técnica	Parámetros mal definidos	
		Ajuste de moldes	Alineación incorrecta	
2	Cambio de molde	Retiro de molde	Pernos oxidados	Paradas planificadas
		Instalación	Mal centrado del molde	
		Verificación	Moldes sin mantenimiento	
3	Arranque	Configuración de máquina	Parámetros de arranque mal cargados	Reprocesos / pérdidas en arranque
		Pruebas iniciales	Producto fuera de especificación	
		Ajustes en caliente	Mal ajuste de cabezal	
5	Limpieza de molde	Limpieza externa	Acumulación de PET	Pequeñas paradas o micro paros
		Limpieza interna	Canales obstruidos	
		Limpieza prolongada	No se hizo purga previa	
6	MTT correctivo	Intervención por falla	Falta de repuestos	Paradas no planificadas
		Tiempo excesivo de reparación	Dificultad de acceso a componente	
		Diagnóstico	Error en identificación de la falla	
7	Sin asignación	Evento no clasificado	Operador no registró causa	Sin clasificar / pendiente de análisis
		Error del sistema	Terminal sin conexión	
		Registro pendiente	Supervisor no validó paro	
8	Cambio de color	Limpieza de cabezal	Purga incompleta	Paradas planificadas
		Carga de nuevo color	Error de receta	

		Contaminación	Restos del color anterior	
9	Fuga de aire	Manguera	Manguera rota	Paradas no planificadas
			Desgaste por temperatura	
		Acoples	Junta mal colocada	
		Válvula	Fuga por sello dañado	
10	Fuga de aceite	Manguera	Agrietamiento por presión	Paradas no planificadas
		Juntas	Empaque mal asentado	
		Bomba	Sobrepresión	
11	Fuga de agua	Racores	Racor partido	Paradas no planificadas
		Mangueras	Pinchazo por roce	
		Intercambiador	Fisura interna	
12	Falla eléctrica	Alimentación general	Corto por humedad	Paradas no planificadas
		Panel de control	Tarjeta dañada	
		Sensores	Sensor sin señal	
13	Falla mecánica	Engranajes	Dientes desgastados	Paradas no planificadas
		Rodamientos	Sin lubricación	
		Ejes	Desalineación	
14	Falla de chiller	Bomba de agua	Daño en impulsor	Paradas no planificadas
		Condensador	Suciedad acumulada	
		Controlador	Fallo electrónico	
15	Falla de compresor	Motor principal	Sobrecarga	Paradas no planificadas
		Lubricación	Bajo nivel de aceite	
		Enfriamiento	Radiador tapado	
16	Falla de molde	Cavidades	Daño por impacto	Paradas no planificadas
		Sistema de cierre	Desgaste por uso	
		Enfriamiento	Canales tapados	
17	Corte de energía	Corte externo	Falla de red pública	

		Corte interno	Sobrecarga	Paradas no planificadas
		Reinicio de sistema	Falta de UPS	
18	Falta de personal	Turno sin cubrir	Ausencia inesperada	Paradas planificadas
		Personal no capacitado	Falta de entrenamiento	
		Tiempo de reemplazo	Retraso en sustitución	
19	Falla de vapor	Caldera	Quemador dañado	Paradas no planificadas
		Válvulas	Válvula bloqueada	
		Línea de vapor	Condensado acumulado	
20	Falta de MP interna	Almacén	Inventario desactualizado	Paradas planificadas
		Comunicación	Pedido no solicitado a tiempo	
		Error de control	Consumo no registrado	
21	Falta de MP externa	Proveedor	Entrega fuera de fecha	Paradas planificadas
		Logística externa	Transporte retrasado	
		Aprobación	Orden de compra pendiente	
22	Paro por calidad	Producto fuera de especificación	Mala mezcla de materiales	Pérdidas por defectos de calidad
		Defecto visual	Molde sucio	
		Defecto dimensional	Presión incorrecta	
23	MTT preventivo	Revisión programada	Actividad normal de PM	Paradas planificadas
		Ajuste de parámetros	Condición fuera de tolerancia	
		Cambio de piezas	Ciclo de vida cumplido	
24	Capacitación personal	Entrenamiento técnico	Introducción a nuevos procesos	Paradas planificadas
		Reentrenamiento	Alta rotación de personal	
		Evaluación	Personal sin certificación	
25	Fumigación	Programación mensual	Actividad externa programada	Paradas planificadas
		Emergencia sanitaria	Presencia de plagas	
		Autorización	Espera de ingreso de contratista	

26	Equipo hidráulico en uso	Uso compartido	Otra línea utiliza el equipo	Paradas no planificadas
		Falta de equipo redundante	Solo un equipo disponible	
		Coordinación	Mala programación entre líneas	

4.20 Identificación y registro histórico de paros programados y no programados

4.20.1 Gráfico de Pareto de paros no programados

A partir de esta base de datos, se identificaron las causas generales de paro y se construyeron dos diagramas de Pareto con el objetivo de visualizar claramente la distribución y el impacto de estas causas en la eficiencia operativa. El primer Pareto incluye la totalidad de eventos registrados, reflejando el panorama completo de pérdidas en el área. El segundo se enfoca exclusivamente en los paros no planificados, eliminando causas programadas y permitiendo identificar las áreas críticas que requieren atención inmediata para mejorar la disponibilidad del equipo.

La información utilizada fue extraída de los reportes diarios de producción correspondientes al año 2024, donde se registran de forma continua los paros ocurridos en cada una de las máquinas, junto con su respectiva causa. A partir de estos datos, se siguieron los pasos metodológicos para construir el diagrama:

- **Recolección de datos:** se extrajeron las causas de paro registradas en los informes de producción del área de inyección soplado durante el último año 2024.
- **Clasificación de causas:** se agruparon las causas similares en categorías representativas.
- **Tabulación de datos:** se contabilizó la cantidad de ocurrencias de cada causa.

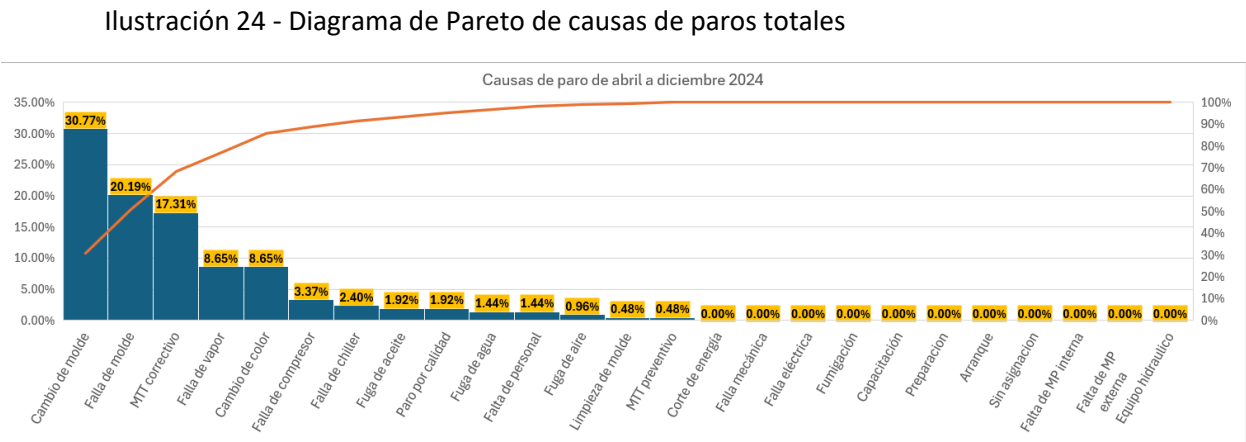
- Cálculo de porcentajes: se determinó el porcentaje que representa cada causa respecto al total de paros registrados.
- Ordenamiento descendente: se ordenaron las causas desde la de mayor a menor frecuencia.
- Cálculo de la frecuencia acumulada: se sumaron progresivamente los porcentajes para construir la curva acumulativa.
- Construcción del diagrama: se graficaron las causas en barras (frecuencia) y se trazó la curva de Pareto (frecuencia acumulada) para visualizar la distribución.

Tabla 19 - Tabla de tabulación de eventos de paros totales de abril a diciembre de 2024

Causa	Tiempo de paro total (hrs)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Cambio de molde	504.90	64	30.77%	30.77%
Falla de molde	355.30	42	20.19%	50.96%
MTT correctivo	299.20	36	17.31%	68.27%
Corte de energía	187.00	0	0.00%	68.27%
Falla de vapor	130.90	18	8.65%	76.92%
Falla mecánica	102.85	0	0.00%	76.92%
Falla de chiller	84.15	5	2.40%	79.33%
Falla de compresor	65.45	7	3.37%	82.69%
Fuga de aceite	37.40	4	1.92%	84.62%
Paro por calidad	33.66	4	1.92%	86.54%
Falla eléctrica	22.44	0	0.00%	86.54%
Cambio de color	13.09	18	8.65%	95.19%
Fumigación	11.22	0	0.00%	95.19%
Fuga de aire	9.35	2	0.96%	96.15%
Fuga de agua	5.61	3	1.44%	97.60%
Falta de personal	3.74	3	1.44%	99.04%
Capacitación	1.87	0	0.00%	99.04%
Limpieza de molde	0.94	1	0.48%	99.52%
MTT preventivo	0.94	1	0.48%	100.00%
Preparación	0.00	0	0.00%	100.00%

Arranque	0.00	0	0.00%	100.00%
Sin asignación	0.00	0	0.00%	100.00%
Falta de MP interna	0.00	0	0.00%	100.00%
Falta de MP externa	0.00	0	0.00%	100.00%
Equipo hidráulico	0.00	0	0.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos del año 2024 proporcionados por Manuplast



Fuente: Elaboración propia con datos del año 2024 proporcionados por MANUPLAST

4.20.2 Análisis y conclusión

El primer Pareto, que incluye todas las causas de paro, muestra que una proporción significativa de las pérdidas está concentrada en unas pocas causas principales, destacando especialmente el cambio de molde, seguido por fallas de molde y mantenimiento correctivo. Esto evidencia la validez de la Ley 80-20, donde aproximadamente el 80% de los problemas se originan en un 20% de las causas.

Este análisis permite entender el comportamiento general del área, considerando tanto actividades planificadas como no planificadas. El alto porcentaje de tiempo invertido en cambios

de molde resalta la importancia de optimizar los tiempos de preparación y ajustes para mejorar la disponibilidad global de la línea.

4.20.3 Estudio de tiempos de cambio de molde actualmente

El método utilizado es cronometraje con cronómetro, que es uno de los métodos más utilizados en los estudios de tiempos dentro de la ingeniería industrial, ya que permite medir de manera directa la duración de las operaciones realizadas por un trabajador en condiciones normales.

Este procedimiento consiste en dividir la tarea en elementos específicos y registrar con un cronómetro el tiempo que cada uno requiere, repitiendo varias mediciones para obtener un valor promedio confiable. Posteriormente, se aplica un factor de valoración que ajusta el tiempo según el ritmo observado del operario respecto a un ritmo estándar, y se agregan tolerancias por fatiga, demoras personales y retrasos inevitables, lo que finalmente permite calcular el tiempo estándar de la actividad.

El objetivo principal del cronometraje es determinar el tiempo estándar que requiere un cambio de molde en una máquina de inyección soplado de envases PET, bajo condiciones normales de trabajo, para realizar dicha tarea.

La información fue recolectada mediante la observación directa en planta, registrando detalladamente cada actividad realizada por los operadores durante el cambio de molde. Esta observación se realizó en dos eventos donde era necesario un cambio de molde en la máquina de

inyección soplada, para la fabricación de envase. Esta técnica permitió identificar no solo los tiempos requeridos para cada operación, sino también ineficiencias operativas, como repeticiones innecesarias, esperas por materiales no identificados previamente, y una logística no estandarizada en la preparación de herramientas y equipos.

Las actividades se clasificaron en dos grandes categorías:

- **Actividades externas:** aquellas que pueden realizarse con la máquina en operación, como la preparación de materiales, herramientas, y la planificación del cambio.
- **Actividades internas:** aquellas que requieren que la máquina esté detenida, como el desmontaje e instalación del molde, conexiones, calibraciones y pruebas.

Con base en esta información observada, se aplicaron los principios del estudio de tiempos estándar, donde se calculó:

- **Tiempo observado (TO):** duración registrada directamente en el proceso.
- **Tiempo normal (TN):** ajustado según el ritmo de trabajo del operario.
- **Tiempo estándar o tiempo tipo (TE):** considerando suplementos por características del proceso o necesidades personales.

Resumen de tiempos observados en el proceso de cambio de molde actualmente en inyección soplado MANUPLAST:

Durante la ejecución del estudio, se observaron diversas condiciones que afectaron negativamente el desempeño del proceso. Entre las más relevantes se identificaron:

- Falta de identificación y organización de herramientas y piezas necesarias para el montaje del nuevo molde.
- Ausencia o demora en la disponibilidad de materiales requeridos, lo que generó tiempos muertos innecesarios.
- Actividades repetitivas o duplicadas, especialmente en las fases de preparación y verificación, lo cual evidenció la falta de un método estandarizado.

Estas situaciones contribuyeron a una disminución del ritmo de trabajo general, generando ineficiencias y extensos tiempos de paro. Debido a estas condiciones, y considerando que los registros fueron tomados a partir de la observación de un operario con experiencia promedio, se ha estimado un ritmo de trabajo del 90% para efectos del cálculo del tiempo normal (TN).

Para el caso de las demoras y fatigas para trabajos moderadamente exigentes en condiciones normales, el suplemento recomendado varía entre 10% y 20%.

En este caso particular, al tratarse de un proceso con intervención física (manejo de moldes, herramientas, conexiones), y dada la presencia de demoras reales observadas, se consideró prudente aplicar un suplemento del 15%, representativo y equilibrado para reflejar en el estudio de tiempo.

Tiempos tomados en actividades externas

En el contexto de la metodología SMED, la optimización de actividades externas es fundamental para garantizar una transición eficiente durante los cambios de molde en máquinas de inyección-soplado PET. Aunque estas actividades no requieren la detención de la máquina, su

adecuada gestión tiene un impacto directo en la reducción del tiempo total de cambio. Preparar con anticipación herramientas, repuestos, moldes, ajustes previos y personal capacitado permite que, una vez la máquina se detiene, las actividades internas se ejecuten sin demoras ni interrupciones.

Tabla 20 – Tiempos tomados en actividades externas

Actividad	Descripción	Tiempo estimado (min)
Preparación de materiales	- Verificar las condiciones del molde antes de la parada.	9.66
	- Revisión de herramientas y piezas necesarias para el cambio.	19.32
Preparación de herramientas y piezas necesarias	-tener listos todas las piezas de repuesto, tornillos, accesorios y equipos de montaje necesarios para el cambio de molde	24.15
Preparación de nuevos materiales	-Asegurarse de que el material plástico o el polímero adecuado para el nuevo lote esté listo y accesible.	19.32
Revisión de parámetros de proceso	- Comprobar los parámetros de inyección (temperatura, presión, velocidad de inyección, etc.) esto se puede validar mediante manuales y datos de fabricante	14.49
Preparación de ajustes del ciclo	- Ajustar parámetros según el nuevo molde: tiempo de ciclo, velocidad de enfriamiento, etc.	14.49
Organización y logística	- Definir secuencia de tareas y preparar herramientas para el cambio de molde.	4.83
	- Desplazar el molde de repuesto cerca de la máquina.	4.83

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

Con el tiempo medido y considerando los porcentajes de ritmo de trabajo y de fatiga y demora calculamos el tiempo estándar actual de las actividades externas

Tabla 21 – Tiempo estándar de actividades externas

Actividad	Tiempo medido (min)	Ritmo	Tiempo normal (Tiempo medido x ritmo)	Tiempo estándar (TE = TN × (1 + 0.15))
Preparación de materiales	9.66	90%	8.70	10.00

	19.32	90%	17.39	20.00
Preparación de herramientas y piezas necesarias	24.15	90%	21.74	25.00
Preparación de nuevos materiales	19.32	90%	17.39	20.00
Revisión de parámetros de proceso	14.49	90%	13.04	15.00
Preparación de ajustes del ciclo	14.49	90%	13.04	15.00
Organización y logística	4.83	90%	4.35	5.00
	4.83	90%	4.35	5.00

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

Tiempo estándar total de actividades externas, calculado es: 115 minutos (1 hora 55 minutos)

Tiempos tomados en actividades internas

Tabla 22 – Tiempos tomados en actividades internas

Actividad	Descripción	Tiempo estimado (min)
Parada de la máquina	- Detener la máquina de manera segura y garantizar que esté fuera de funcionamiento y que enfríe	43.48
Retiro del molde usado	-Desmontar el molde viejo	43.48
	- Verificar el estado del molde viejo para su conservación.	19.32
Instalación del nuevo molde	- Colocar el molde nuevo en la máquina.	48.31
	- Asegurar que el molde esté alineado y fijado correctamente.	19.32

Ajustes de fijación	- Ajustar los elementos de fijación como pernos y tornillos para asegurar el molde.	33.82
Conexión de componentes	- Conectar sistemas como agua, gas o aire al molde (según sea necesario).	43.48
Ajuste de parámetros de la máquina	- Ajustar los parámetros de la máquina según el nuevo molde (temperatura, presión, etc.).	14.49
Calibración de la máquina	- Realizar la calibración de la máquina para asegurar su correcto funcionamiento con el nuevo molde.	14.49
Prueba inicial de inyección	- Realizar una primera inyección para verificar el funcionamiento adecuado del nuevo molde.	19.32
Ajustes finos del proceso	- Ajustar parámetros de inyección según los resultados de la prueba.	19.32
Inspección de calidad del producto	- Inspeccionar las primeras piezas para asegurarse de que cumplen con las especificaciones y calidad requeridas.	14.49

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

Con el tiempo medido y considerando los porcentajes de ritmo de trabajo y de fatiga y demora, calculamos el tiempo estándar actual de las actividades internas.

Tabla 23 – Tiempo estándar de actividades internas

Actividad	Tiempo medido (min)	Ritmo	Tiempo normal (Tiempo medido x ritmo)	Tiempo estándar (TE = TN × (1 + 0.15))
Parada de la máquina	43.48	90%	39.13	45
Retiro del molde usado	43.48	90%	39.13	45
	19.32	90%	17.39	20
Instalación del nuevo molde	48.31	90%	43.48	50
	19.32	90%	17.39	20
Ajustes de fijación	33.82	90%	30.43	35

Conexión de componentes	43.48	90%	39.13	45
Ajuste de parámetros de la máquina	14.49	90%	13.04	15
Calibración de la máquina	14.49	90%	13.04	15
Prueba inicial de inyección	19.32	90%	17.39	20
Ajustes finos del proceso	19.32	90%	17.39	20
Inspección de calidad del producto	14.49	90%	13.04	15

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

Tiempo estándar total de actividades externas, calculado es: 345 minutos (5 horas 45 minutos)

Tiempo total actual de cambio de molde

Tabla 24 – Tiempos total actual de cambio de molde

Etapas	Tiempo estándar actual (min)
Actividades externas (preparación)	115
Actividades internas (con máquina parada)	345
Total, cambio de molde	460 min (7h 40minutos)

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por MANUPLAST

Observaciones claves detectadas como pérdidas en el proceso de cambio de molde

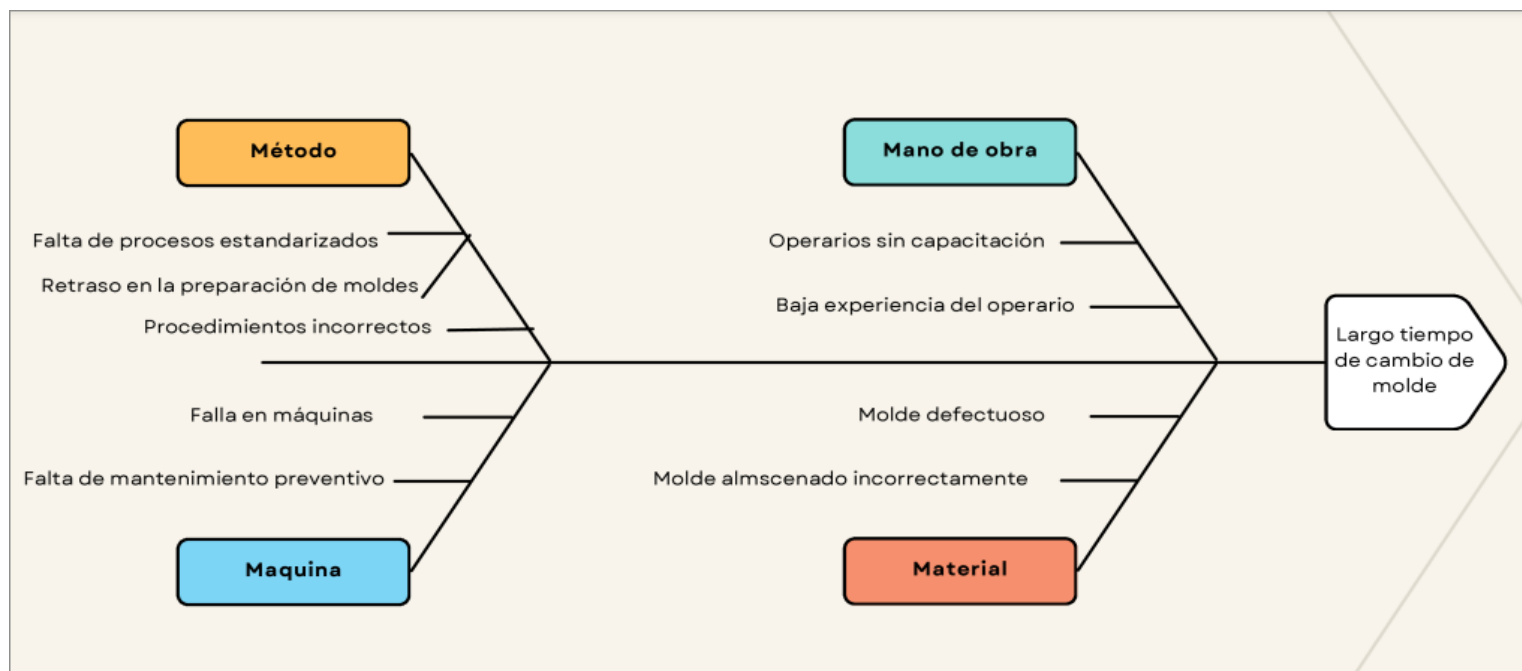
- ✓ Actividades no preparadas previamente
- ✓ Herramientas no estaban listas.
- ✓ Materiales no identificados a tiempo.
- ✓ Actividades repetidas o duplicadas.
- ✓ Posible re-verificación de herramientas o materiales.
- ✓ Paros no programados

4.20.4 Diagrama de Ishikawa de proceso de cambio de molde actual

El diagrama de causa y efecto o espina de pescado por su forma nos permite tener una visión grafica de las posibles causas de un problema específico en este caso el problema resulta ser el largo tiempo en el cambio de molde que genera ineficiencias en el proceso productivo, para efectos de clasificación en el diagrama las causas se enunciaron por línea productiva.

Una vez identificada las causales de detención se pueden implantar sistemas de mejoras continuas en el área de inyección soplado que permitan eliminar las causales.

Ilustración 25 - Diagrama de Ishikawa para cambio de molde



Fuente: Elaboración propia.

4.20.5 Gráfico de Pareto de paros no programados

En este segundo análisis de Pareto que se enfoca exclusivamente en los paros no planificados, eliminando causas programadas y permitiendo identificar las áreas críticas que requieren atención inmediata para mejorar la disponibilidad del equipo, se tiene la siguiente tabla con las causantes de paro registradas por parte del área de producción, dejando únicamente esas paradas de maquina imprevistas de la tabla de tabulación de eventos de paros totales de abril a diciembre de 2024

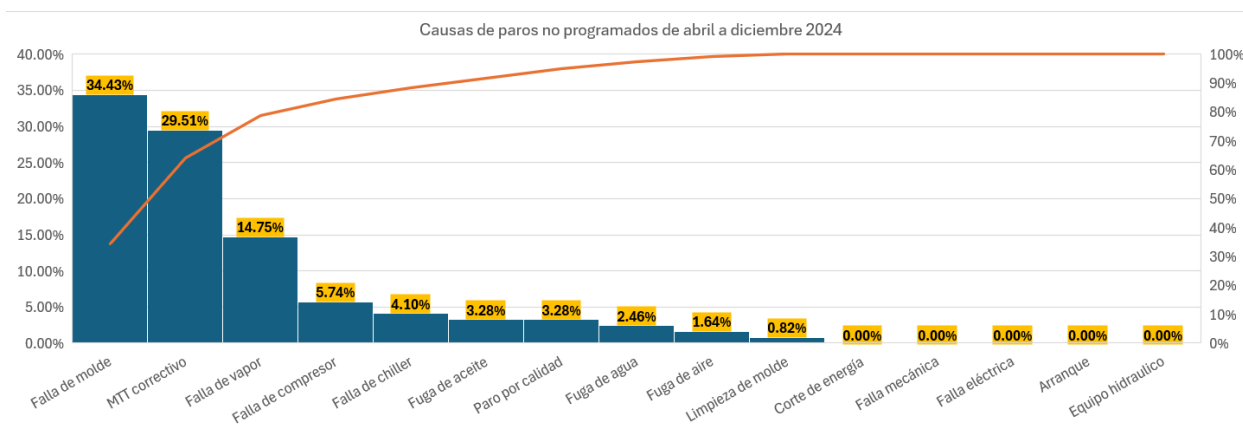
Gráfico de Pareto de paros no programados, para determinar las principales causas de paros no programados en el área de inyección soplado de MANUPLAST.

Tabla 25 - Tabla de tabulación de eventos de paros no planificados de abril a diciembre de 2024

Causa	Tiempo de paro total (hrs)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Falla de molde	355.30	42	34.43%	34.43%
MTT correctivo	299.20	36	29.51%	63.93%
Corte de energía	187.00	0	0.00%	63.93%
Falla de vapor	130.90	18	14.75%	78.69%
Falla mecánica	102.85	0	0.00%	78.69%
Falla de chiller	84.15	5	4.10%	82.79%
Falla de compresor	65.45	7	5.74%	88.52%
Fuga de aceite	37.40	4	3.28%	91.80%
Paro por calidad	33.66	4	3.28%	95.08%
Falla eléctrica	22.44	0	0.00%	95.08%
Fuga de aire	9.35	2	1.64%	96.72%
Fuga de agua	5.61	3	2.46%	99.18%
Limpieza de molde	0.94	1	0.82%	100.00%
Arranque	0.00	0	0.00%	100.00%
Equipo hidráulico	0.00	0	0.00%	100.00%

Fuente: elaboración propia con datos del año 2024 proporcionados por Manuplast

Ilustración 26 - Diagrama de Pareto de paros programados



Fuente: Elaboración propia con datos del año 2024 proporcionados por MANUPLAST

4.20.6 Análisis de Gráfico de Pareto de paros no programados

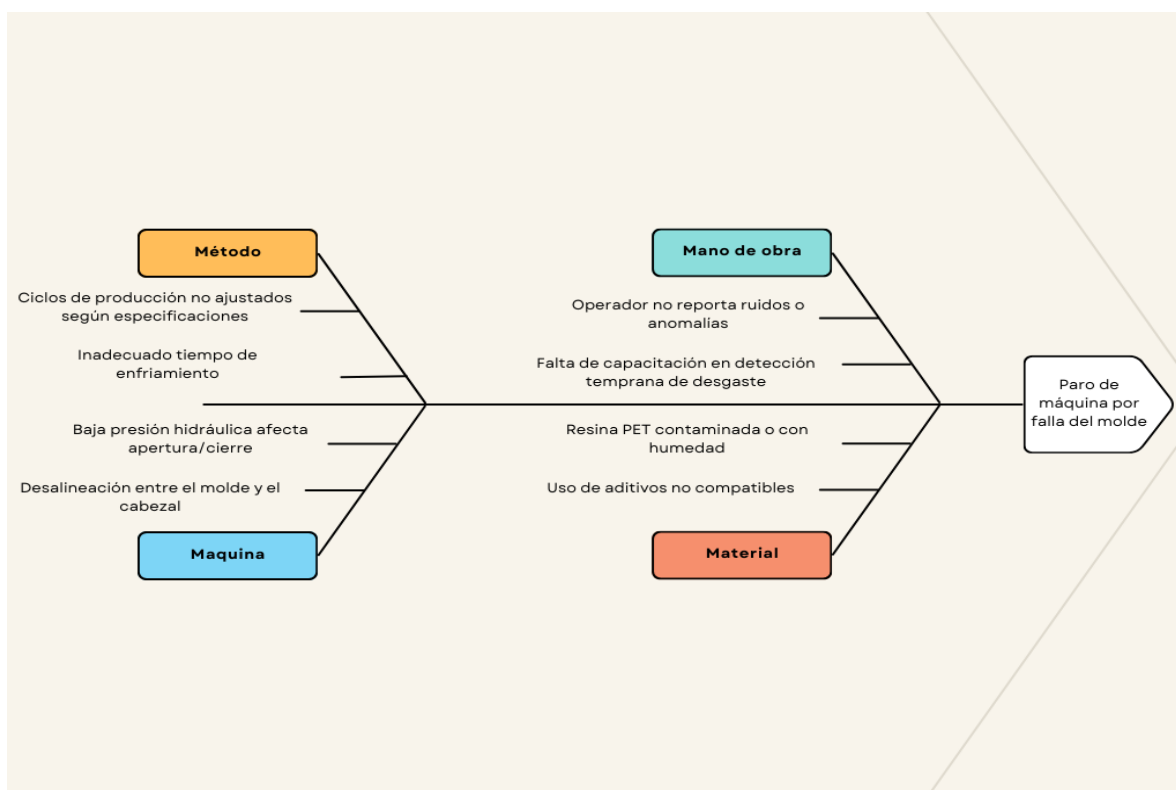
El segundo Pareto, centrado exclusivamente en los paros no planificados, revela las causas principales que impactan negativamente en la continuidad del proceso productivo. En este caso, se observan como predominantes las fallas de molde, mantenimiento correctivo y fallas de vapor, entre otras. Este enfoque permite priorizar intervenciones dirigidas a reducir interrupciones imprevistas, que afectan directamente la disponibilidad y rendimiento.

La identificación clara de estas causas permite diseñar estrategias de mantenimiento preventivo, mejora en la confiabilidad de equipos y capacitación del personal para disminuir la incidencia de paros no programados, contribuyendo así a un aumento significativo del OEE en el área.

El análisis Pareto de causas de paros muestra que un pequeño grupo de eventos representa la mayoría de las pérdidas de tiempo de máquina, confirmando la aplicación de la ley 80/20. En particular, el cambio de molde, la falla de molde, el mantenimiento correctivo y el corte de energía acumulan el casi el 80% de los tiempos de paro, evidenciando que el enfoque en la mejora de estos factores generará un impacto significativo en la disponibilidad del equipo. Este resultado valida la priorización de acciones correctivas y preventivas sobre estos puntos críticos para optimizar el OEE y, en consecuencia, mejorar el indicador OTIF.

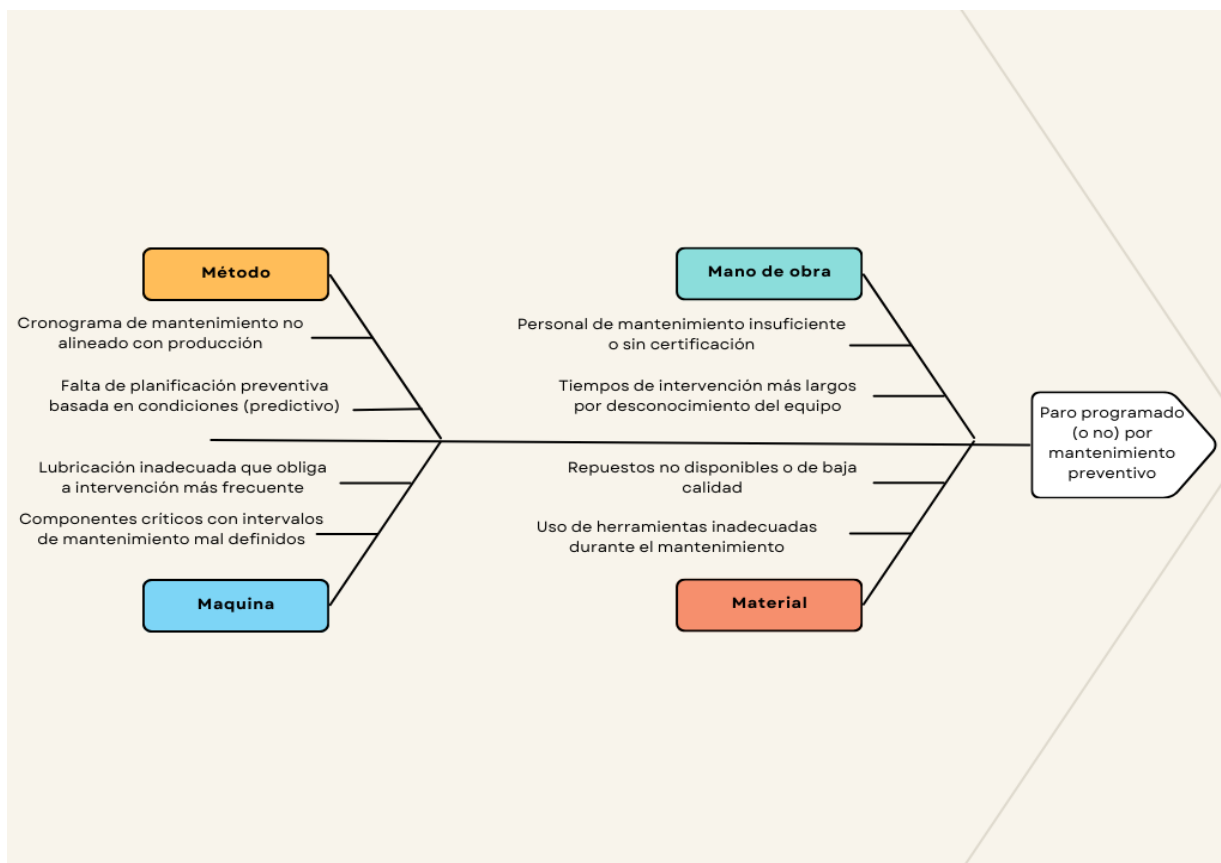
4.20.7 Diagrama de Ishikawa de principales causas de paradas no planificadas

Ilustración 27 - Diagrama de Ishikawa para paro de maquina por fallo del molde.



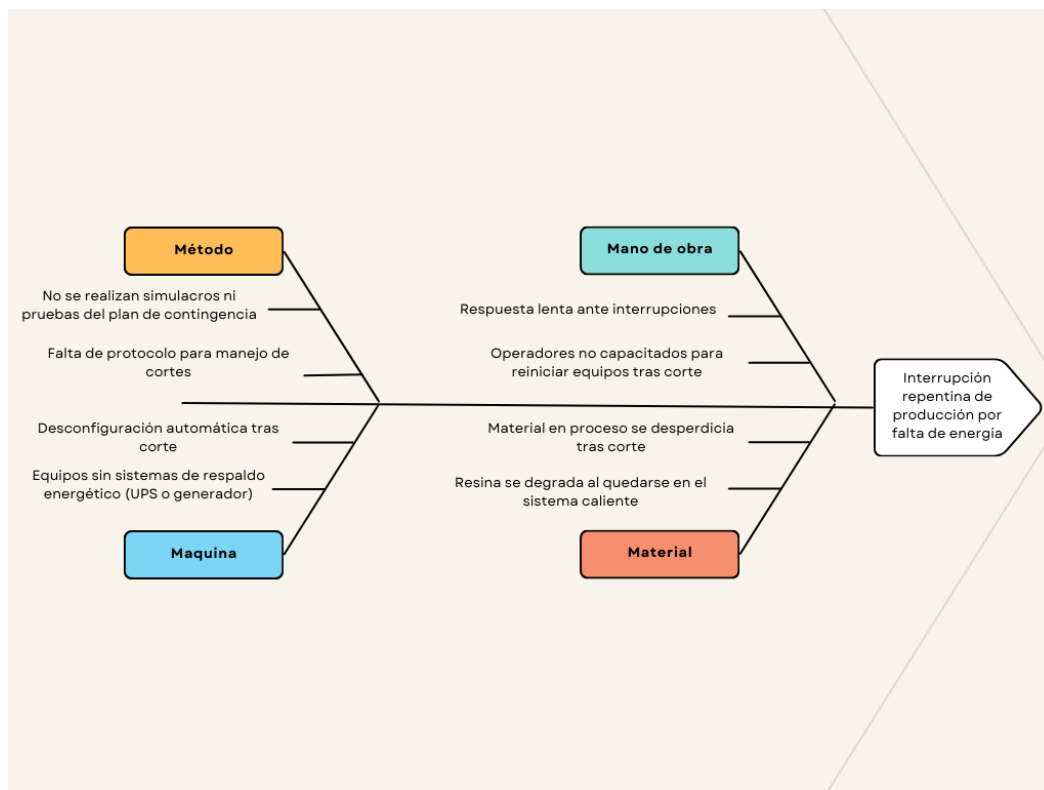
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 28 - Diagrama de Ishikawa para paro programa (o no) por mantenimiento preventivo.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 29 - Diagrama de Ishikawa para interrupción repentina de producción por falta de energía.



Fuente: Elaboración propia

4.21 Manejo actual de los factores relevantes del OEE

En cuanto a la recolección de datos, estos no se registran bajo un enfoque orientado al OEE. La información se obtiene indirectamente a través de reportes de producción, sin una estructura definida para alimentar este indicador de manera continua y confiable.

Respecto al personal operativo, si bien será necesaria su capacitación técnica para implementar correctamente la medición del OEE y comprender sus componentes, no se ha

identificado resistencia significativa al cambio. El equipo muestra disposición para mejorar los procesos, siempre que se les brinde soporte y acompañamiento.

En lo que refiere a la gestión de pérdidas en disponibilidad, se evidencia una fuerte dependencia del mantenimiento correctivo, lo cual incrementa el tiempo de paro no planificado. No existen protocolos estandarizados para clasificar las fallas ni se lleva un análisis estructurado que permita anticipar o prevenir las causas recurrentes.

Sobre la calidad, el control actualmente se limita a una inspección visual realizada por el propio operario, quien separa manualmente los productos defectuosos. No se aplican herramientas de análisis de causa raíz para investigar los motivos de rechazo, ni se documentan los defectos con detalle, lo que impide implementar mejoras sostenibles en esta área.

Estas limitaciones refuerzan la importancia de incorporar el OEE como indicador clave dentro del sistema de gestión de producción, no solo para cuantificar la eficiencia real, sino también para establecer planes de mejora técnica y operativa basados en datos.

4.22 Cálculo del OTIF Histórico a partir de datos Disponibles de enero a diciembre 2024

Actualmente, la empresa MANUPLAST no realiza un seguimiento estructurado del indicador OTIF, lo que limita su capacidad para evaluar el nivel de cumplimiento de sus entregas en función de dos factores clave, puntualidad y en su totalidad. Este indicador es esencial dentro de las métricas de gestión de la cadena de suministro, ya que permite conocer si los pedidos han

sido entregados en la fecha solicitada por el cliente (On Time) y con la cantidad y especificaciones correctas (In Full).

Dado que esta métrica no se encuentra integrada formalmente en los registros operativos, el equipo de trabajo ha procedido a recopilar y analizar información histórica correspondiente a los pedidos atendidos durante el año 2024, con el objetivo de estimar el valor actual del OTIF y así identificar el nivel de desempeño de la empresa en términos de servicio al cliente.

Para este análisis, se han considerado los siguientes elementos:

- Número total de pedidos entregados en el año 2024: **1,190**
- Pedidos entregados a tiempo, es decir, aquellos que fueron entregados en la fecha originalmente pactada con el cliente: **1,042**
- Pedidos entregados en su totalidad, refiriéndose a aquellos que fueron entregados con la cantidad y características completas, según la orden de compra original: **1,171**

Relación de los factores de entregas en tiempo y completos:

- ❖ Las entregas en tiempo son 1042 y 148 entregas tardías
- ❖ Pedidos entregados completos 1,171 y 19 incompletos
- ❖ Total de fallos $(148+19) = 167$
- ❖ Total de pedidos entregados a tiempo y completos: $(1,190-167) = \mathbf{1,023}$

Se logró recopilar 167 casos de no conformidad por entregas tardías o incompletas de parte de MANUPLAST.

Cálculo de parámetros del OTIF

Datos	
Pedidos entregados a tiempo	1,042
Pedidos entregados completos	1,171
Número total de pedidos	1,190

Cálculo del % de entregas a tiempo.

$$\text{On Time \%} = \frac{\text{Entregas a tiempo}}{\text{Número total de pedidos}} (100)$$

$$\text{On Time \%} = \frac{1,042}{1,190} (100) = \mathbf{87.56\%}$$

Cálculo del % de entregas completas

$$\text{In Full \%} = \frac{\text{Entregas completas}}{\text{Número total de pedidos}} (100)$$

$$\text{In Full \%} = \frac{1,171}{1,190} (100) = \mathbf{98.40\%}$$

OTIF 2024

Cálculo del OTIF de la data correspondiente al año 2024

$$\text{OTIF\%} = \frac{\text{Número de pedidos entregados a tiempo y completos}}{\text{Número total de pedidos}} (100)$$

$$\mathbf{OTIF\%} = \frac{1,023}{1,190} (100) = \mathbf{85.97\%}$$

4.22.1 Análisis de OTIF actual

El OTIF actual en MANUPLAST es de 85.97%, mientras que el objetivo establecido es alcanzar un nivel de 97%. Esta brecha refleja dificultades principalmente relacionadas con ineficiencias en los procesos productivos y la falta de visibilidad sobre el desempeño real de los equipos y operaciones.

Uno de los factores clave que afecta la entrega a tiempo es la ausencia de un seguimiento riguroso a cada orden de despacho, lo que impide garantizar que los pedidos se cumplan conforme a las fechas y condiciones previamente acordadas con los clientes. La carencia de control sobre este indicador debilita la capacidad de respuesta de la empresa, afectando tanto la eficiencia logística como la satisfacción del cliente final.

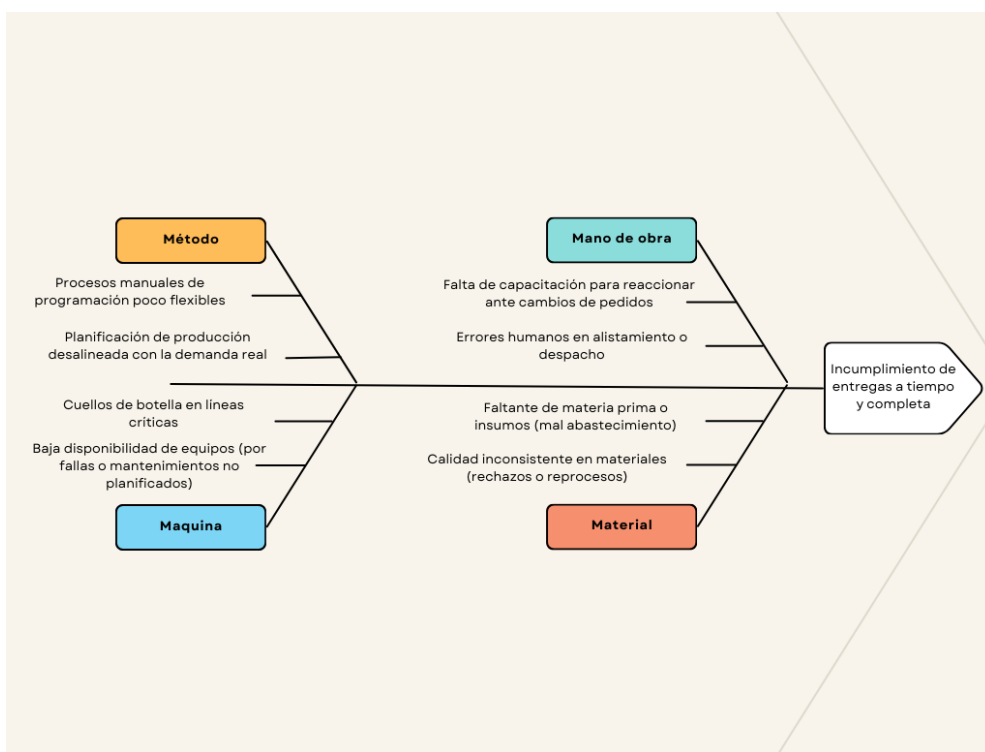
Por otro lado, otro factor acusante en el incumplimiento del OTIF es la forma en que se gestiona el inventario de producto terminado y de materia prima actualmente en la empresa. Si bien los clientes han solicitado el manejo de stock de seguridad para asegurar entregas inmediatas y estables, la empresa actualmente opera bajo un esquema de producción ajustada al pedido, donde los productos se entregan casi al límite de su fabricación, sin contar con un inventario buffer que permita absorber variaciones en la demanda o retrasos internos.

La política interna de inventarios (según el área de compras de la empresa) establece que se debe mantener un stock de materia prima equivalente al doble del tiempo de entrega del proveedor (por ejemplo, si un proveedor tiene un lead time de 1 mes, se deben tener 2 meses de inventario en planta). Sin embargo, esta política no siempre se cumple debido a limitaciones de espacio físico, tanto para almacenar materia prima como producto terminado. Esto expone a la

empresa a interrupciones no planificadas en la producción por falta de materiales, afectando el cumplimiento del OTIF.

Además, el no disponer de inventario de seguridad suficiente impide reaccionar de forma ágil ante fluctuaciones en la demanda, cambios en los pedidos o fallos imprevistos en el proceso productivo, lo que agrava el nivel de cumplimiento de entregas completas y a tiempo.

Ilustración 30 - Diagrama de Ishikawa para incumplimiento de entregas a tiempo y completa



Fuente: Elabaoación propia

4.22.2 Consecuencias del incumplimiento del OTIF en la empresa en estudio

Un OTIF actual del 85.97% en MANUPLAST puede generar distintas repercusiones significativas en la cadena de suministro, la satisfacción del cliente y el desempeño general del negocio.

- ❖ **Pérdida de confianza por parte de los clientes:** La falta de cumplimiento genera desconfianza, lo que puede traducirse en disminución del volumen de pedidos o la pérdida de clientes importantes a largo plazo.
- ❖ **Afectación al flujo de efectivo:** La entrega incompleta de pedidos puede postergar la facturación, y en algunos casos, generar penalidades o descuentos solicitados por los clientes, lo que reduce los ingresos.
- ❖ **Desorganización en la cadena de suministro:** La inestabilidad en la producción y los retrasos en la entrega afectan la programación de pedidos, generando cuellos de botella y aumentando la carga operativa del área logística.
- ❖ **Impacto en la eficiencia productiva:** Al no contar con una planificación clara basada en inventarios robustos y en una capacidad real de respuesta, se compromete la eficiencia global del proceso, afectando indicadores como el OEE.

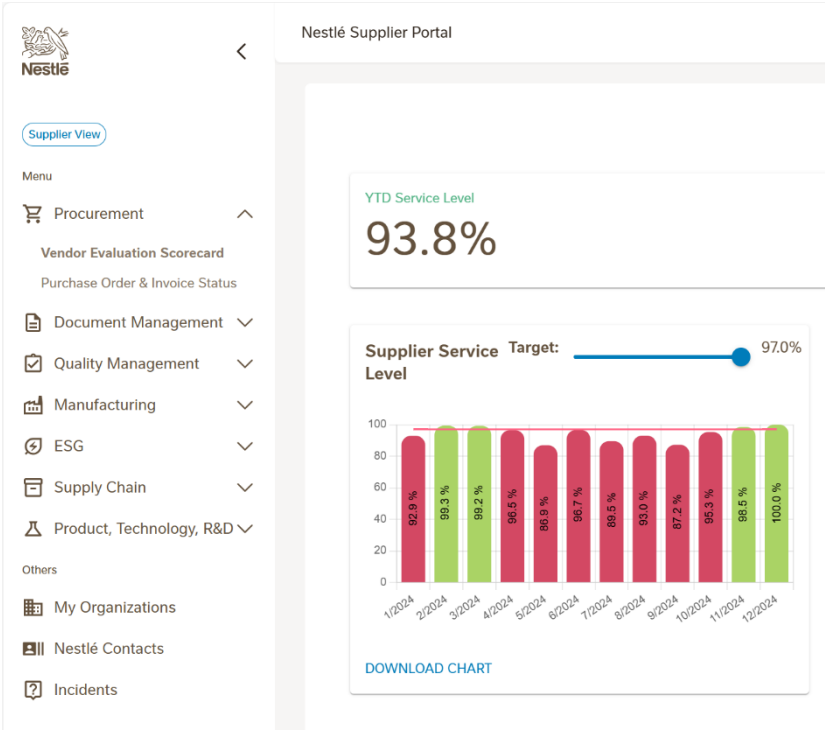
4.22.3 Evaluación de nivel de servicio según el principal cliente de MANUPLAST

El principal cliente de MANUPLAST, Nestlé, realiza una evaluación continua del nivel de servicio mediante su plataforma de proveedor, donde monitorea el desempeño en función del

cumplimiento de entregas a tiempo y completas (OTIF). Este indicador es actualizado mensualmente y representa un factor clave para la permanencia del proveedor en su cadena de suministro.

Durante el año 2024, Nestlé ha registrado un promedio de 93.8% en el nivel de servicio de MANUPLAST, lo cual se encuentra por debajo del objetivo establecido de 97%.

Ilustración 31 - Portal de evaluación del cliente hacia MANUPLAST 2024



Fuente: Portal de evaluación del cliente.

Este resultado evidencia la necesidad de incorporar el OTIF como indicador de gestión dentro del plan de mejora, no solo para monitorear el cumplimiento, sino también para fortalecer la coordinación entre producción, logística y atención al cliente

4.23 Identificación de las ineficiencias en el proceso de inyección soplado

La optimización en el proceso de inyección soplado de la empresa MANUPLAST es un punto importante para la mejora de la productividad total de la empresa. Actualmente se planifica la producción contra orden de compra del cliente, sin una medición real de la capacidad instalada y sin optimizar el OEE de cada línea, lo que provoca muchas inconsistencias a la hora de cumplir con los requerimientos del cliente.

Disponibilidad del equipo: Se ha detectado ineficiencia en la disponibilidad de los equipos, esta inactividad se da debido a paros no programados o mantenimiento incorrecto que reduce la disponibilidad de una máquina, estos paros son causados por fallas en los equipos, tiempos de cambios de moldes largos o falta de algún insumo.

Rendimiento: La ineficiencia en este caso se da ya que la velocidad de producción real es menor a la esperada, esto es por ajustes incorrectos en la máquina o que la máquina no cuente con los parámetros adecuados al molde, mal funcionamiento de la máquina por falla o variabilidad en los materiales.

Calidad: Se identifica una tasa considerable, que no es medida en su totalidad, de productos defectuosos que indica problemas en la calibración de los equipos, problemas con la materia prima o mal manejo de las variables del proceso.

4.24 Problemáticas identificadas en el proceso en estudio

Durante la visita y a través de observaciones al proceso y conversaciones con el personal involucrado en el área de inyección soplado, se detectaron algunas problemáticas relevantes dentro del proceso de fabricación de envases, algunas de ellas son.

Planificación y Monitoreo de la Producción: La empresa utiliza un sistema básico de planificación basado en herramientas de Microsoft Office, sin contar con software especializado para la integración de datos en tiempo real. El monitoreo de la producción se realiza de manera visual y manual, principalmente al final de los turnos, lo que limita la capacidad de respuesta ante problemas. No existe un sistema estructurado para medir el rendimiento de los equipos ni para anticipar posibles inconvenientes en la producción.

Gestión del Mantenimiento y Tiempo de Inactividad: Se evidencia una notable deficiencia en el registro y análisis de los tiempos de inactividad de los equipos. Los cambios de moldes y ajustes de máquinas se realizan sin una planificación detallada, basándose únicamente en tiempos históricos estándar. Esta falta de control puede estar impactando significativamente en la eficiencia general de la planta.

Gestión de Prioridades y Capacidad de Producción: La empresa maneja las prioridades de producción de manera reactiva, sin una adecuada visualización de las necesidades del cliente o estimación de tiempos para emergencias. Aunque generalmente cumplen con las órdenes de los clientes, lo hacen frecuentemente al límite de tiempo. No realizan un análisis formal de la capacidad de producción, confiando principalmente en la experiencia del personal.

Control de Calidad y Eficiencia: Los problemas de calidad se manejan de forma correctiva más que preventiva. Aunque se realizan correcciones cuando se detectan productos defectuosos, no existe un sistema para documentar las causas raíz ni para evaluar el impacto total de estos problemas en la eficiencia de producción. Esta falta de seguimiento sistemático puede estar contribuyendo a la recurrencia de problemas similares.

Medición de Rendimiento y OEE: La empresa no implementa una medición formal del OEE (Eficiencia General de los Equipos). Aunque se tienen algunas métricas aisladas de disponibilidad y se realiza control de calidad, no existe una integración de estos datos para obtener una visión completa del rendimiento de la planta. Esta carencia de métricas integradas dificulta la identificación y solución de ineficiencias operativas.

Seguimiento de Despachos y Cumplimiento de Entregas: Otro punto crítico identificado es la falta de un sistema formal para el seguimiento de los despachos y cumplimiento de entregas. Actualmente, la empresa no cuenta con una herramienta sistematizada que permita verificar en tiempo real si los pedidos fueron despachados en su totalidad y dentro de los plazos comprometidos con los clientes. Esta debilidad dificulta la trazabilidad del cumplimiento de las órdenes y afecta directamente el indicador OTIF, ya que no se detectan a tiempo los desvíos o retrasos, limitando la capacidad de reacción y mejora continua.

Gestión de Inventarios y Almacenamiento: En cuanto a la gestión de inventarios, se evidenció que la empresa opera con niveles mínimos de producto terminado y materia prima, lo que representa un riesgo considerable para la continuidad de la producción y el cumplimiento de

pedidos. A pesar de que existe una política interna que establece mantener un inventario de materia prima equivalente al doble del lead time del proveedor, esta no se cumple de manera consistente debido a las limitaciones de espacio físico en planta.

Además, no se mantiene un stock de seguridad de producto terminado, lo que obliga a despachar casi exclusivamente lo que se produce, dejando poco margen ante imprevisto o variaciones en la demanda. Esta situación contribuye a la entrega de pedidos en el límite del tiempo establecido, elevando el riesgo de incumplimiento en cantidad y fecha, y afectando negativamente tanto el OTIF como la percepción del cliente.

4.25 Matriz de problemas identificados

Tabla 26 - Matriz de problemas identificados.

N°	Problema identificado	Resumen del problema	Área afectada	Impacto sobre OTIF / Producción
1	Planificación y monitoreo de la producción	Uso de herramientas básicas sin integración en tiempo real; monitoreo manual y tardío.	Producción / Logística	Baja capacidad de respuesta ante fallas o desviaciones.
2	Gestión del mantenimiento y tiempo de inactividad	Falta de planificación detallada en cambios de moldes y escaso análisis de paros.	Mantenimiento / Producción	Aumentan los tiempos muertos; reduce la eficiencia.
3	Priorización reactiva y falta de análisis de capacidad	Las prioridades se manejan según urgencias, sin análisis formal de tiempos ni capacidad instalada.	Producción	Riesgo de retrasos en entregas; entregas al límite.
4	Control de calidad reactivo	Se corrigen defectos, pero no se documentan causas ni se hace análisis preventivo.	Calidad / Producción	Problemas recurrentes que afectan eficiencia y tiempos.

5	Ausencia de medición formal del OEE	No se integran métricas de rendimiento; no hay visibilidad global de la eficiencia de los equipos.	Producción / Mejora continua	Dificulta la mejora continua y el control operativo.
6	Falta de seguimiento de despachos	No hay trazabilidad ni control en tiempo real de si los pedidos se entregan completos y a tiempo.	Logística Comercial	Directamente afecta el OTIF y la satisfacción del cliente.
7	Gestión deficiente de inventarios	No se mantiene stock de seguridad ni se cumple la política de cobertura de lead time; espacio limitado.	Almacén / Compras	Riesgo de quiebres; entregas al límite sin margen de error.

Fuente: elaboración propia con los resultados del diagnóstico actual

4.26 Análisis FODA de la empresa

Fortalezas (F)	Debilidades (D)
• Tecnología avanzada en inyección y soplado PET: La empresa utiliza maquinaria moderna que permite producir envases con alta precisión y de manera estable. • Capacidad de producción flexible: La empresa puede adaptarse a diferentes tamaños y tipos de envases PET, lo que la hace atractiva para diversas industrias (alimentos, bebidas, cosméticos). • Experiencia en la industria: Larga trayectoria en la fabricación de envases PET, con un equipo especializado. • Control de calidad riguroso: Buen sistema de monitoreo de calidad en la producción. • Certificaciones: certificación de norma FSSC 22000 que genera confianza en los clientes y estabilidad en los procesos.	• Tiempos de mantenimiento elevados: El alto tiempo de inactividad debido a mantenimientos imprevistos genera retrasos en la producción, lo cual impacta negativamente en el OEE, aumentando los costos y afectando la capacidad de cumplir con los plazos de entrega (OTIF). • Desajustes entre la planificación de la producción y la demanda real: La producción a veces no está completamente alineada con los plazos de entrega solicitados, lo que afecta negativamente el OTIF. • Costos operativos elevados: Los costos de operación, especialmente en energía y materias primas, pueden ser elevados debido a ineficiencias en la producción.

Oportunidades (O)	Amenazas (A)
• Crecimiento del mercado de envases sostenibles: La tendencia hacia el uso de envases reciclables y ecológicos puede abrir nuevos mercados para los productos de PET reciclado. • Aumento de demanda de envases PET por la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética: Con el crecimiento de estas industrias, hay oportunidades para aumentar la producción y la venta de envases PET. • Alianzas estratégicas con empresas: Potencial para formar alianzas con grandes marcas en la industria alimenticia, farmacéutica o cosmética • Mejoras en la cadena de suministro: Optimizar relaciones con proveedores de materia prima (PET) y distribuidores, lo que puede reducir costos y mejorar tiempos de entrega.	• Fluctuaciones en los precios de las materias primas: Variabilidad en los costos de la resina PET, material reciclado o suministros complementarios, podría impactar los márgenes de ganancia y el costo de producción. • Competencia con precios bajos: Competidores en mercados de bajo costo pueden reducir los márgenes de la empresa, principalmente en mercados de productos estándar. • Regulaciones más estrictas en sostenibilidad: Normativas gubernamentales sobre reciclaje y uso de plásticos podrían afectar los procesos productivos y requerir inversiones adicionales.

4.27 Herramientas de análisis y mejoras de procesos utilizadas para el desarrollo del diagnóstico actual de la empresa.

Objetivo estratégico	Herramienta	Finalidad
Reducción de tiempos	Estudios de tiempo	Validar tiempos de cambios de molde en el proceso.
Flujo de procesos	Diagrama de flujo	Documentar y optimizar rutas operativas
Estructura de procesos	diagrama de procesos y sub procesos	Definir la estructura de los procesos de la empresa.
Monitoreo del desempeño	Diagrama de Pareto	Control y realineación proactiva
Identificación de causas y efectos	Ishikawa	Identificar causas y efectos de tiempos de cambio de moldes
Identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas	FODA	Evaluar la situación interna y externa de la empresa
Mejora continua	Análisis de Pareto (80/20)	Visualizar las posibles causas principales para enfocar acciones en las que tiene mayor impacto

Capítulo V – PROPUESTA

5. Propuesta de un plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST; a través de la optimización del OEE, para el mejoramiento de las entregas y cumplimiento del OTIF”.

Como resultado de la investigación desarrollada en MANUPLAST, se identificó que actualmente no se está evaluando formalmente el OEE (Overall Equipment Effectiveness (Eficiencia General de los equipos)) ni el OTIF (On Time In Full (A tiempo y completo)). Atendiendo a que estos indicadores son fundamentales para analizar la eficiencia operativa y el cumplimiento en la entrega, especialmente en el proceso de inyección-soplado, se ha elaborado una propuesta integral destinada a su implementación y seguimiento estructurado para que se ha incorporado dentro del plan de producción de la empresa. Para el establecimiento del sistema integrado de medición que considera:

Definición de indicadores

OEE: Evaluación tomando en cuenta tres componentes críticos: disponibilidad, rendimiento y calidad.

OTIF: Medición como la proporción de entregas efectuadas a tiempo y en las cantidades solicitadas por los clientes.

Metodología de recolección de datos

Instalación de Tablet en las máquinas en el área de inyección-soplado.

Registros manuales complementarios para validar la información generada.

Frecuencia de cálculo y análisis

- Indicadores calculados diariamente, con resúmenes acumulados al final de cada mes.

- Informes gráficos y tablas para visualizar tendencias, identificar áreas de oportunidad y facilitar la toma de decisiones.

Con esta implementación, MANUPLAST podrá identificar con mayor claridad las debilidades en su proceso de inyección-soplado. Esto le permitirá tomar acciones fundamentadas para mejorar la eficiencia operativa y elevar la satisfacción del cliente.

A continuación, se presentan las fases de implementación, cronograma sugerido y los recursos necesarios para implementar la propuesta de manera exitosa.

5.1 Objetivo:

Presentar una propuesta para implementar un sistema de seguimiento y medición continua del OEE, medición del OTIF que facilite la toma de decisiones basada en datos, en el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST, enfocada en la optimización del OEE con el fin de mejorar las entregas y asegurar el cumplimiento del OTIF.

5.2 Alcance

La propuesta está diseñada para ser desarrollada en la empresa MANUPLAST, específicamente en el área de inyección-soplado. Para el análisis de los datos obtenidos y cálculo de los indicadores de OEE, cumplimiento de entregas, sin modificar políticas comerciales o de ventas.

5.3 Propuesta para implementación de las 5S en área de inyección soplado

La metodología 5S, es una herramienta fundamental del Lean Manufacturing destinada a eliminar desperdicios, organizar espacios de trabajo y fortalecer la disciplina visual en planta. Esta

práctica no solo mejora la eficiencia operativa, sino también la seguridad laboral y el clima organizacional. En el sector del plástico, particularmente en el proceso de inyección y soplado, se ha demostrado que la implementación de 5S reduce significativamente tiempos inactivos e ineficiencias, promueve un entorno más ordenado y disminuye errores y defectos.

Debido a las condiciones actuales detectadas, se propone como acción inicial la implementación estructurada de la metodología 5S en el área de inyección-soplado de Manuplast. Esta iniciativa permitirá crear un entorno más controlado y estandarizado, lo cual facilitará la correcta ejecución y seguimiento de actividades productivas, la implementación de rutinas de mantenimiento autónomo, y una medición más precisa de indicadores como OEE y OTIF. En otras palabras, las 5S no solo mejoran el entorno físico, sino que preparan el terreno para la sostenibilidad de cualquier mejora posterior.

5.3.1 Alcance

La propuesta se enfoca en el área de inyección-soplado, con el fin de elevar la eficiencia, reducir tiempos muertos y establecer prácticas sostenibles de mejora continua.

5.3.2 Delimitación

Área de intervención: línea de producción de preformas, inyectoras y estaciones de soplado en Manuplast. Fases incluidas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke en español, corresponden a los cinco principios del método japonés conocido como las 5S, que se traducen como: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplina.

Equipo implicado: comité 5S con operarios, supervisores, líderes de planta y soporte de mantenimiento y calidad.

Duración del piloto: 6 meses (3 meses de implementación más 3 de seguimiento y ajustes).

5.3.3 Objetivo

Implementar la metodología 5S en el área de inyección-soplado de Manuplast para optimizar procesos productivos, reducir tiempos de cambio e inactividad, y promover un entorno de trabajo más seguro, ordenado y eficiente.

5.3.4 Etapas de implementación

5.3.4.1 Pasos previos

1. Conformación de equipo 5S

Para implementar las 5S y sostener las mejoras, será necesario conformar un equipo que tendrá la responsabilidad de llevar a cabo las actividades que surjan de la implementación del programa. También deberá difundir y promover la cultura de la mejora continua.

De acuerdo a la regla 20-60-20² afirma que dentro de un grupo de personas siempre existe El 20% estará a bordo y listo para hacer lo necesario para implementar los cambios, el 60% comprenderá la necesidad del cambio, aunque seguirá siendo escéptico al respecto, pero estará dispuesto a aceptarlo a regañadientes y el 20% no se sumará en absoluto.

Por ello, para conformar el equipo es importante identificar a aquellas personas que se manifiestan a favor del cambio con el fin de aumentar la probabilidad de obtener resultados positivos. Una vez alcanzado el éxito inicial, será más fácil convencer a las personas indecisas acerca de los beneficios del cambio propuesto.

2. Presentación del Equipo

Sirve para registrar información acerca del equipo de trabajo.

² <https://bridgebetween.com/the-20-60-20-rule-of-change-management/>

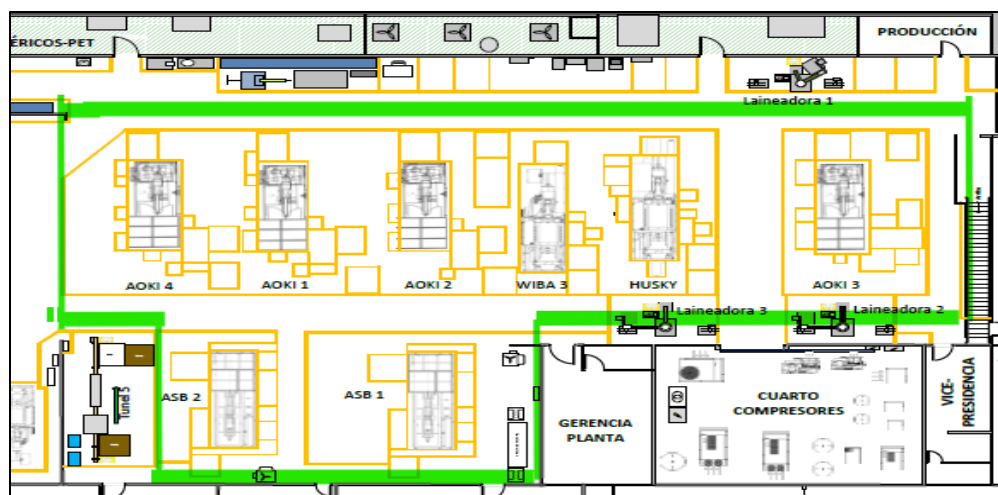
3. Responsabilidades del equipo de trabajo:

- Capacitarse y capacitar a toda la organización sobre los principales conceptos del programa 5S y de la mejora continua.
- Aportar ideas y propuestas de mejora.
- Realizar reuniones de trabajo en las que se detecten acciones de mejora y acciones a implementar.
- Solicitar los recursos que se necesitan para implantar las 5S.
- Participar en la formulación de planes de mejora continua.
- Propiciar la participación y compromiso de toda la organización con el proceso de cambio.
- Definir indicadores que permitan evaluar el avance del proyecto.

4. Plano de Planta

Se utiliza para esquematizar los diferentes elementos, equipos y sectores dentro de la planta. Durante la implementación de las 5S, puede utilizarse para identificar y cuantificar espacios ocupados por material innecesario; delimitar un área de descarte; y/o reubicar elementos o materiales en la etapa de orden.

Ilustración 32 - Plano de la planta



Fuente: elaborado por MANUPLAST

5. Auditoría 5S

Tiene por objetivo diagnosticar el estado inicial o evaluar los avances en la implementación de las 5S.

Empresa:		Operación que realiza en el área:		Fecha:	
Área:		Personal Involucrado:			
Responsable del área:		Metros cuadrados (x amb):			

S1-SELECCIONAR

	Nº	Ítem a Evaluar	Cumple	
			SI	NO
GENERALES	1	¿Hay materiales obsoletos o productos innecesarios? ¿Son descartables?		
	2	¿Hay documentación compartida en el sector? ¿Se utiliza con frecuencia?		
	3	¿Se encuentran elementos que debieran pertenecer a otro sector?		
	4	¿Todas las máquinas y equipos son necesarios? ¿Están operables?		
AREA DE TRABAJO	1	¿Existen objetos innecesarios, chatarra y/o basura en el lugar de trabajo?		
	2	¿Sobre las mesas de las máquinas hay cosas innecesarias?		
	3	¿Existen en el puesto de trabajo, las herramientas que se necesitan?		
	4	¿Hay objetos afectando las áreas de circulación?		

S2- ORDEN

GENERALES	N°	Ítem a Evaluar	Cumple	
			SI	NO
GENERALES	1	¿Se encuentran ordenados los cables y mangueras?		
	2	¿Es fácil identificar y ubicar los elementos de seguridad?		
	3	¿Se utilizan letras, números, dibujos y colores para las indicaciones?		
	4	¿Se encuentran claramente identificados los corredores de circulación?		
AREA DE TRABAJO	1	¿Cómo es la ubicación y devolución de herramientas, materiales y equipos?		
	2	¿Se encuentran ordenadas las herramientas, y los documentos técnicos?		
	3	¿Hay objetos sobre armarios y equipos?		
	4	¿Están definidas las ubicaciones de máquinas y existen sectorizaciones?		

S3- LIMPIEZA

GENERALES	N°	Ítem a Evaluar	Cumple	
			SI	NO
GENERALES	1	¿Se encuentran sucios o rotos los vidrios? ¿Las paredes están limpias?		
	2	¿Hay derrames de líquidos (agua, aceite, etc.) en los corredores?		
	3	¿Se encuentran ordenados los elementos de limpieza?		
	4	¿Se encuentran identificados y ubicados los desperdicios o sobrantes?		
AREA DE TRABAJO	1	¿Se encuentran limpios los sectores comunes?		
	2	¿Tiene establecido una rutina de limpieza?		
	3	¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas de trabajo?		
	4	¿Limpieza de máquinas y equipos?		

S4- MANTENIMIENTO

GENERALES	N°	Ítem a Evaluar	Cumple	
			SI	NO
GENERALES	1	¿Están estandarizados los criterios adoptados en la metodología?		
	2	¿Las acciones realizadas están formalizadas? ¿Se relacionan entre sí?		
	3	¿Están establecidos los responsables de seguir las acciones de mejora?		
	4	¿Existe un tablero de seguimiento de 5S?		
AREA DE TRABAJO	1	¿Se aplican las 3 primeras S?		
	2	¿Es constante la aplicación de la metodología en el lugar de trabajo?		
	3	¿Se hacen mejoras en el ambiente? ¿Se generan procedimientos?		
	4	¿Se utiliza el control visual como herramienta?		

S5- AUTODISCIPLINA

GENERALES	N°	Ítem a Evaluar	Cumple	
			SI	NO
GENERALES	1	¿El personal está capacitado en 5S?		
	2	¿Se forman equipos de trabajo para realizar mejoras?		

AREA DE TRABAJO	3	¿Conoce la dirección sobre la implementación de las 5S en los sectores de trabajo?		
	4	¿Los indicadores son favorables en el tiempo?		
	1	¿El personal mantiene su sector de trabajo sin la exigencia de un superior?		
	2	¿Se cumplen las normas y procedimientos de la empresa?		
	3	¿Se requiere uniforme de trabajo y/o elementos de protección, se emplean?		
	4	¿Se cumple con la planificación de la implementación de 5S?		

6. Registro de acciones de mejoras

El fin de esta herramienta es llevar un registro de los aspectos de mejora identificados y de las acciones a implementar para solucionarlos permitiendo documentar, priorizar y organizar las actividades y problemas.

Tabla 27 - Registro de acciones de mejoras

PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA	RESPONSABLE	INICIO DE LA ACCION		FIN DE LA ACCION	
			Prevista	Real	Prevista	Real

Fuente: Red Nacional de tecnología de Gestión

7. Minuta de Reunión

Realizar la minuta de la reunión permite documentar la información inherente a una reunión del equipo de trabajo. La misma contiene información acerca de los participantes, los temas tratados, las conclusiones, la fecha de realización y la próxima fecha de reunión.

5.3.4 Plan propuesto para ejecución la de las 5S en MANUPLAST

Representación visual de las faces que componen la metodología 5S, para eliminar desperdicios, organizar espacios de trabajo y fortalecer la disciplina visual en planta. Como parte del proceso de implementación y medición del OEE.

Ilustración 33 - Diagrama de etapas de metodología 5S



Fuente: Red Nacional de tecnología de Gestión

Fase 1: Selección y Orden (Seiri y Seiton)

La primera fase de la metodología 5S se centra en identificar, clasificar y organizar los elementos necesarios en el área de trabajo. A través de **Seiri (selección)** se eliminan materiales, herramientas o documentos innecesarios que generan desorden y dificultan la eficiencia. Posteriormente, con **Seiton (orden)** se establece un sistema claro de ubicación y señalización para cada recurso, de manera que todo tenga un lugar definido y sea fácilmente accesible. Esta fase es fundamental para sentar las bases de un entorno productivo más ágil, seguro y eficiente.

❖ Implementación de S1 -SELECCION

Para la implementación de S1 es necesario plantear preguntas y el que hacer, para identificar aquellos objetos que resultan innecesarios.

Preguntas

- ¿Es necesario este elemento?
- ¿Es necesario en esta cantidad?

- ¿Tiene que estar localizado en este lugar?

Qué hacer

- Escoger y trabajar con un área piloto.
- Determinar los recursos necesarios en dicha área. No guardar cosas que no sirvan para el trabajo.
- Definir criterios de utilización y frecuencia para poder luego ubicar herramienta o elementos en esa área.
- Retirar los elementos innecesarios y disponer de un área para el descarte.
- Buscar las causas para evitar nuevas acumulaciones.

Herramientas a utilizar en esta etapa

Tarjetas Rojas

Se utilizan para señalar elementos innecesarios sobre los cuales posteriormente se deberá toma una decisión (eliminar, vender, reubicar en otro sector).

Tabla 28 - Tarjetas rojas

TARJETA ROJA N°:	
ELEMENTO:	
MOTIVO:	
ECHA:	

Fuente: Red Nacional de tecnología de Gestión

Registro de Tarjetas Rojas

Registrar la información de las tarjetas rojas colocadas y el destino asignado a cada elemento innecesario; a su vez, permite dar seguimiento a cada una de las tarjetas.

Tabla 29 - Registro de tarjetas

Nº Tarjeta Roja	Elemento	Motivo	Fecha	destino	Fecha de cierre

Fuente: Red Nacional de tecnología de Gestión

❖ Implementación de S2- ORDEN

Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

Una vez retirados los objetos innecesarios, se debe proceder a ordenar para ubicar los elementos de acuerdo a su frecuencia de utilización identificando el ¿Qué hacer? Y los criterios a considerar.

¿Qué hacer?

- Distribuir los elementos de la mejor forma en el espacio físico disponible.
- Ubicar los ítems de acuerdo con la frecuencia de utilización (1º s).
- Guardar objetos semejantes en un mismo lugar.
- Utilizar rótulos de colores para identificar los materiales.
- Identificar y codificar los objetos.
- Buscar el compromiso de todos con el mantenimiento del orden.

Criterios a considerar

- Criterio de utilización: mientras más lo use, más cerca debe estar.
- Ordenar sólo lo que es necesario.
- Identificar los elementos de manera que cualquiera los pueda ubicar rápidamente.
- Trabajar en equipo: escuchar las sugerencias de todos los integrantes del sector.
- Es un proceso de mejora continua: las mejoras son permanentes.

Herramientas a utilizar en esta etapa

Registro de ubicación

Permite reconocer la ubicación de cada elemento necesario. Se recomienda asignar un código único tanto para los elementos como para las ubicaciones, con el fin de facilitar el orden y la búsqueda.

Planilla de Registro de ubicación

Tabla 30 - Registro de ubicación

ELEMENTO		UBICACION		
Descripción	Código	Destino	Sector	Código

Fuente: Red Nacional de tecnología de Gestión

Fase 2: Limpieza y Mantenimiento (Seiso y Seiketsu)

La segunda fase busca garantizar que el área de trabajo se mantenga en condiciones óptimas mediante la **limpieza constante (Seiso)** y mantenimiento (**Seiketsu**) que aseguren la continuidad

de lo logrado. La limpieza no solo mejora la apariencia del lugar, sino que previene fallas en los equipos, aumenta la seguridad y genera un sentido de responsabilidad compartida. La estandarización, por su parte, establece normas claras y procedimientos visuales para que todos los colaboradores mantengan la organización y limpieza en el tiempo. Esta fase permite transformar la mejora puntual en una práctica habitual.

❖ **Implementación de S3- LIMPIEZA**

Más importante que limpiar es no ensuciar, en esta etapa se debe eliminar la suciedad del lugar e identificar las causas que la originan para poder tomar acciones correctivas.

¿Para qué un lugar debe mantenerse limpio?

- Para mejorar la imagen de la empresa ante los clientes.
- Para cuidar la salud de las personas.
- Para disminuir el riesgo de accidentes.
- Para impedir que los productos y materiales se ensucien o dañen.
- Para mejorar el funcionamiento de las máquinas o aprovechar al máximo las instalaciones.
- Para detectar necesidades de mantenimiento rápidamente.

Herramientas a utilizar en esta etapa

- Plan de limpieza

- Sirve para establecer la frecuencia y responsabilidades de limpieza de los distintos sectores.

Sector	Frecuencia de limpieza	Responsable	Código de instructivo

Fuente: Red Nacional de tecnología de Gestión

- Instructivo de limpieza

Permite documentar de manera secuencial las operaciones necesarias para que un lugar de trabajo se encuentre en óptimas condiciones de orden y limpieza.

- Registro de limpieza

Permite verificar el cumplimiento de los planes de limpieza definidos.

Tabla 32 - Registro de limpieza

Fecha de registro de limpieza		Mes:	
Fecha	Operación realizada	Realizado por:	Observaciones

Fuente: Red Nacional de tecnología de Gestión

❖ Implementación de S4- MANTENIMIENTO

Verificar que se mantienen las condiciones de trabajo logradas en las primeras 3S.

¿Qué hacer?

- Integrar las tres primeras 3s (selección, orden, limpieza) al trabajo de rutina.

- Disponer de métodos para que los problemas de selección, orden y limpieza queden evidenciados rápidamente.
- Conservar el ambiente de trabajo seguro y con un aspecto agradable.
- Asignar trabajos y responsabilidades.

Métodos de control visual

1. Marcación de la Ubicación
2. Codificación con colores
3. Guardas transparentes
4. Identificación de contornos
5. Identificación de áreas de limpieza

Herramientas a utilizar en esta etapa

-Registro fotográfico antes y después

Permite reconocer, mediante fotografías, los avances en la implementación de una mejora en un determinado sector o lugar de trabajo.

Tabla 33 - Registro fotografías antes y después

Mejora:	
Maquina:	
FOTO TOMADA EN LA FECHA:	FOTO TOMADA EN LA FECHA:
FOTOGRAFIA ANTES	FOTOGRAFIA DESPUES

Fuente: Red Nacional de tecnología de Gestión

Fase 3: Autodisciplina (Shitsuke)

La tercera fase corresponde a la **disciplina (Shitsuke)**, la cual asegura que los principios de las 5S se conviertan en parte de la cultura organizacional. A través de la disciplina, se fomenta el compromiso de los colaboradores en cumplir las normas establecidas, participar activamente en la mejora del entorno y mantener la constancia en la aplicación de las buenas prácticas. Esta fase consolida el esfuerzo de las anteriores, promoviendo la **mejora continua** y garantizando que los resultados obtenidos no sean temporales, sino sostenibles en el tiempo.

❖ Implementación de S5- AUTODISCIPLINA

A diferencia de las etapas anteriores, la autodisciplina no es visible y no puede medirse, sin embargo, resulta fundamental para todo proceso de mejora continua. Implica convertir en hábito los métodos establecidos para el mantenimiento del orden y la limpieza.

¿Qué hacer?

- Compartir la misión y valores de la organización.
- Establecer normas simples y cumplirlas.
- Desarrollar la creatividad con el grupo de trabajo.
- Definir procedimientos de reuniones para discutir acciones de mejora.
- Mantener actualizado el panel de mejoras con indicadores e información relevante.
- Establecer un cronograma del programa, de las capacitaciones y de las auditorías internas.

¿Cómo practicar la autodisciplina?

- Tirando los papeles, los desperdicios, la chatarra, etc., en los lugares correspondientes.
- Ubicando en su lugar las herramientas y equipos luego de usarlos.
- Dejando limpias las áreas de uso común una vez realizadas las actividades.

- Haciendo cumplir las normas a las personas que están en su área de responsabilidad, sean o no integrantes de su grupo.
- Respetando las normas en otras áreas.
- Tratando en el grupo los casos reiterativos de incumplimiento de las normas establecidas por parte de algún usuario del área, sean o no miembros del grupo.

5.4 Propuesta de implementación y medición del OEE en MANUPLAST.

La implementación de mejoras en MANUPLAST para la medición del OEE, requiere una alineación organizacional y una cultura que apoye la mejora continua. La resistencia al cambio, la falta de aceptación por parte de los empleados o una cultura que da prioridad a la productividad a corto plazo frente a la eficiencia a largo plazo.

Medir el OEE es una de las mejores prácticas que se deben hacer en las industrias ya que con la medición de los indicadores se logra la identificación de las áreas donde un proceso de producción no está alcanzando la eficiencia óptima, proporcionando una visión clara de las causas de la pérdida de productividad. Al rastrear el OEE, la empresa MANUPLAST tendrá los insumos para establecer referencias y seguir las mejoras a lo largo del tiempo, lo que conduce a un mejoramiento continuo de la eficiencia de producción; la reducción de desperdicio permite identificar el desperdicio en forma de tiempo de inactividad, pérdidas de velocidad y defectos de calidad, así como la implementación de estrategias para impulsar la excelencia operativa de los procesos

A grandes rasgos la propuesta para implementación y medición del OEE en la empresa MANUPLAST, se desarrollará en el área de inyección soplado para la medición individual de cada

factor Disponibilidad Rendimiento y Calidad, a través de formularios elaborados en Microsoft Forms llenados por cada encargado de máquina asignado en el turno diurno y nocturno.

El área de mantenimiento colocará en cada máquina AOKI-1, AOKI-2, AOKI-3, AOKI-4, ASB-1, y ASB-2 una Tablet con los enlaces de cada formulario para que los complete el operario cuando sea requerido. Dicha información será monitoreada y recopilada por el Analista de datos diariamente a través de un Excel generado en Microsoft Forms, que se actualiza en tiempo real con cada ingreso de datos. Este formulario vincula cada factor (Disponibilidad Rendimiento y Calidad) generando una data que será recopilada, procesada y enviada a las áreas de Producción, Mantenimiento y Planificación para la medición del OEE diario.

En el área de producción de Inyección soplado se instalarán dos pantallas. Ahí los operarios podrán visualizar en tiempo real el estado del OEE a través de un tablero virtual (Dashboard) visual e intuitivo.

A continuación, se presenta el paso a paso para la implementación y medición del OEE en la empresa MANUPLAST.

5.4.1 Definición de parámetros

Definición de los parámetros requeridos para realizar el cálculo del OEE el cual se basa en tres factores principales: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.

5.4.2 Rangos Generales para el OEE

Tabla 34 - Rangos generales del OEE

Rangos (%)	Interpretación	Acciones Recomendadas
95% < OEE < 100%	Excelente: Excelente competitividad. Valores clase mundial.	Mantener el desempeño. Continuar implementando

	Los equipos operan con alta eficiencia y bajo nivel de pérdidas	estrategias de mejora continua para conservar el nivel.
$85\% < OEE < 95\%$	Buena competitividad: Entra en valores de clase mundial.	Mantener el desempeño. Continuar implementando estrategias de mejora continua para conservar el nivel.
$75\% < OEE < 85\%$	Aceptable. Continuar la mejora para avanzar hacia la clase mundial. Promedio aceptable en muchas industrias se pueden identificar oportunidades de mejoras.	Revisar las principales causas de pérdidas y priorizar mejoras específicas en disponibilidad o calidad.
$65\% < OEE < 75\%$	Regular. Baja competitividad. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Existen problemas significantes en el proceso.	Identificar y atacar los principales cuellos de botella, paradas frecuentes, defectos o baja velocidad.
$0\% < OEE < 65\%$	Inaceptable. Muy baja competitividad. Problemas graves en el equipo o proceso.	Realizar un análisis exhaustivo para identificar pérdidas críticas y desarrollar un plan integral de mejora.

Fuente: Proalnet

5.4.3 Rango de cada factor del OEE Disponibilidad, Rendimiento y Calidad

Tabla 35 - Rangos e interpretación de los factores del OEE.

1. Disponibilidad	
Rango (%)	Interpretación
90% o mas	Excelentes. Pocas o ningunas paradas no planificadas
80% - 90%	Bueno. Algunas paradas ocasionales.
Menos del 80%	Deficiente. Exceso de tiempo muerto.
2. Rendimiento.	
Rango (%)	Interpretación
95% o mas	Excelentes. La máquina opera a velocidad ideal.
85% - 95%	Bueno. Pequeñas desviaciones en la velocidad.

Menos del 85%	Deficiente. Velocidad lenta o irregular.
3. Calidad	
Rango (%)	Interpretación
99% o mas	Excelentes. Casi todos los productos cumplen.
95% - 99%	Bueno. Perdidas aceptables de calidad.
Menos del 95%	Deficiente. Alta tasa de defectos.

Fuente: Proalnet

5.4.4 Identificación de los factores para el cálculo del OEE

Cada factor permite conocer la cantidad de tiempo durante el cual la máquina está en condiciones de producir en relación con el tiempo total disponible dicho resultado de medición indica la efectividad general del equipo o proceso.

5.4.4.1 Formula general del OEE

$$\text{OEE} = (\text{Disponibilidad}) \times (\text{Rendimiento}) \times (\text{Calidad})$$

5.4.4.2 Factor Disponibilidad

La disponibilidad mide el tiempo efectivo que la máquina está en funcionamiento en comparación con el tiempo planificado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operacion real}}{\text{Tiempo planificado}} (100)$$

5.4.4.3 Factor Rendimiento

El rendimiento evalúa si la máquina está produciendo al ritmo esperado.

$$Rendimiento = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción ideal}} (100)$$

5.4.4.4 Factor Calidad

La calidad mide el porcentaje de unidades producidas que cumplen con los estándares requeridos.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades conformes}}{\text{Unidades producidas}} (100)$$

5.4.5 Interpretación

Un OEE del 100% significa que la máquina está funcionando perfectamente (sin paradas, a velocidad máxima y sin defectos).

Un OEE superior al 95% es considerado excelente, entre 60-75% es regular, y por debajo del 65% indica problemas significativos que deben abordarse.

5.4.6 Herramientas de mejora continua propuestas para la ejecución implementación, ejecución y seguimiento de la propuesta del plan estratégico.

El uso conjunto de estas herramientas convierte la ejecución estratégica en un proceso tangible y medible. SMED y los análisis de proceso aseguran eficiencia operativa; los KPIs y métricas de fiabilidad (MTBF/MTTR) garantizan seguimiento y control; y los diagramas y estudios de tiempo proveen la base para mejoras continuas.

Tabla 36 - Herramienta de mejora continua

Objetivo estratégico	Herramienta	Finalidad
Reducción de tiempos	SMED, estudios de tiempo	Aumentar capacidad y flexibilidad

Flujo de procesos	Diagrama de flujo, cursograma analítico	Documentar y optimizar rutas operativas
Monitoreo del desempeño	KPIs, MTBF, MTTR	Control y realineación proactiva
Gestión visual en el flujo de trabajo	5S	Organizar el espacio de trabajo para mejorar el flujo trabajo.
Mejora continua	Todas combinadas	Feedback, estandarización y ajuste

Fuente: Elaboración propia.

5.4.7 Elaboración de formularios y procedimiento para el llenado

5.4.7.1 Elaboración de formularios

Para garantizar una recolección sistemática y confiable de los datos necesarios para calcular el OEE, se propone el diseño de formularios digitales específicos. Estos formularios permitirán registrar, en tiempo real y desde una Tablet asignada a cada máquina, los datos correspondientes a los tres componentes del OEE: disponibilidad, rendimiento y calidad. Ingresados por los operarios encargados en el turno cuando ocurra el evento.

La elaboración de un formulario digital proporciona a MANUSPALST la estandarización para identificar la uniformidad en cómo y cuándo se reportan los datos, Fiabilidad para la reducción de errores comunes en formularios manuales, Inmediatez la cual permite una supervisión en tiempo real y la detección temprana de desviaciones, para responder con medidas correctivas oportunas y la integración de la información en un sistema automático de cálculo y visualización del OEE, facilitando análisis inmediatos, generación de indicadores fiables, la detección de problemas reales y la promoción de un ciclo de mejora continua.

5.4.7.2 procedimientos para el llenado de los formularios

El procedimiento para llenar los formularios es realmente la columna vertebral del sistema de medición del OEE. Es lo que asegura que se capten los datos sobre disponibilidad, rendimiento y calidad de forma precisa y oportuna. Cuando se ejecuta correctamente, garantiza registros consistentes, estandarizados y valiosos para el análisis de desempeño. Además, permite reaccionar ágilmente frente a cualquier evento que impacte en la eficiencia operativa, alineándose con las mejores prácticas de digitalización.

5.4.7.3 Formulario para capturar datos de Disponibilidad para medir el OEE de las máquinas del área de inyección soplado

Ilustración 34 - Formulario para disponibilidad.



The image shows a digital form for MANUPLAST. At the top is the company logo, which consists of a stylized red and blue graphic followed by the text "MANUPLAST" in bold blue letters, with the tagline "soluciones prácticas - innovaciones plásticas" in a smaller font below it. Below the logo, the form has a white background with a dark blue header bar. The title "Registro Disponibilidad Inyección Soplado" is written in bold black text. Underneath the title, a note states: "Este formulario se debe completar en cada evento que cause un paro en la linea". The form contains a field labeled "Codigo de Empleado *" with a red asterisk indicating it is required. Below this field is a text input area with the placeholder "Tu respuesta" and a horizontal line for writing.

1. Fecha

Mes, día, año



2. Turno *

☐ Diurno☐ Nocturno

3. Seleccione la maquina en la cual esta trabajando

1. AOKI-1

2. AOKI-2

3. AOKI-3

4. AOKI-4

4. Producto

1. FRASCO 15 ML
2. FRASCO 50G
3. FRASCO 150G
4. FRASCO 200G
5. FRASCO 225G
6. FRASCO 250G
7. FRASCO 227G
8. FRASCO 450G
9. FRASCO 397G

10. FRASCO 400G
11. FRASCO 454G
12. FRASCO 750G
13. FRASCO 908G
14. FRASCO 1 KILO

5. Ingrese hora de inicio de paro

Hora



6. Seleccione la categoría de tiempo muerto a registrar

1. Preparaciòn
2. Cambio de molde
3. Arranque
4. Limpieza de molde
5. MTT correctivo
6. Sin asignaciòn
7. Cambio de color
8. Fuga de aire
9. Fuga de aceite
10. Fuga de agua
11. Falla electrica
12. Falla mecanica
13. Falla de chiller
14. Falla de compresor
15. Falla de molde

16. Corte de energia	
17. Falta de personal	
18. Falla de vapor	
19. Falta de MP interna	
20. Falta de MP externa	
21. Paro por calidad	
22. MTT preventivo	
23. Capacitación de personal	
24. Fumigación	
25. Equipo hidráulico en uso	

...

7. Ingresar hora de fin del paro

Hora 

Fuente: Elaboración propia

5.4.7.4 Procedimiento para el llenado de formulario - Medición del factor disponibilidad del OEE en el área de inyección soplado.

	PROCEDIMIENTO PARA LLENADO DE FORMULARIO -CAPTURA DE DATOS PARA LA MEDICION DEL OEE EN EL AREA DE INYECCION SOPLADO.	Código: PEP-OEE-MP2025		Pág.1
		Versión:1		
		Elaboro:		
		Fecha:		
		Áreas responsables:		
Nombre: Formulario para captura de datos Disponibilidad		Producción	Planificación	Análisis de datos

Registro Disponibilidad Inyección Soplado

Este formulario se debe completar en cada evento que cause un paro en la línea

aoki_1@manufacturasplasticas.com
Cambiar de cuenta


 No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Indicaciones:

Leer el encabezado del formulario que contiene la siguiente información:

- Encabezado que identifica el factor del OEE que se está midiendo.
- Indicaciones en qué etapa del proceso debe llenarse el formulario de disponibilidad.
- Identificar el nombre de usuario asignado por TI a la Tablet.

aoki_1@manufacturasplasticas.com

aoki_2@manufacturasplasticas.com

aoki_3@manufacturasplasticas.com

aoki_4@manufacturasplasticas.com

asb_1@manufacturasplasticas.com

asb_2@manufacturasplasticas.com.

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

Documentación /Herramientas:

- Tablet.
- Microsoft Forms.

Codigo de Empleado *

Tu respuesta

Indicaciones:

Ingresa el código de empleado que tiene asignado en el Carnet

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

1. Fecha

Mes, día, año



Indicaciones:

Ingresar la fecha en la que está ocurriendo el evento.

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

2. Turno

- ☐ Diurno
- ☐ Nocturno

Indicaciones:

Seleccionar el turno en el cual está trabajando y ocurre el evento:

- Diurno: 6:00am a 6:00pm
- Nocturno: 6:00pm a 6:00am

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

3. Seleccione la maquina en la cual esta trabajando

Elige ▼

Indicaciones:

Elegir la máquina en la cual está asignado y que ocurre el evento.

Código de máquina	Nombre de máquina
1	AOKI-1
2	AOKI-2
3	AOKI-3
14	ASB-1
17	AOKI-4
18	ASB-2

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

4. Producto

Elige ▼

Indicaciones:

Seleccione el nombre del producto en proceso que está en la lista desplegable:

FRASCO 150G

FRASCO 200G

FRASCO 225G

FRASCO 450G

FRASCO 1 KILO

FRASCO 100G

FRASCO 100G

FRASCO 250G

FRASCO 397G

FRASCO 400G

FRASCO 50G

FRASCO 750G

FRASCO 15 ML

FRASCO 227G

FRASCO 454G

FRASCO 908G

FRASCO 397G

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

5. Ingrese hora de inicio de paro

Hora

__ : __

Indicaciones:

Ingrese la hora que inicio del paro de la maquina ingresada

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

6. Seleccione la categoría de tiempo muerto a registrar

Elige

Indicaciones:

Seleccionar la categoría al cual pertenece el tiempo muerto a registrar, en caso no esté en la lista el que ha ocurrido, el numeral 26 tiene la opción para registrar el nuevo evento.

CATEGORIAS:

1. Preparación
- 2.Cambio de molde
- 3.Arranque

- 4.Limpieza de molde
- 5.MTT correctivo
- 6.Sin asignación
- 7.Cambio de color
- 8.Fuga de aire
- 9.Fuga de aceite
- 10.Fuga de agua
- 11.Falla eléctrica
- 12.Falla mecánica
- 13.Falla de chiller
- 14.Falla de compresor
- 15.Falla de molde
- 16.Corte de energía
- 17.Falta de personal
- 18.Falla de vapor
- 19.Falta de MP interna
- 20.Falta de MP externa
- 21.Paro por calidad
- 22.MTT preventivo
- 23.Capacitación de personal
- 24.Fumigación
- 25.Equipo hidráulico en uso
26. Añadir opción

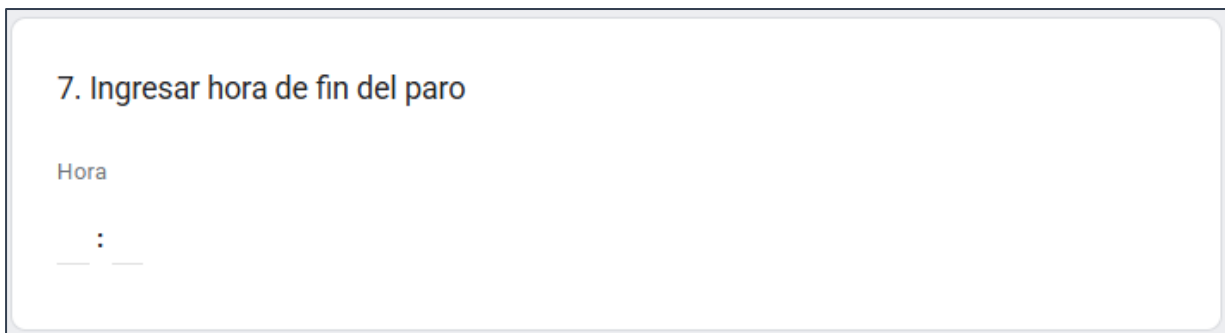
Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

- Técnico de mantenimiento (Diagnóstico de paro) *

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms
- Diagnóstico de paro *.



Indicaciones:

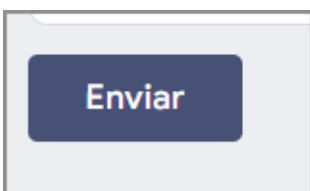
Ingresar la hora de finalización del paro ocurrido.

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms



Indicaciones:

Una vez finalizado el llenado del formulario correctamente con la información solicitada, dar clic en enviar para que la información pueda ser almacenada por el responsable de procesar los datos.

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.
- Analista de datos.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

5.4.7.5 Formulario para capturar datos factor rendimiento para medir el OEE de las máquinas del área de inyección soplado.

Ilustración 35 - Formulario para rendimiento



The image shows a digital form header for MANUPLAST. At the top, there is a logo consisting of three vertical red bars of increasing height and a blue curved line to the right. To the right of the logo, the word "MANUPLAST" is written in large, bold, blue capital letters. Below it, the tagline "soluciones prácticas - innovaciones plásticas" is written in a smaller, italicized, dark blue font. Below this header, there is a dark blue horizontal bar. Underneath the bar, the title "Registro de Rendimiento Inyección Soplado" is displayed in bold black text. At the bottom, a line of text states: "Este formulario se debe completar al terminar una orden, cambio de molde o al finalizar el turno."

Codigo de Empleado *

Tu respuesta

1. Fecha

Mes, día, año



2. Turno

☐ Diurno

☐ Nocturno

3. Seleccione la maquina en la cual esta trabajando

1. AOKI-1

2. AOKI-2

3. AOKI-3

4. AOKI-4

5. ASB-1

4. Producto

1. FRASCO 15 ML
2. FRASCO 50G
3. FRASCO 150G
4. FRASCO 200G
5. FRASCO 225G
6. FRASCO 250G
7. FRASCO 227G

8. FRASCO 450G
9. FRASCO 397G
10. FRASCO 400G
11. FRASCO 454G
12. FRASCO 750G
13. FRASCO 908G
14. FRASCO 1 KILO

5. Ingrese numero de orden

Texto de respuesta corta

.....

6. Ingrese el ciclo

Texto de respuesta corta

.....

7. Numero de cavidades del molde Texto de respuesta corta
8. Ingrese la cantidad producida Texto de respuesta corta

Fuente: Elaboración propia

	PROCEDIMIENTO PARA LLENADO DE FORMULARIO		Código: PEP-OEE- MP2025	Pág.1
	- CAPTURA DE DATOS PARA LA MEDICION DEL OEE EN EL AREA DE INYECCION SOPLADO.		Versión:1	
			Elaboro:	
			Fecha:	
			Áreas responsables	
Nombre: Formularios para captura de datos de Rendimiento.		Producción	Planificación	Análisis de datos

Registro de Rendimiento Inyección Soplado

Este formulario se debe completar al terminar una orden, cambio de molde o al finalizar el turno.

aoki_1@manufacturasplasticas.com [Cambiar de cuenta](#) 

 No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Indicaciones:

Leer el encabezado del formulario que contiene la siguiente información:

- Encabezado que identifica el factor del OEE que se está midiendo.
- Indicaciones en qué etapa del proceso debe llenarse el formulario de rendimiento.
- Identificar el nombre de usuario asignado por TI a la Tablet.

aoki_1@manufacturasplasticas.com

aoki_2@manufacturasplasticas.com

aoki_3@manufacturasplasticas.com

aoki_4@manufacturasplasticas.com

asb_1@manufacturasplasticas.com

asb_2@manufacturasplasticas.com.

Responsable

Operario encargado de la máquina.

Herramientas

- Tablet.
- Microsoft Forms.

Codigo de Empleado *

Tu respuesta

Indicaciones:

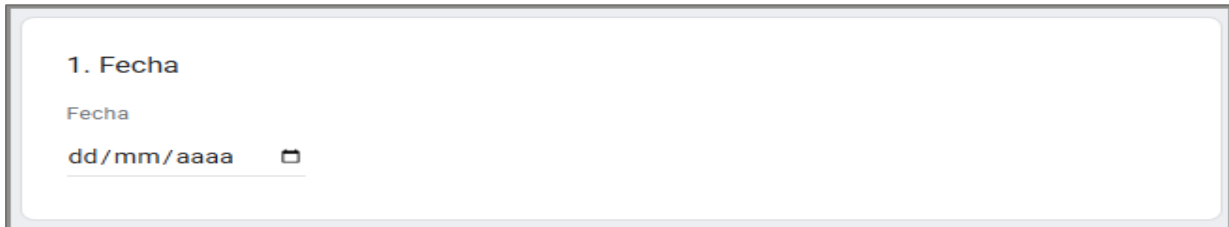
Ingresa el código de empleado que tiene asignado en el Carnet

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms



1. Fecha

Fecha

dd/mm/aaaa 

Indicaciones:

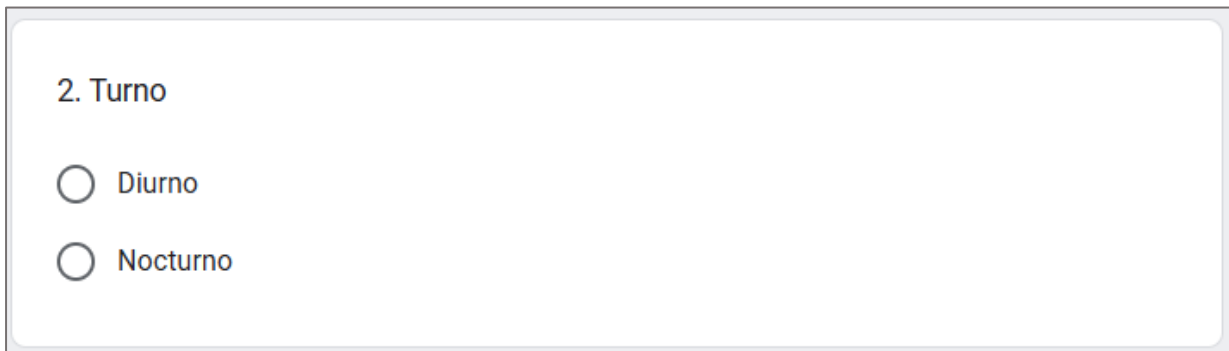
Ingresar la fecha en la que está ocurriendo el evento.

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms



2. Turno

☐ Diurno

☐ Nocturno

Indicaciones:

Seleccionar el turno en el cual está trabajando y ocurre el evento.

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

3. Seleccione la maquina en la cual esta trabajando

Elige ▼

Indicaciones:

Elegir la máquina que ocurre el evento dependiendo del molde que se esté utilizando en producción:

MAQUINA	MOLDE
AOKI-1	FRASCO 150G FRASCO 200G FRASCO 225G FRASCO 450G
AOKI-2	FRASCO 1 KILO FRASCO 100G FRASCO 150G FRASCO 200G FRASCO 250G FRASCO 397G (5 cavidades) FRASCO 400G FRASCO 450G FRASCO 50G FRASCO 750G FRASCO ML
AOKI-3	FRASCO 1 KILO FRASCO 150G FRASCO 250G FRASCO 397G (5 cavidades) FRASCO 400G FRASCO 450G FRASCO 50G FRASCO 750G

AOKI-4	FRASCO 450G FRASCO 450G FRASCO 750G
ASB-1	FRASCO 227G FRASCO 397G FRASCO 454G FRASCO 908G
ASB-2	FRASCO 227G FRASCO 397G (6 cavidades) FRASCO 454G FRASCO 908G

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

4. Producto

Elige ▼

Indicaciones:

Seleccione el nombre del producto en proceso que está en la lista desplegable:

FRASCO 150G

FRASCO 200G

FRASCO 225G

FRASCO 450G

FRASCO 1 KILO

FRASCO 100G

FRASCO 250G

FRASCO 397G

FRASCO 400G

FRASCO 50G

FRASCO 750G

FRASCO 15 ML

FRASCO 227G

FRASCO 454G

FRASCO 908G

FRASCO 397G

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

5. Ingrese numero de orden

Tu respuesta

Indicaciones:

Ingrese el número de la orden en proceso.

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.
- Jefe de producción*.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms
- Orden de producción*

6. Ingrese el ciclo

Tu respuesta

Indicaciones:

Verificar el ciclo que marca la maquina e Ingrese el dato.

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms
- AOKI-1
- AOKI-2
- AOKI-3
- ASB-1
- AOKI-4

- ASB-2

7. Numero de cavidades del molde

Tu respuesta

Indicaciones:

Registre el número de cavidades del molde que está trabajando:

MOLDE	CAVIDADES
FRASCO 1 KILO	2
FRASCO 100G	4
FRASCO 15 ML	10
FRASCO 150G	3
FRASCO 200G	3
FRASCO 225G	4
FRASCO 227G	4
FRASCO 250G	3
FRASCO 397G	5
FRASCO 397G	6
FRASCO 400G	2
FRASCO 450G	3
FRASCO 454G	4
FRASCO 50G	4
FRASCO 750G	4
FRASCO 908G	4

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

8. Ingrese la cantidad producida

Tu respuesta

Indicaciones:

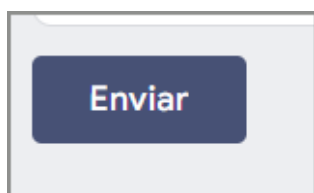
Ingresar la cantidad producida durante el turno.

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

**Indicaciones:**

Una vez finalizado el llenado del formulario correctamente con la información solicitada, dar clic en enviar para que la información pueda ser almacenada por el responsable de procesar los datos.

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.
- Analista de Datos.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

5.4.7.6 Procedimiento para el llenado de formulario - Medición del factor Rendimiento del OEE en el área de inyección soplado

5.4.7.7 Formulario para capturar datos factor Calidad para medir el OEE de las máquinas del área de inyección soplado

Ilustración 36 - Formulario para calidad



The image shows a digital form titled "Registro de Calidad Inyección Soplado" (Quality Injection Blowing Registration). At the top, there is a header with the MANUPLAST logo, which consists of a stylized red and blue graphic followed by the text "MANUPLAST" in bold red and blue letters, and the tagline "soluciones prácticas - innovaciones plásticas" in a smaller font. Below the header, the title "Registro de Calidad Inyección Soplado" is displayed in a large, bold, black font. Underneath the title, a note states "Este formulario se debe completar al finalizar el turno." (This form must be completed at the end of the shift). The form is divided into sections by horizontal lines. The first section is labeled "1. Fecha *" (1. Date *), where the asterisk indicates a required field. Below this label, the text "Mes, día, año" (Month, day, year) is shown, followed by a small calendar icon.

2. Codigo de Empleado *

Tu respuesta

3. Turno *

- ☐ Diurno
- ☐ Nocturno

4. Seleccione la maquina la cual esta trabajando *

1. AOKI-1
2. AOKI-3
3. AOKI-4
4. ASB-1
5. ASB-2

5. Numero de orden *

Texto de respuesta corta

6. Cantidad producida *

Texto de respuesta corta

7. Cantidad defectuosa *

Texto de respuesta corta

Fuente: Elaboración propia

5.4.7.8 Procedimiento para el llenado de formulario - Medición del factor Calidad del OEE en el área de inyección soplado

	PROCEDIMIENTO PARA LLENADO DE FORMULARIO - CAPTURA DE DATOS PARA LA MEDICION DEL OEE EN EL AREA DE INYECCION SOPLADO.	Código: PEP-OEE- MP2025		Pág.1	
		Versión:1			
		Elaboro:			
		Fecha:			
		Áreas responsables:			
Nombre: Formularios para captura de datos de Calidad.		Producción	Planificación	Análisis de datos	

Registro de Calidad Inyección Soplado

Este formulario se debe completar al finalizar el turno.

aoki_1@manufacturasplasticas.com [Cambiar de cuenta](#)

 No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Indicaciones:

Leer el encabezado del formulario que contiene la siguiente información:

- Encabezado que identifica el factor del OEE que se está midiendo.
- Indicaciones en qué etapa del proceso debe llenarse el formulario de calidad.
- Identificar el nombre de usuario asignado por TI a la Tablet.

aoki_1@manufacturasplasticas.com

aoki_2@manufacturasplasticas.com

aoki_3@manufacturasplasticas.com

aoki_4@manufacturasplasticas.com

asb_1@manufacturasplasticas.com

asb_2@manufacturasplasticas.com.

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet.
- Microsoft Forms.



The screenshot shows a digital form interface for data entry. It features a title '1. Fecha' followed by a red asterisk, indicating a required field. Below the title is a light blue placeholder text 'Fecha'. At the bottom of the input area, there is a label 'dd/mm/aaaa' and a small calendar icon to its right, suggesting a date picker functionality.

Indicaciones:

Ingresar la fecha en la que está ocurriendo el evento.

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

2. Código de Empleado *

Tu respuesta

Indicaciones:

Ingrese el código de empleado que tiene asignado en el Carnet

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

3. Turno *

- ☐ Diurno
- ☐ Nocturno

Indicaciones:

Seleccionar el turno en el cual está trabajando y ocurre el evento.

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

4. Seleccione la maquina la cual esta trabajando *

Elige ▼

Indicaciones:

Elegir la máquina que ocurre el evento dependiendo del molde que se esté utilizando en producción:

MAQUINA	MOLDE
AOKI-1	FRASCO 150G FRASCO 200G FRASCO 225G FRASCO 450G
AOKI-2	FRASCO 1 KILO FRASCO 100G FRASCO 150G FRASCO 200G FRASCO 250G FRASCO 397G (5 cavidades) FRASCO 400G FRASCO 450G FRASCO 50G FRASCO 750G FRASCO ML
AOKI-3	FRASCO 1 KILO FRASCO 150G FRASCO 250G FRASCO 397G (5 cavidades) FRASCO 400G FRASCO 450G

	FRASCO 50G FRASCO 750G
AOKI-4	FRASCO 450G FRASCO 450G FRASCO 750G
ASB-1	FRASCO 227G FRASCO 397G FRASCO 454G FRASCO 908G
ASB-2	FRASCO 227G FRASCO 397G (6 cavidades) FRASCO 454G FRASCO 908G

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

5. Numero de orden *

Tu respuesta

Indicaciones:

Ingresa el número de la orden entregada al inicio de la jornada.

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

6. Cantidad producida *

Tu respuesta

Indicaciones:

Ingresa el número de envases que se produjeron durante el turno.

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

7. Cantidad defectuosa *

Tu respuesta

Indicaciones:

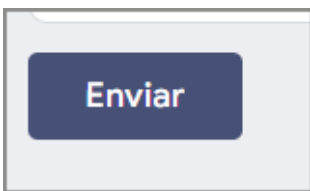
Ingresa el número de envases con defectos que se produjeron durante el turno.

Responsable:

Operario encargado de la máquina.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

**Indicaciones:**

Una vez finalizado el llenado del formulario correctamente con la información solicitada, dar clic en enviar para que la información pueda ser almacenada por el responsable de procesar los datos.

Responsable:

- Operario encargado de la máquina.
- Analista de Datos.

Herramientas:

- Tablet
- Microsoft Forms

5.4.8 Recursos Necesarios

A continuación, se presentan los recursos necesarios identificados para la implementación y medición del OEE en la empresa MANUPLAST.

5.4.8.1 Tecnológicos:

La implementación de la propuesta requiere de las tecnologías informáticas. Es esencial contar las herramientas adecuadas entre las cuales se identificaron:

- Tablet para registro de datos
- Microsoft Excel
- Microsoft Forms
- Pantalla de 43 pulgadas

5.4.8.2 Humanos:

Las personas implicadas para la implementación desempeñan un papel fundamental para garantizar el éxito. Un equipo competente, que cuenta con la experiencia y los conocimientos para aportar sus competencias específicas cruciales para mantener el proyecto en marcha.

- Operarios encargados de cada máquina.
- Supervisores.
- Analista de datos.
- Planificador.
- Jefe de producción.

5.4.8.3 Financieros

Se requerirá de un presupuesto por parte de la empresa para poder implementar el plan dichos fondos serán necesarios para financiar los costes asociados a los requerimientos de la propuesta. Los cuales se explican de forma detallada en el apartado “Análisis costo beneficio” en el capítulo V Propuesta.

5.5 Capacitación del Personal

Interpretar las medidas de OEE y comprender sus implicaciones representa un reto para MANUPAST. Sin la capacitación y el conocimiento adecuados, será difícil identificar las causas subyacentes del OEE, priorizar los esfuerzos de mejora e implementar soluciones efectivas. Durante la investigación realizada se identificó que el personal del área de Inyección soplado de la empresa no tiene formación y poco conocimiento del OEE, la educación y la formación sobre las métricas de OEE y su interpretación son esenciales para una implementación exitosa.

La implementación de la metodología de 5S no solo promueve espacios de trabajo más eficientes y seguros, sino que también eleva la moral del personal y facilita un ambiente más disciplinado. En el área de inyección-soplado, aplicar las 5S permite clasificar materiales y herramientas, organizar los puntos de trabajo, limpiar superficies y maquinaria, estandarizar procedimientos y mantener la disciplina necesaria para sostener mejoras continuas

Estas acciones contribuyen a reducir tiempos de cambio de moldes, evitar pérdidas de tiempo, mejorar la seguridad y garantizar la calidad del producto

5.5.1 Objetivos

- Capacitar al personal operativo con el fin de mejorar el indicador de Eficiencia General de los Equipos (OEE), promoviendo una cultura de mejora continua y productividad industrial.

- Brindar al equipo del área de inyección-soplado las herramientas y conocimientos necesarios para implementar efectivamente la metodología 5S, favoreciendo un entorno de trabajo ordenado, seguro y orientado a la mejora continua.

5.5.2 Alcance:

La propuesta de capacitación está diseñada para ser desarrollada en la empresa MANUPLAST, específicamente en el área de inyección-soplado dirigida a Encargado de máquina por cada turno, Supervisor del área, Planificador, Jefe de producción, Jefe de mantenimiento, Técnicos de mantenimiento y Gerente de planta.

5.5.3 Ventajas

OEE

1. Mejora de la Productividad

El conocimiento sobre OEE permite al personal identificar y reducir pérdidas de tiempo, velocidad y calidad, aumentando la eficiencia global de la maquinaria.

2. Detección Temprana de Problemas

El personal capacitado puede identificar causas raíz de paradas, defectos y baja disponibilidad con mayor precisión.

3. Empoderamiento del Personal Operativo

Al comprender su impacto directo en el rendimiento del equipo, los operarios se involucran más en la mejora continua.

4. Compresión de los indicadores de OEE

Identificación de su aporte en los indicadores de OEE que estarán en periódicamente expuestos través de una pantalla en el área de Inyección Soplado.

5. Estandarización del Conocimiento Técnico

Permite estandarizar prácticas entre turnos y operadores, reduciendo la variabilidad del proceso.

Metodología 5S

1. Reducción de tiempos de cambio

Menos búsqueda de herramientas e insumos, áreas visualmente identificadas y orden estructurado permiten agilizar los tiempos de preparación entre lotes.

2. Menor riesgo de contaminación y defectos

Un entorno limpio y ordenado facilita el mantenimiento preventivo de equipos, reduce residuos y mejora la calidad de los productos finales.

3. Proceso más fiable y fluido

Con estándares claros y procedimientos estables, se disminuyen las variaciones entre turnos y se asegura continuidad operativa.

5.5.4 Programa de formación propuesto para el área de Inyección soplado

5.5.4.1 Propuesta de capacitaciones en OEE al personal del área de inyección soplado

La implementación de un programa de capacitación no solo busca incrementar el conocimiento técnico del personal, sino también promover una cultura de responsabilidad y análisis. La formación está orientada a fortalecer las competencias del personal operativo en torno al concepto de Eficiencia General de los Equipos (OEE). Esto contribuye directamente a mejorar el OEE, optimizando recursos, reduciendo tiempos muertos y fortaleciendo la toma de decisiones basadas en datos.

Tabla 37 - Propuesta para capacitación.

Capacitación MANUPLAST					
“Control de calidad en el proceso de inyección”					
Institución		Temario	Participantes	Costo	Duración
País:	El salvador	- Introducción de moldeo por inyección soplado. - Conceptos básicos de los materiales plásticos. - Estructura y clasificación de los plásticos. - Características de calidad de los materiales plásticos. - Componentes de la maquina inyección soplado. -Cálculo del OEE. - Funcionamiento de máquinas de inyección soplado. - Verificación de calidad. - KPI's nivel de servicio. - Formularios de producción. - Implantar un sistema de indicadores en la fabricación de envases. - Aplicar muestreo y prueba funcional.	6 encargados de máquinas turno diurno 6 encargados de máquina turno nocturno 1 Supervisor del área 1 Planificador 1 jefe de producción 1 jefe de mantenimiento 2 Técnicos de mantenimiento. 1 Gerente de planta	\$200 c/u Total de la inversión \$3,800	8 horas durante 6 días.
Nombre:	Fundeplast				
Tel:	503 7600-9350				
Contacto:	info@fundeplast.org				
Modalidad:	Presencial				
Dirección:	Calle Circunvalación #8-B y 9-A, Polígono B, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador				

Fuente: Elaboración propia.

5.5.4.2 Propuesta de capacitaciones en 5S al personal del área de inyección soplado

Capacitar en la metodología 5S al equipo del área de inyección-soplado es una decisión estratégica. No solo optimiza los procesos y garantiza seguridad, sino que también construye una cultura organizacional fundamentada en la disciplina, la eficiencia y la mejora continua. Todo ello permite generar beneficios tangibles y sostenibles que potencian tanto la calidad como la productividad del entorno laboral.

Tabla 38 - Propuesta para capacitación.

Capacitación MANUPLAST					
“La metodología 5S”					
Institución		Temario	Participantes	Costo	Duración
País:	España	1. ¿Qué es un programa 5S?, ¿Por qué llevarlo a cabo? 2. Utilización de las 5S como primer paso para: implantación de herramientas de optimización de procesos y mejora continua Lean Management. 3. Etapas 5S preparación y acciones previas del programa - Seiri: Clasificar, eliminar - Seiton: Ordenar - Seiso: Limpiar - Seiketsu: Estandarizar, fijar reglas - Shitsuke: Auto-Disciplina, Auditoría 4. Planes de acción e indicadores 5S: - Herramientas: análisis de causas, y planes de acción. - Involucración del personal y seguimiento. - Indicadores, objetivos.	6 encargados de máquinas turno diurno 6 encargado de máquina turno nocturno 1 Supervisor del área 1 Planificador 1 jefe de producción 1 jefe de mantenimiento 2 Técnicos de mantenimiento. 1 Gerente de planta	\$88.53 (78 euros) c/u Total de la inversión \$1,725.77	6 horas
Nombre:	Fundación confemetal				
Tel:	91 782 36 30				
Contacto:	https://fundacionconfemetal.com/la-metodologia-5S/				
Modalidad:	Virtual				
Dirección:	informacion@fundacionconfemetal.es				

Fuente: Elaboración propia.

5.6 Periodicidad de monitoreo y medición de la implementación del OEE en MANUPAST

La implementación del OEE es un proceso continuo por lo cual, se debe monitorear periódicamente, realizarse un seguimiento del rendimiento, revisión el progreso de la implementación en relación con los objetivos de MANUPLAST y evaluar la eficacia de las mejoras aplicadas para realizar los ajustes necesarios, a continuación, se presentan dos opciones para realizar la medición:

5.6.1 Medición Diaria para control a nivel operativo, para identificar problemas y tomar acciones correctivas rápidamente

Frecuencia: Al cierre de cada turno o jornada.

Ventaja: Sencillo de implementar; útil para comparar desempeño entre turnos.

5.6.2 Medición Semanal para presentación de informe a nivel Gerencial

Frecuencia: Resumen semanal basado en los resultados de los turnos diarios.

Ventaja: Reduce la carga de reportes y permite una visión más amplia de las tendencias.

5.6.3 Monitoreo de Resultados

Reuniones periódicas (mensuales o trimestrales) con los equipos de producción, manteniendo y planificación para revisar los resultados de OEE e identificar posibles mejoras.

5.7 Periodo de implementación y/o ajustes de la estrategia para la medición del OEE en el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST.

Tabla 39 - Estimación de tiempos para la implementación.

Actividad	Duración	Responsable
Instalación de Tablet en área de máquinas	5 días	Mantenimiento-TI
Instalación de pantallas en área de máquinas	5 días	Proveedor- TI
Capacitación del personal	6 días	Empresa capacitadora
Implementación piloto	1 mes	Producción
Evaluación y ajustes * liderado por	1 mes	Gerente de planta (*) Planificación Jefe de producción Jefe de mantenimiento Jefe de calidad

Fuente: Elaboración propia.

5.8 Diagrama de flujo para la implementación y medición del OEE en la empresa MANUPLAST

El presente diagrama muestra de forma gráfica los pasos a seguir en cada etapa de la implementación del OEE y las áreas responsables que intervienen.

Ilustración 37 - Diagrama de flujo para la implementación y medición del OEE

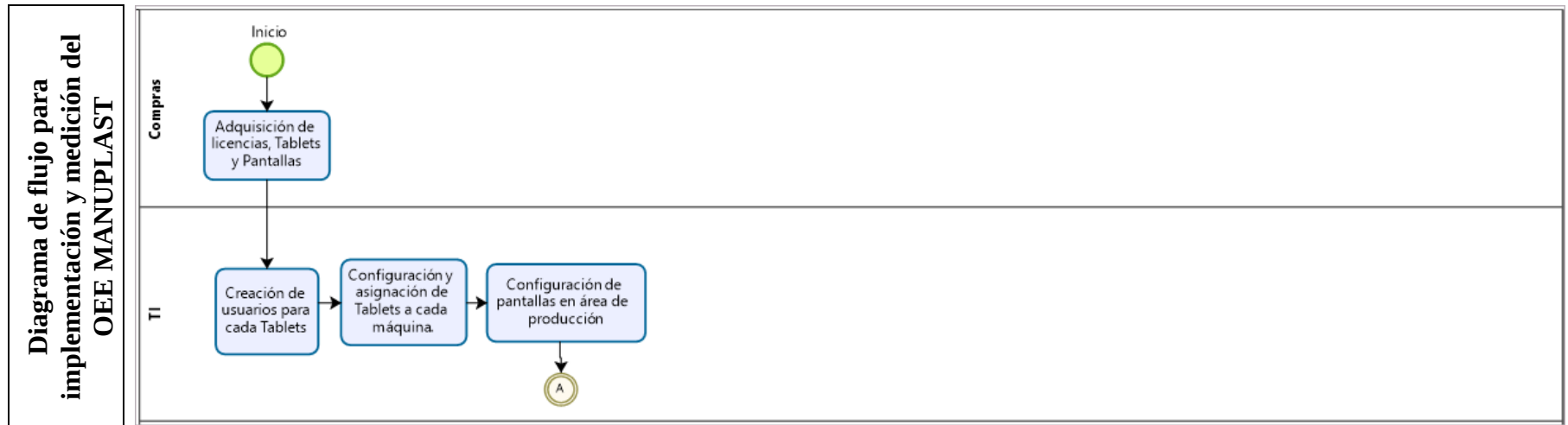
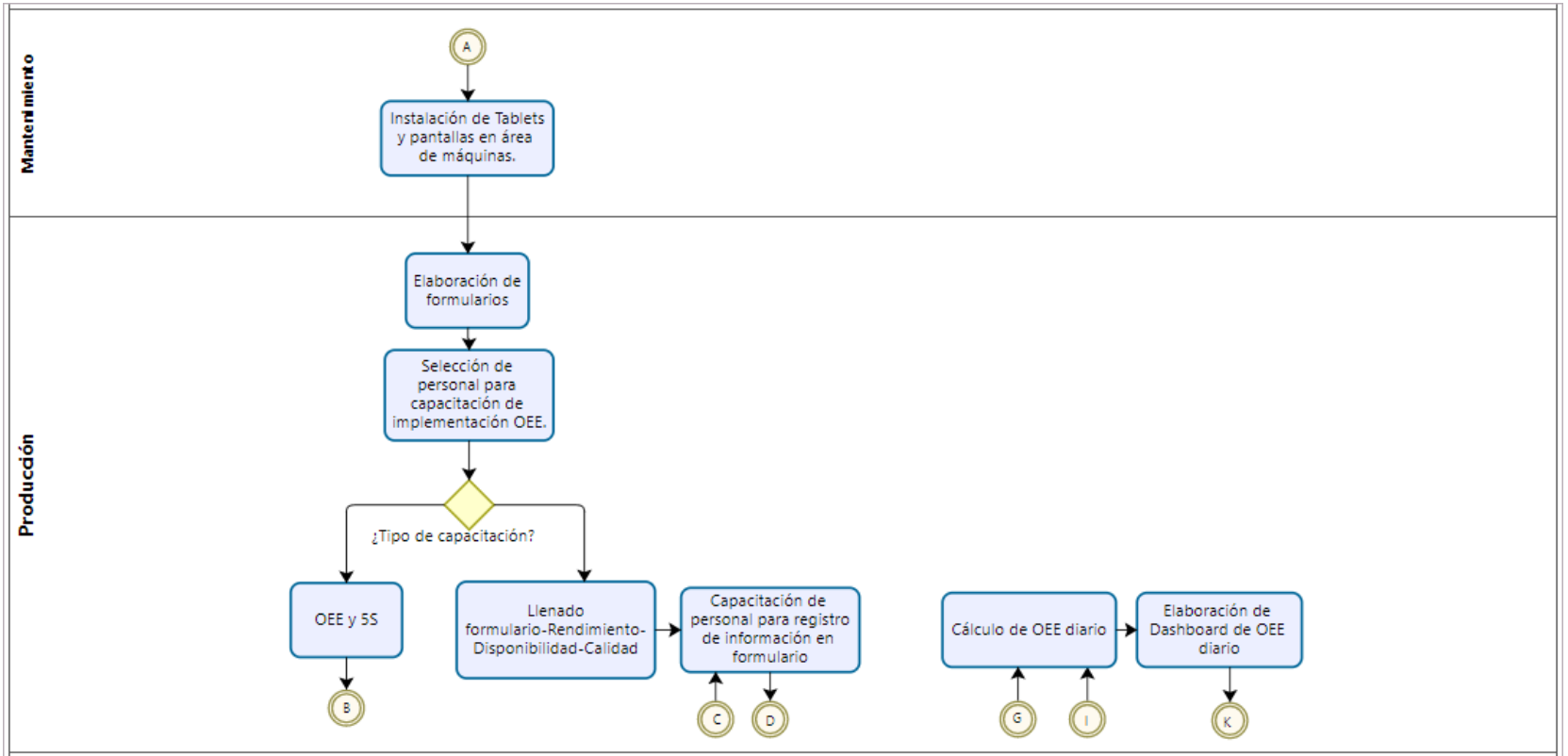
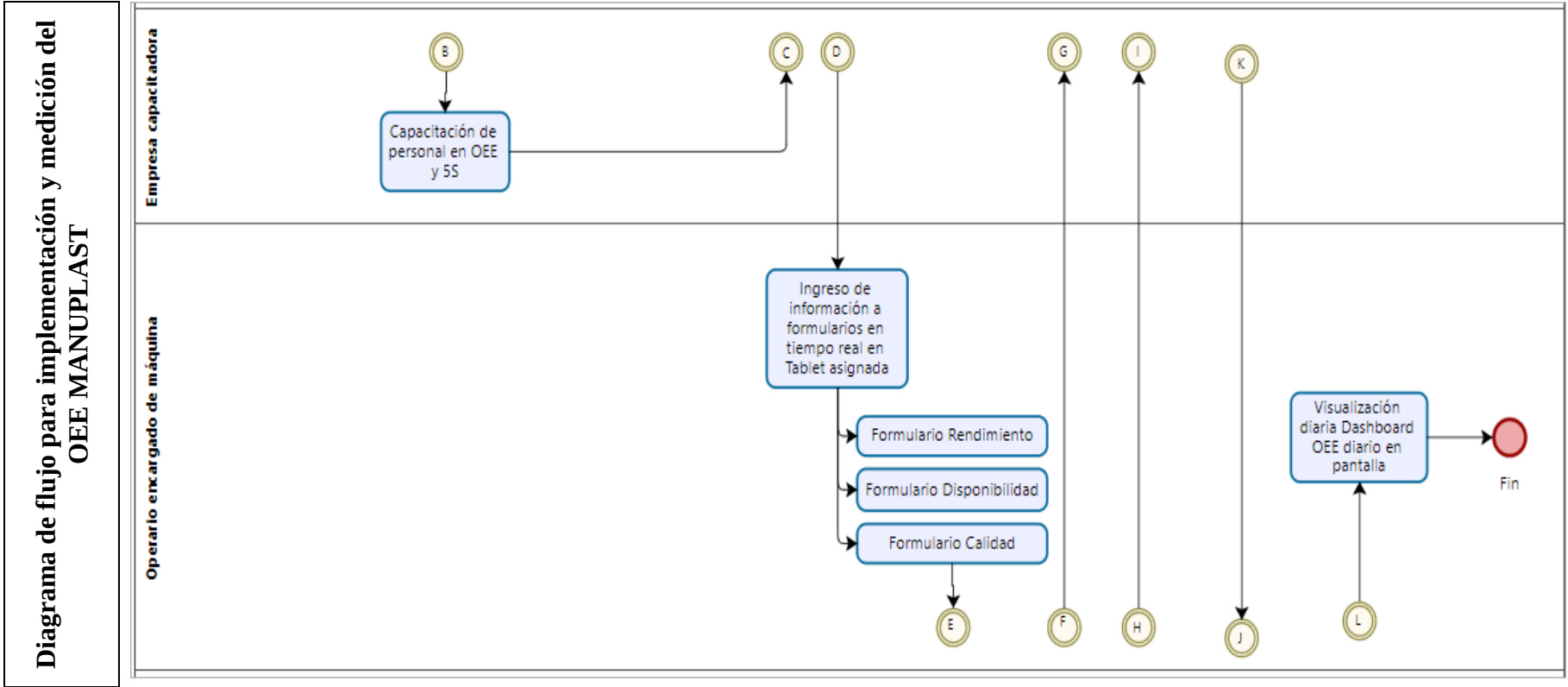
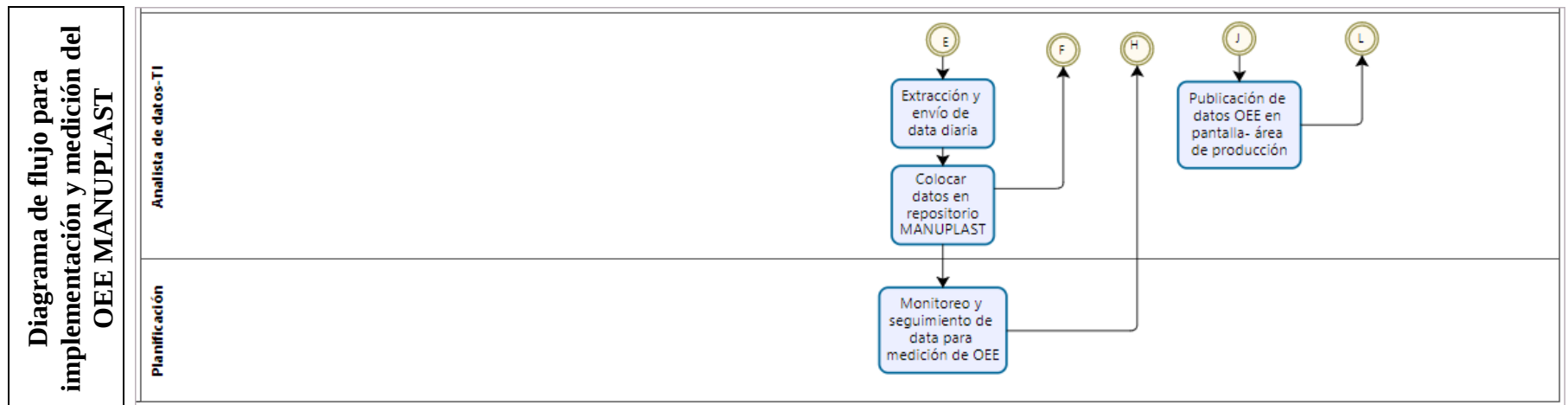


Diagrama de flujo para implementación y medición del OEE MANUPLAST







Fuente: Elaboración propia

***Responsables dentro del proceso:**

- ✓ Compras
- ✓ TI
- ✓ Mantenimiento
- ✓ Producción
- ✓ Empresa capacitadora
- ✓ Operario encargado de máquina
- ✓ Analista de datos -TI
- ✓ Planificación

5.9 Propuesta de Plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST a través de la optimización del OEE.

En el entorno industrial altamente competitivo y dinámico actual, la eficiencia operativa se ha convertido en un factor clave para garantizar la sostenibilidad y el crecimiento la empresa MANUPLAST, en el proceso de inyección-soplado, enfrenta el reto de mejorar su desempeño productivo para cumplir con las exigencias del mercado en cuanto a entregas oportunas y completas. Uno de los principales indicadores para medir la eficiencia de los procesos industriales es el OEE (Overall Equipment Effectiveness), que permite evaluar el rendimiento, la disponibilidad y la calidad de los equipos utilizados en la producción.

La presente propuesta es un plan estratégico de producción enfocado en el área de inyección-soplado de MANUPLAST, para la optimización de los componentes de disponibilidad, rendimiento y calidad del OEE como herramienta central para identificar cuellos de botella, reducir pérdidas y mejorar los tiempos de respuesta, relacionado directamente este enfoque con el indicador OTIF (On Time In Full), para medir el nivel de cumplimiento de entregas completas y a tiempo.

Esta propuesta parte de un diagnóstico integral de las condiciones actuales del proceso en el área de Inyección soplado, seguido por la formulación de estrategias que permitirán la mejora continua, el uso eficiente de los equipos y el incremento de la productividad.

5.9.1 Objetivos:

Proponer un plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST, basado en la medición y optimización del OEE, con el fin de mejorar la eficiencia operativa de los equipos y el cumplimiento del indicador OTIF.

Identificar oportunidades de mejora en los componentes de disponibilidad, rendimiento y calidad del OEE del proceso de inyección-soplado.

5.9.2 Alcance

La presente propuesta se centra en el desarrollo de un plan estratégico de producción orientado a optimizar el desempeño del área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST.

El alcance parte del diagnóstico del estado actual de la operación, mediante la medición del OEE (Overall Equipment Effectiveness) realizado para proponer, estrategias para mejorar la Disponibilidad, Rendimiento y Calidad del proceso productivo dentro del área de inyección soplado, que impactan directamente en el cumplimiento del indicador OTIF (On Time In Full), mejorando las entregas en tiempo y completas a los clientes. Esta propuesta se limita a las operaciones del área mencionada.

5.9.3 Mejora del factor del OEE - Disponibilidad mediante Mantenimiento Preventivo

A raíz del análisis realizado en el Capítulo IV –Situación actual de la empresa, Se propone: Implementar programas de mantenimiento preventivo y predictivo para reducir las paradas no planificadas. Esto será coordinado con la planificación de la producción, dentro del plan de producción semanal, para minimizar el impacto en los tiempos de entrega. El programa de mantenimiento preventivo y predictivo debe incluir lo siguiente.

5.9.3.1 Identificación y registro de los equipos

Identificar y registrar mediante levantamiento de inventario completo de equipos y sistemas críticos para la operación, para que todos estos sean incluidos en el plan de mantenimiento.

- Maquina

- Moldes
- Chiller
- Secadores de material
- Compresores
- Dosificadores

5.9.3.2 Clasificar los equipos según su criticidad, frecuencia de uso y costo de falla

Se debe realizar análisis periódicos de los equipos, tomando en cuenta su rendimiento y la criticidad, para dimensionar el plan específico para cada uno.

Tabla de análisis de criticidad de equipos del área de inyección soplado en 2024. Construida con los cálculos realizados en el Capítulo IV –Situación actual de la empresa.

Tabla 40 - Tabla de criticidad de los equipos en orden ascendente.

Maquina	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
AOKI-1	88.77%	90.42%	97.80%	78.50%
AOKI-2	49.99%	60.62%	97.88%	29.66%
AOKI-3	61.73%	92.26%	97.46%	55.51%
AOKI-4	70.47%	93.92%	97.88%	64.78%
ASB-1	84.04%	93.25%	98.47%	77.17%
ASB-2	87.06%	92.82%	98.60%	79.68%

Fuente: Elaboración propia

5.9.3.3 Propuesta de manual técnico y procedimiento para mantenimiento preventivo

	MANUAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MÁQUINA DE INYECCIÓN-SOPLADO PARA ENVASES PET	Documento No:	
		Versión:	
		Fecha de creación:	
		Fecha de actualización:	
Para realizar las actividades de mantenimiento Preventivo el Personal de Mantenimiento, hacen uso de los PSM. En estos documentos aparecen las actividades necesarias con su respectivo orden lógico y tiempo estimado para realizarlas de manera eficiente.			
<u>Objetivos:</u> • Establecer las actividades necesarias para planificar el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipos periféricos de Manufacturas Plásticas S.A de C.V. • Establecer un procedimiento técnico estandarizado para realizar el mantenimiento preventivo de las máquinas de inyección-soplado de envases de PET, asegurando la continuidad operacional, reducción de fallas y calidad constante del producto final.			
<u>Alcance:</u> Este manual aplica a las maquinarias en general: • Inyección-Soplado PET, • Módulos de inyección • Sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos • Equipos periféricos (chiller, compresores, horno de preformas)			
<u>Términos y definiciones:</u> • Mantenimiento Preventivo: es aquel que se realiza de manera anticipado con el fin de prevenir el surgimiento de desperfectos en Máquinas y Equipos periféricos. • Mantenimiento Correctivo: Mantenimiento que se ejecuta a una máquina cuando presenta un fallo. • Orden de Trabajo: Documento donde se respalda el trabajo que se realizara a maquinas o equipos periféricos. En este documento se cargan los materiales o repuestos utilizados en dicho mantenimiento. • Procedimiento Estándar de Mantenimiento (PSM): Guía estandarizada de pasos para la realización de actividades de mantenimiento puntuales en máquinas y/o equipos, con el fin de obtener resultados repetibles en el tiempo.			
<u>Responsabilidades:</u> • Jefe de Mantenimiento: responsable de planificar el programa anual de mantenimiento preventivo y coordinar con Jefe de Producción para que se cumplan las fechas programadas. Además de dar cierre a las solicitudes que se generen de Mantenimientos Correctivos y Preventivos. Responsable de gestionar las compras de repuestos y control del almacenamiento de accesorios y repuestos utilizados en las actividades de mantenimiento.			

- **Jefe de Producción:** facilita que el programa anual de mantenimiento se cumpla de acuerdo con la programación establecida por el jefe de Mantenimiento.
- **Supervisor de Mantenimiento:** responsable de ingresar las órdenes de mantenimiento correctivo y de realizar los trabajos según solicitudes de Mantenimiento Correctivo y Preventivo.
- **Supervisor de Producción / Responsable de área:** notifica las fallas de los equipos a Jefe de Producción para su comunicación al área de mantenimiento, colabora y apoya para que las actividades de mantenimiento se lleven a cabo según programa.
- **Personal de Mantenimiento:** responsables de realizar los trabajos según solicitudes de Mantenimiento Correctivo y Preventivo.

Equipos necesarios:

- Llaves Allen, fijas, torquímetro
- Multímetro digital
- Pistola de aire comprimido
- Lubricantes (grasa industrial, aceite hidráulico)
- Paños industriales
- Termómetro láser
- Kit de limpieza dieléctrico

Elementos de seguridad

- Guantes dieléctricos
- Gafas de seguridad
- Bloqueo y etiquetado (LOTO)
- Señalización de intervención

Buenas prácticas de mantenimiento

- Asegurar el Área (Cono o Cinta Amarilla).
- Desalojo de producto en el Área.
- Inventario de herramientas dentro de caja de herramientas.
- Utilización del Equipo de Protección personal acorde a la actividad de mantenimiento.
- Hay que asegurar que las piezas que se desmontan regresen a la maquina a su posición correcta.
- Inventario de herramientas dentro de caja de herramientas posterior a mantenimiento.
- Limpieza del área (Residuos de Aceite, wipper, cables electricos, forros, cinchos plásticos, piezas reemplazadas, etc.)
- Priorizar el mantenimiento en donde pueda verse comprometida la inocuidad del producto.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Frecuencia de intervención

Frecuencia	Tipo de intervención	Responsable
Diario	Básico / Visual	Operador
Semanal	Funcional / Lubricación	Técnico
Mensual	Inspección profunda	Técnico + Supervisor
Trimestral	Sustitución / Ajustes	Mantenimiento

Anual	Overhaul / Calibración	Fábrica / Técnico Senior
-------	------------------------	--------------------------

A. Lista de verificación diaria (operador)

Actividad	Acción	Observaciones
Encendido de máquina	Verificar arranque sin alarmas	
Presión de aire	Verificar presión mínima de 8 bar	
Lámparas IR del horno	Verificar encendido uniforme	
Moldes	Revisar limpieza y cierre uniforme	
Lubricación de guías	Confirmar aplicación de grasa en puntos móviles	
Fugas visibles	Aire, agua o aceite – reportar	
Sonido anormal	Ruidos de fricción, golpes – detener si es necesario	

B. Verificación semanal (técnico)

Actividad	Acción Técnica	Herramienta
Cilindros neumáticos	Verificar desgaste, lubricar ejes	Grasa y paño
Válvulas solenoides	Testeo de respuesta eléctrica	Multímetro
Guías lineales	Engrasar puntos de contacto	Grasa sintética
Sensores ópticos	Limpieza de lente y comprobación de señal	Aire comprimido
Panel eléctrico	Limpieza de polvo y ajuste de borneras	Llave Allen
Verificación de sopladores	Revisión de compresores, filtros, y drenado de humedad	

C. Mantenimiento mensual (técnico / supervisor)

Módulo	Actividad técnica	Observaciones
Horno de preformas	Verificar temperatura por zona (usar termómetro láser)	Registrar desviaciones
Placa de cierre	Lubricar y verificar paralelismo del cierre	
Cilindros hidráulicos	Revisar presión y fugas, cambiar sellos si es necesario	
Sistema de refrigeración	Verificar flujo de agua y limpiar intercambiadores	
Chiller externo	Revisar nivel de refrigerante y presión del sistema	

D. Mantenimiento trimestral y anual

Componente	Actividad	Frecuencia
Moldes	Desmontaje completo, limpieza, ajuste y calibración	Trimestral
Cambiar aceite hidráulico	Drenar, limpiar tanque, colocar aceite nuevo (#46 o similar)	Anual
Inspección de resistencias IR	Medir continuidad, limpiar, verificar eficiencia	Trimestral
Calibración de sensores de cierre	Con comparador mecánico / electrónico	Anual

<u>Paso a paso para el mantenimiento preventivo.</u>		
ACT	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Revisar programa de mantenimiento anual para verificar a que maquina corresponderá realizar el mantenimiento.	Jefe de Mantenimiento
2	Solicitar repuestos anticipadamente para el mantenimiento.	Jefe de Mantenimiento
3	Abrir orden de trabajo “SGI-R-MT-08 Registro Mantenimiento Preventivo” donde se especifican las actividades a realizar en la máquina.	Jefe de Mantenimiento
4	Comunicar plan de mantenimiento a Jefe de Producción	Jefe de Mantenimiento
5	Verificar disponibilidad de máquina.	Jefe de Producción
6	SI existe prioridad de entrega de producto terminado o no se cuentan con los repuestos necesarios, se deberá reprogramar la fecha para el mantenimiento, justificando en la orden de mantenimiento las causas y debe ser firmada por el Jefe de Producción. De lo contrario pasar a ACT 8.	Jefe de Producción
7	Entregar Orden de trabajo al Personal de Mantenimiento.	Jefe de Mantenimiento
8	Colocar rótulo a la máquina de “Maquina en Mantenimiento”.	Personal de mantenimiento
10	Realizar mantenimiento.	Personal de mantenimiento
11	Utilizar “SGI-R-MT-09 Procedimientos Estándar de Mantenimiento” para el desarrollo de las actividades.	Personal de mantenimiento
12	Entregar a Supervisor o responsable del área la máquina a la cual se le realizó el mantenimiento.	Personal de mantenimiento
13	Verificar que la máquina se encuentra en condiciones óptimas para trabajar.	Supervisor de Producción / Responsable de área
14	Firmar “SGI-R-MT-08 Registro de mantenimiento Preventivo” siempre y cuando este conforme con el trabajo realizado. De lo contrario regresar a ACT 2.	Supervisor de Producción / Responsable de área
15	Retirar rótulo de “Maquina en Mantenimiento” al equipo que se trabajó.	Personal de mantenimiento
16	Entregar hoja “SGI-R-MT-08 Registro de Mantenimiento Preventivo” a jefe de Mantenimiento.	Personal de mantenimiento

17	Colocar en hoja “SGI-R-MT-08 Registro de Mantenimiento Preventivo” los repuestos y materiales que fueron necesarios para el mantenimiento.	Jefe de Mantenimiento
18	Registrar la entrada y salida de herramientas utilizadas para el mantenimiento en el formato “SGI-R-MT-08 Registro de Mantenimiento Preventivo”.	Personal de mantenimiento
19	Cerrar orden de trabajo “SGI-R-MT-06 Registro Base de Solicitudes de Mantenimiento”.	Jefe de Mantenimiento
20	Archivar un Registro de mantenimiento Preventivo.	Jefe de Mantenimiento

Recomendaciones

- Seguir cronograma sin omisiones, registrar toda intervención.
- Reemplazar piezas críticas antes de fallas catastróficas.
- Capacitar al personal técnico y operativo periódicamente.
- Establecer indicadores de mantenimiento (MTBF, MTTR, % cumplimiento).

5.9.3.4 Propuesta de manual técnico y procedimiento para mantenimiento correctivo

	MANUAL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO MÁQUINA DE INYECCIÓN- SOPLADO PARA ENVASES PET	Documento No:	
		Versión:	
		Fecha de creación:	
		Fecha de actualización:	
Para realizar las actividades de mantenimiento Correctivo y/o Preventivo el Personal de Mantenimiento, hacen uso de los PSM. En estos documentos aparecen las actividades necesarias con su respectivo orden lógico y tiempo estimado para realizarlas de manera eficiente.			
<u>Objetivos:</u> • Definir y ejecutar los pasos a seguir para el mantenimiento correctivo de maquinaria y equipo periféricos. • Establecer una metodología estructurada y segura para la ejecución del mantenimiento correctivo, con el fin de restablecer la operación de máquinas de inyección-soplado de envases PET en el menor tiempo posible, minimizando el impacto sobre la producción y garantizando la calidad del producto final.			
<u>Alcance:</u> Este manual aplica a todas las intervenciones no planificadas que se deben realizar como consecuencia de fallas, interrupciones o degradación de funcionamiento de los siguientes sistemas: • Módulo de inyección • Módulo de estirado-soplado • Sistema de calefacción (lámparas IR)			

- Sistemas neumáticos e hidráulicos
- Sistema eléctrico y electrónico (HMI, PLC, sensores)
- Moldes y dispositivos mecánicos

Términos y definiciones:

Mantenimiento correctivo: es el conjunto de acciones técnicas realizadas posterior a la ocurrencia de una falla o pérdida de funcionalidad en un equipo, con el propósito de reparar, reemplazar o restaurar el funcionamiento de sus componentes.

Equipos necesarios:

- Multímetro / amperímetro / pinza térmica
- Manómetro de aire e hidráulico
- Herramientas mecánicas (llaves, torquímetro)
- Kits de repuestos críticos (válvulas, sensores, resistencias)
- Manual técnico del fabricante
- Herramientas de limpieza técnica y aceites

Elementos de seguridad

- Operador detecta una anomalía (alarma, parada, baja producción, defectos).
- Se registra en el sistema de notificación de fallas
- El técnico de mantenimiento valida la falla mediante inspección visual y revisión de alarmas en el HMI o panel de control.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Fase 1: detección y reporte de la falla

- Operador detecta una anomalía (alarma, parada, baja producción, defectos).
- Se registra en el sistema de **notificación de fallas** (bitácora o sistema cmms).
- El técnico de mantenimiento valida la falla mediante inspección visual y revisión de alarmas en el hmi o panel de control.

Fase 2: diagnóstico técnico

Tipo de falla	Acción diagnóstica
Eléctrica	Verificar continuidad, voltajes, integridad de sensores
Neumática	Verificar presión, fuga en mangueras, válvulas trabadas
Hidráulica	Revisión de presión, nivel de aceite, ruido de bomba
Mecánica	Evaluar desgaste, rotura, desalineación de piezas móviles
Electrónica (plc/hmi)	Diagnóstico vía software, códigos de error, revisión lógica

Fase 3: ejecución de la reparación

Componente	Acción correctiva	Tiempo estimado

Fase 4: pruebas y verificación

- Verificar presión, temperatura, tiempo de ciclo, calidad del envase.
- Revisar alarmas en el sistema y confirmar que no persisten errores.
- Confirmar **aprobación de producto** antes de reiniciar producción continua.

Fase 5: registro y análisis

- Registrar intervención en bitácora técnica (digital o física)
- Documentar: fecha, hora, técnico, módulo afectado, causa raíz, solución aplicada
- Cargar evidencia fotográfica si se requiere
- Notificar al área de producción

Paso a paso para el mantenimiento correctivo.

Dentro de la operación se conoce que existe un porcentaje de fallas imprevistas que deben atenderse de forma inmediata, para minimizar el impacto que esta intervención pueda tener se presenta un paso a paso para la ejecución de un mantenimiento correctivo.

ACT	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Detectar fallo de máquina.	Supervisor de Producción / Responsable de área
2	Parar máquina desactivando interruptores principales.	Supervisor de Producción / Responsable de área
3	Solicitar a Jefe de Mantenimiento o Supervisor de Mantenimiento realizar mantenimiento correctivo a Maquinas o Equipos periféricos.	Jefe de Producción / Supervisor de Producción / Responsable de área
4	Colocar rotulo de “Maquina en Mantenimiento”	Personal de mantenimiento
5	Llenar archivo “SGI-R-MT-06 Base de Solicitudes de Mantenimiento” con la descripción de la actividad del trabajo a realizar.	Jefe de Mantenimiento/ Personal de mantenimiento.
6	Abrir la “SGI-R-MT-04 Solicitud de Mantenimiento Correctivo” con la descripción de la actividad del trabajo a realizar y asignar un numero correlativo a la solicitud.	Jefe de Mantenimiento/ Personal de mantenimiento.
7	Solicitar repuestos para realizar el mantenimiento si es necesario.	Jefe de Mantenimiento
8	Entregar “SGI-R-MT-04 Solicitud de Mantenimiento Correctivo” a Auxiliar de Mantenimiento.	Jefe de Mantenimiento
9	Realizar mantenimiento	Personal de mantenimiento
10	Entregar a Supervisor de Producción o Responsable de área, la maquina a la cual se le realizo el mantenimiento correctivo.	Personal de mantenimiento

11	Verificar que la maquina se encuentra en condiciones óptimas para trabajar.	Supervisor de Producción / Responsable de área
12	Firmar “SGI-R-MT-04 Solicitud de Mantenimiento Correctivo” para liberación de máquina y aprobación del mantenimiento realizado. De lo contrario regresa a ACT 2.	Supervisor de Producción / Responsable de área
13	Entregar “SGI-R-MT-04 Solicitud de Mantenimiento Correctivo” a Jefe de Mantenimiento.	Personal de mantenimiento
14	Colocar en “SGI-R-MT-04 Solicitud de Mantenimiento Correctivo” los repuestos y materiales que fueron ocupados para el mantenimiento	Jefe de Mantenimiento
15	Registrar la entrada y salida de herramientas utilizadas para el mantenimiento en el formato “SGI-R-MT-04 Solicitud de Mantenimiento Correctivo”.	Personal de mantenimiento
16	Cerrar orden de trabajo en “SGI-R-MT-06 Registro Base de Solicitudes de Mantenimiento”.	Jefe de Mantenimiento
17	Archivar “SGI-R-MT-04 Solicitud de Mantenimiento Correctivo”.	Jefe de Mantenimiento
<u>Plan de mejora continua</u> • Análisis de causa raíz para fallas repetitivas • Incorporación de lecciones aprendidas al plan de mantenimiento preventivo • Capacitación técnica después de fallas críticas • Retroalimentación al diseño de pm para evitar fallas similares		

5.9.3.5 Idoneidad de los equipos (Capacidad del equipo para realizar los procesos de manera segura y efectiva).

El equipo que estará en contacto con los envases plásticos según el sistema de gestión de la empresa debe estar inocuo (limpio) y construido de una manera que sea fácil de limpiar y de realizar su respectivo mantenimiento (diseño sanitario).

Las superficies que estarán en contacto directo con el producto o materias primas deben ser fabricados con lamina de acero inoxidable 304L. Este acero es particularmente adecuado para el contacto con alimentos porque tiene una alta resistencia a ácidos, bases y cloruros.

Para mejorar las métricas evaluadas en este estudio también intervienen mediciones específicamente en el área de mantenimiento como las que se presentan a continuación, ya que con su control y medición ayudaran a mejorar la eficiencia de los equipos.

5.9.3.6 Medición y control de tasa de fallas (MTBF)

La Tasa Media de Fallas o MTBF (Mean Time Between Failures) se usa para medir la fiabilidad de un sistema o equipo.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de operacion}}{\text{Numero de fallas}}$$

Donde:

Tiempo total de operación: Es el tiempo durante el cual el sistema está funcionando sin fallas.

Número de fallas: Es la cantidad de fallas que se han producido en el período de tiempo especificado.

5.9.3.7 Medición y control de mantenimiento preventivo (MTTR)

El tiempo medio de reparación (MTTR, Mean Time To Repair) es una fórmula usada para calcular el tiempo promedio que tarda en reparar un equipo.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de repacion}}{\text{Numero de reparaciones}}$$

Donde:

Tiempo total de reparación: Es el tiempo total utilizado para reparar todos los fallos durante un período.

Número de reparaciones: Es la cantidad de reparaciones realizadas en ese mismo período.

5.9.3.8 Propuesta de procedimiento para mantenimiento de moldes

	PROCEDIMIENTO	Documento No:	
	MANTENIMIENTO	Versión:	
	CORRECTIVO Y PREVENTIVO	Fecha de creación:	
	DE MOLDES	Fecha de actualización:	
<u>Objetivos:</u> ▪ Establecer las actividades necesarias para planificar el mantenimiento preventivo de los moldes con el fin de prevenir fallas, problemas de calidad e inocuidad. ▪ Definir y ejecutar los pasos a seguir para el mantenimiento correctivo de los moldes para asegurar las condiciones óptimas de producción.			
<u>Alcance:</u> Este procedimiento aplica a todos los moldes utilizados en las áreas de Inyección, Soplado e Inyección-Soplado PET.			
<u>Términos y definiciones:</u> Mantenimiento Preventivo: es aquel que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir el surgimiento de desperfectos en molde. Mantenimiento Correctivo: Mantenimiento que se ejecuta cuando el molde presenta una falla o problema de calidad. Solicitud de Mantenimiento y Limpieza de moldes: registro utilizado para evidenciar el requerimiento de mantenimiento de molde de forma preventiva y/o correctiva en donde se definen los recursos a utilizar.			
<u>Responsabilidades:</u> • Supervisor de Producción: responsable de solicitar los mantenimientos preventivos y/o correctivos de los moldes de su área. Coordinar con Jefe de Producción y Supervisor de Taller para que se cumplan los mantenimientos de los moldes según requerimientos. Responsable de crear y dar seguimiento a las solicitudes que se generen de Mantenimientos Correctivos y/o Preventivos. • Jefe de Producción: facilita que las actividades de mantenimiento preventivo y/o correctivo de molde se cumplan además de tomar en cuenta estas programaciones dentro del plan de producción y dar cierre a las solicitudes que se generen.			

- **Supervisor de Taller:** recibe las órdenes de mantenimiento preventivo y correctivo de moldes, define los recursos a utilizar y realiza los trabajos según solicitudes.
- **Jefe de Mantenimiento:** responsable de gestionar las compras de repuestos y materiales utilizados en las actividades de mantenimiento y reparación de moldes.

Registro de Calidad :Registros de calidad:

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
Solicitud de mantenimiento y limpieza de moldes	Producción

Procedimiento para ejecutar Mantenimiento preventivo y correctivo de moldes

Buenas prácticas de mantenimiento para desmontaje o montaje de molde

- Asegurar el Área (Cono o Cinta Amarilla).
- Desalojo de producto en el Área.
- Inventario de herramientas dentro de caja de herramientas a utilizar en caso de retirar el molde de la máquina.
- Utilización del Equipo de Protección personal acorde a la actividad de mantenimiento.
- Hay que asegurar que las piezas que se desmontan regresen a la maquina a su posición correcta.
- Limpieza del área (Residuos de Aceite, Wipe, cables electricos, forros, cinchos plásticos, piezas reemplazadas, etc.)

Paso a paso para mantenimiento preventivo de moldes

ACT	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Evaluar las condiciones del molde en cuanto a potenciales daños, desgastes, acumulación de residuos, etc. Tomando en cuenta las ordenes de producción fabricada.	Supervisor de producción
2	En caso de requerir un mantenimiento preventivo para molde, notificar a Jefe de Producción y elaborar la solicitud de mantenimiento según el registro SGI-R-MT-10.	Supervisor de producción
3	Entregar solicitud de mantenimiento en físico a Supervisor de Taller.	Supervisor de producción
4	Coordinar tiempos de entrega y prioridades.	Supervisor de Producción/Supervisor de taller/Jefe de Producción

5	Solicitar a Jefe de Mantenimiento materiales o insumos en caso de no tener en existencia.	Supervisor de Taller
6	Comprar materiales e insumos, previa autorización según proceso de compras.	Jefe de Mantenimiento
7	Realizar mantenimiento preventivo según solicitud.	Supervisor de Taller
8	Notificar a Supervisor de producción sobre la finalización del mantenimiento.	Supervisor de Taller
9	Verificar y validar el mantenimiento preventivo del molde.	Supervisor de Producción
10	Retirar molde de taller y colocar en mueble.	Supervisor de Producción
11	Entregar solicitud de mantenimiento y limpieza de moldes a Jefe de Producción.	Supervisor de Producción
12	Validar y archivar la solicitud SGI-R-MT-10. Firma el registro para dar cierre al proceso.	Jefe de Producción

Paso a paso para mantenimiento correctivo de moldes

ACT	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Identificar falla de molde o defecto de calidad en producto.	Supervisor de Producción
2	Solicitar a personal de taller la evaluación de la falla o defecto y notificar a Jefe de Producción.	Supervisor de Producción
3	Parar maquina en caso de estar produciendo con el molde, evaluar y analizar falla en conjunto.	Jefe de Producción/ Supervisor de Producción/ Supervisor de Taller
4	De identificarse la falla o defecto como crítico, bajar molde y solicitar la orden de mantenimiento.	Supervisor de Producción
5	Elaborar la solicitud de mantenimiento según el registro SGI-R-MT-10.	Supervisor de Producción
7	Coordinar tiempos de entrega y prioridades.	Supervisor de Producción/Supervisor de taller/jefe de Producción
8	Solicitar a Jefe de Mantenimiento materiales o insumos en caso de no tener en existencia.	Supervisor de Taller
9	Comprar materiales e insumos, previa autorización según proceso de compras.	Jefe de Mantenimiento

10	Realizar mantenimiento correctivo según solicitud.	Supervisor de Taller
11	Notificar a Supervisor de producción sobre la finalización del mantenimiento.	Supervisor de Taller
12	Verificar y validar el mantenimiento correctivo del molde.	Supervisor de Producción
13	Retirar molde de taller y colocar en mueble o instalar de inmediato de ser necesario.	Supervisor de Producción
14	Entregar solicitud de mantenimiento y limpieza de moldes a Jefe de Producción.	Supervisor de Producción
15	Validar y archivar la solicitud SGI-R-MT-10. Firma el registro para dar cierre al proceso.	Jefe de Producción

5.9.4 Mejora del factor del OEE- Rendimiento mediante la optimización de cambio de molde a través del SMED

Como se validó en el capítulo 4 que el tiempo de cambio de molde es la principal causa de paro en las líneas y al considerarse un paro programado, es decir que no se puede evitar en algunos casos, es importante optimizarlo, para asegurar que las máquinas puedan cambiar de producción rápidamente sin perder tiempo valioso, para ello se define el proceso de reducción de tiempo.

Reajuste de máquinas y procesos para mejorar la velocidad de producción en líneas con bajo rendimiento. Revisar manuales de máquinas y moldes para validar el funcionamiento actual en función de lo definido por el fabricante y validar las mejoras necesarias en las máquinas para optimizar el rendimiento

Dentro de los ajustes técnicos pueden deben incluirse dos aspectos importantes:

- Reemplazo de piezas desgastadas, como boquillas, pistones, machos, entre otros o mejorar sus condiciones
- Ajustes de parámetros de proceso en la maquina como temperatura, presión, tiempo de inyección, entre otros, para obtener un mejor rendimiento, sin comprometer la calidad, para esto se puede acudir al proveedor de molde y máquinas para una mejor validación

5.9.4.1 Reducción de tiempos de cambio (SMED)

Los tiempos de configuración y cambio de moldes en las maquinas impactan directamente en la disponibilidad y rendimiento. Aplicar técnicas como SMED (Single-Minute Exchange of Die) puede reducir estos tiempos y aumentar la eficiencia.

5.9.4.2 Plan de Mejora para optimización de cambios de molde.

Para la medición del SMED se deben de elaborar las etapas de mejora en actividades internas y externas identificadas y definidas en la etapa de diagnóstico. Para convertir algunas actividades internas en externas para minimizar paros prolongados en las máquinas por cambios de molde.

Mejorar los tiempos en actividades externas

Tabla 41 - Propuesta de mejora actividades externas en un cambio de molde

Actividad	Descripción	Tiempo estimado (min)	Mejora	Tiempo estimado con la mejora (min)
Preparación de materiales	- Verificar las condiciones del molde antes de la parada.	10	Realizar programa de cambios para anticiparse a limpieza y verificación de moldes a montar	8

	- Revisión de herramientas y piezas necesarias para el cambio.	20	Enlistar los materiales necesarios para cada molde y que estos sean incluidos en el programa de cambios, para anticipar su validación	15
Preparación de herramientas y piezas necesarias	-tener listos todas las piezas de repuesto, tornillos, accesorios y equipos de montaje necesarios para el cambio de molde	25	-Ordenar y clasificar herramientas necesarias para el cambio en un área específica. Para el equipo hidráulico, asegurar mediante el programa de cambios que no haya cambios en dos líneas al mismo tiempo	15
Preparación de nuevos materiales	-Asegurarse de que el material plástico o el polímero adecuado para el nuevo lote esté listo y accesible.	20	Compartir programa de cambios con bodega de insumos para anticipar el material a usar en el nuevo molde	15
Revisión de parámetros de proceso	- Comprobar los parámetros de inyección (temperatura, presión, velocidad de inyección, etc.) esto se puede validar mediante manuales y datos de fabricante	15		15
Preparación de ajustes del ciclo	- Ajustar parámetros según el nuevo molde: tiempo de ciclo, velocidad de enfriamiento, etc.	15		15
Organización y logística	- Definir secuencia de tareas y preparar herramientas para el cambio de molde.	5	Definir un proceso escrito de los pasos para cada uno de los moldes	3
	- Desplazar el molde de repuesto cerca de la máquina.	5	Asegurar espacio para colocar molde a montar cerca de la máquina, sin afectar las actividades del molde actual	3
		115		89

Fuente: Elaboración propia.

Convertir actividades internas en externas

Validar si hay actividades internas que puedan pasar a ser externas, para evitar que se realicen con la maquina en paro.

Tabla 42 - Propuesta de mejora actividades internas en un cambio de molde.

Actividad	Descripción	Tiempo estimado (min)	¿Se puede hacer externamente?	Justificación
Parada de la máquina	- Detener la máquina de manera segura y garantizar que esté fuera de funcionamiento y que enfríe	45	No	
Retiro del molde usado	-Desmontar el molde viejo	45	No	
	- Verificar el estado del molde viejo para su conservación.	20	Si	Esta actividad se puede realizar, cuando la maquina ya esté funcionando en óptimas condiciones con el nuevo molde
Instalación del nuevo molde	- Colocar el molde nuevo en la máquina.	50	No	
	- Asegurar que el molde esté alineado y fijado correctamente.	20	No	
Ajustes de fijación	- Ajustar los elementos de fijación como pernos y tornillos para asegurar el molde.	35	No	
Conexión de componentes	- Conectar sistemas como agua, gas o aire al molde (según sea necesario).	45	No	
Ajuste de parámetros de la máquina	- Ajustar los parámetros de la máquina según el nuevo molde (temperatura, presión, etc.).	15	No	

Calibración de la máquina	- Realizar la calibración de la máquina para asegurar su correcto funcionamiento con el nuevo molde.	15	No	
Prueba inicial de inyección	- Realizar una primera inyección para verificar el funcionamiento adecuado del nuevo molde.	20	No	
Ajustes finos del proceso	- Ajustar parámetros de inyección según los resultados de la prueba.	20		
Inspección de calidad del producto	- Inspeccionar las primeras piezas para asegurarse de que cumplen con las especificaciones y calidad requeridas.	15	Si	No se necesita detener la máquina para inspeccionar las piezas, a menos que se identifique alguna no conformidad que requiera verificar calibración y ajuste.

Fuente: Elaboración propia.

Mejorar los tiempos en actividades internas

Tabla 43 - Propuesta de mejora de tiempos en actividades internas en un cambio de molde.

Actividad	Descripción	Tiempo estimado (min)	Mejora	Tiempo estimado con la mejora (min)
Parada de la máquina	- Detener la máquina de manera segura y garantizar que esté fuera de funcionamiento y que enfríe	45	Tener equipo de protección personal adecuado para el cambio, esto ayudará a no esperar a que la maquina esté completamente fría	35
Retiro del molde usado	-Desmontar el molde viejo	45	Definir el mejor método paso a paso para asegurar minimizar tiempo, así como mejorar la actividad externa de contar con las herramientas necesarias	30

	- Verificar el estado del molde viejo para su conservación.	20	Se anula de actividad interna	0
Instalación del nuevo molde	- Colocar el molde nuevo en la máquina.	50	Definir el mejor método paso a paso para asegurar minimizar tiempo, así como mejorar la actividad externa de contar con las herramientas necesarias	30
	- Asegurar que el molde esté alineado y fijado correctamente.	20	Considerar adquirir instrumentos que ayuden al alineado y fijado de manera más confiable	10
Ajustes de fijación	- Ajustar los elementos de fijación como pernos y tornillos para asegurar el molde.	35	Definir el mejor método paso a paso para asegurar minimizar tiempo, así como mejorar la actividad externa de contar con las herramientas necesarias	25
Conexión de componentes	- Conectar sistemas como agua, gas o aire al molde (según sea necesario).	45	Definir el mejor método paso a paso para asegurar minimizar tiempo, así como mejorar la actividad externa de contar con las herramientas necesarias y enlistar el sistema específico para cada molde	30
Ajuste de parámetros de la máquina	- Ajustar los parámetros de la máquina según el nuevo molde (temperatura, presión, etc.).	15	Tener a la mano el manual del fabricante con los parámetros o mediante histórico	10
Calibración de la máquina	- Realizar la calibración de la máquina para asegurar su correcto funcionamiento con el nuevo molde.	15	Tener a la mano el manual del fabricante con los parámetros o mediante histórico	10
Prueba inicial de inyección	- Realizar una primera inyección para verificar el funcionamiento adecuado del nuevo molde.	20		20

Ajustes finos del proceso	- Ajustar parámetros de inyección según los resultados de la prueba.	20	Se puede minimizar mediante la confiabilidad de la primera calibración y ajuste de máquina y molde	10
Inspección de calidad del producto	- Inspeccionar las primeras piezas para asegurarse de que cumplen con las especificaciones y calidad requeridas.	15	Se anula de actividad interna	0
		345		210

Fuente: Elaboración propia.

5.9.4.3 Comparativo- resumen de tiempos actual versus tiempos mejorados a través del SMED

Tabla 44 - Tabla comparativa de tiempos promedio actual versus la aplicación de medición con el SMED.

Descripción del cambio	ACTUAL			MEJORADO SMED		
	Tiempo total promedio (min)	Tiempo interno (min)	Tiempo externo (min)	Tiempo total promedio (min)	Tiempo interno (min)	Tiempo externo (min)
Desmontaje de molde inyección y soplado en maquina	180	120	60	130	80	50
Montaje de molde inyección y de soplado en maquina	175	120	55	119	80	39
Inspección del molde después del cambio	35	35	0	35	0	35
Ajustes de parámetros de máquina, según el molde a trabajar	70	70	0	50	50	0
TOTAL	460	345	115	334	210	124

Fuente: Elaboración propia.

5.9.4.4 Propuesta de procedimiento detallado de cambio de molde

	PROCEDIMIENTO	Documento No:							
	CAMBIOS DE MOLDE	Versión:							
		Fecha de creación:							
		Fecha de actualización:							
<u>Objetivo:</u> Describir las actividades relacionadas a los cambios de moldes, realizados en las líneas de producción de Inyección-Soplado PET, para asegurar que todos los productos fabricados en Manufacturas Plásticas, S.A. de C.V. cumplen con especificaciones técnicas.									
<u>Alcance:</u> Este procedimiento aplica a las líneas de producción de Inyección-Soplado (PET), destinadas a la fabricación de Envases en Manufacturas Plásticas, S.A. de C.V.									
<u>Responsabilidades:</u> • Jefe de Producción: responsable de planificar las ordenes de producción y gestionar el recurso humano necesario para el cumplimiento de las actividades descritas en este procedimiento, responsable de generar las ordenes de producción, dar cumplimiento al plan de producción y atender los requerimientos de las áreas de proceso. • Supervisor de producción: responsable de gestionar se realicen las actividades detalladas en este procedimiento, además de notificar cualquier eventualidad que se presente durante su desarrollo, que pueda comprometer la inocuidad y calidad de los Envases. • Personal Operativo: responsable de llevar a cabo las actividades detalladas en este procedimiento, además de notificar cualquier eventualidad que se presente durante el desarrollo del procedimiento, que pueda comprometer la inocuidad y calidad de los Envases.									
<u>Registros de calidad:</u> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ACTIVIDAD</th> <th>UBICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Autorización de Arranque</td> <td>Producción</td> </tr> <tr> <td>Mantenimiento y Limpieza de Moldes</td> <td>Producción</td> </tr> </tbody> </table>				ACTIVIDAD	UBICACIÓN	Autorización de Arranque	Producción	Mantenimiento y Limpieza de Moldes	Producción
ACTIVIDAD	UBICACIÓN								
Autorización de Arranque	Producción								
Mantenimiento y Limpieza de Moldes	Producción								
Procedimiento para ejecutar cambio de molde proceso PET (desmontaje).									
ACT	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE							

1	Generar el plan de producción en base a las órdenes de compra que se reciben de los clientes.	Jefe de Planificación
2	Generar las órdenes de producción en base al plan de producción que emite el Jefe de Planificación y entregar a Supervisor de Producción.	Jefe de Producción
3	Recepción de Ordenes de Producción.	Supervisor de producción
4	Revisar si requiere realizar cambio de molde: SI: Se procede a desmontar molde, continuar ACT 5. No: Proceder con las actividades descritas en procedimiento	Supervisor de producción
5	Se realiza cambio de molde cuando hay cambio de formato (presentación) según se detalla en plan de producción.	Supervisor de producción/ Personal Operativo
6	Cerrar paso de alimentación de resina.	Supervisor de producción/ Personal Operativo
7	Preparar herramientas para el cambio de molde. La limpieza en el área y retiro de herramientas.	Supervisor de producción/ Personal Operativo
8	Drenar agua de molde de inyección, soplado y colada caliente.	Supervisor de producción/ Personal Operativo
9	Desconectar mangueras para flujo de agua en molde de inyección, soplado y colada caliente.	Supervisor de producción/ Personal Operativo
10	Extraer pernos de rieles de sujeción de placa de cuellos.	Supervisor de producción/ Personal Operativo
11	Extraer topes apertura molde de soplado.	Supervisor de producción/ Personal Operativo
12	Extraer molde de soplado.	Supervisor de producción/ Personal Operativo
13	Extraer molde de inyección (placa porta noyos, placa de refrigeración y espaciadores).	Supervisor de producción/ Personal Operativo
14	Extraer unidad de estirado (varillas, puntas, topes y mangueras de soplo).	Supervisor de producción/ Personal Operativo
15	Extraer unidad de expulsión.	Supervisor de producción/ Personal Operativo

16	Extraer placas de cuellos y rieles de sujeción.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
17	Extraer cavidad de inyección.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
18	Extraer manifold de canal colada caliente.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
19	Extraer conectores eléctricos de canal colada caliente.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
20	Extraer canal colada caliente.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
21	Limpiar molde antes de guardar en estantería. Para asegurar estas actividades, se puede crear un formato de “limpieza de moldes”	Supervisor de producción/ Operativo	Personal

Paso a paso para cambio de molde proceso PET (montaje

ACT	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	
1	Al finalizar el desmontaje de todos los elementos del molde (Numeral 6.1 de este procedimiento), se procede a montar nuevo molde a utilizar.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
2	Colocar canal colada caliente.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
3	Instalar conectores eléctricos de canal colada caliente.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
4	Instalar Manifold canal colada caliente.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
5	Instalar Cavidad de inyección.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
6	Instalar placas de cuellos y rieles de sujeción.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal

7	Instalar molde de inyección (Placa porta noyos, placa de refrigeración y espaciadores).	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
8	Ajustar altura y posición de sensores de freno y límite de cierre.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
9	Instalar unidad de estirado (noyos de soplado, varillas, puntas y topes de estirado).	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
10	Instalar unidad de expulsión (placa, varillas y expulsores).	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
11	Instalar molde de soplado.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
12	Ajustar tornillería con moldes cerrados con alta presión.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
13	Instalar mangueras de soplo y flujo de agua.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
14	Inspeccionar que todos los elementos estén debidamente instalados y realizar pruebas de movimientos para asegurar su funcionamiento y que no hay riesgo de contaminación en el producto.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal
15	Proceder al arranque de máquina, proceso inyección-soplado PET.	Supervisor de producción/ Operativo	Personal

Fuente: Elaborado por MANSPLAST

5.9.5 Mejora del factor del OEE - Calidad:

Para mejorar la calidad en el área de inyección soplado se debe tener en cuenta lo siguiente:

Implementación de control de calidad en línea para detectar y corregir defectos en tiempo real.

5.9.5.1 Propuesta de procedimiento detallado de control de cumplimiento de especificaciones del envase

	PROCEDIMIENTO	Documento No:													
	CONTROL DE PROCESO	Versión:													
		Fecha de creación:													
		Fecha de actualización:													
Objetivo: Describir las actividades relacionadas al control de procesos de envases realizados en las líneas de producción de Inyección-Soplado PET, para asegurar que todos los productos fabricados en Manufacturas Plásticas, S.A. de C.V. cumplen con especificaciones técnicas.															
Alcance: Este procedimiento aplica a las líneas de producción de Inyección-Soplado (PET), destinadas a la fabricación de Envases en Manufacturas Plásticas, S.A. de C.V.															
Responsabilidades: • Jefe de aseguramiento de calidad: responsable de capacitar al recurso humano y entregar las herramientas necesarias para el control de procesos donde se registren todas las especificaciones necesarias para determinar el cumplimiento técnico de las condiciones de los envases, deberá de analizar las condiciones del proceso y alertar cualquier inconsistencia de especificaciones. • Jefe de producción: responsable de planificar el recurso humano asignado a cada línea para que sea uno de los operarios de máquinas quien cada dos horas registre las especificaciones técnicas del envase. • Inspector de calidad: responsable de recolectar la información registrada por el personal operativo de cada línea para su respectivo análisis de especificaciones, además de notificar cualquier eventualidad que se presente durante su desarrollo, que pueda comprometer la calidad de los Envases. • Supervisor de producción: responsable de gestionar se realicen las actividades detalladas en este procedimiento, además de notificar cualquier eventualidad que se presente durante su desarrollo, que pueda comprometer la calidad de los Envases. • Personal Operativo: responsable de llevar a cabo las actividades detalladas en este procedimiento, además de notificar cualquier eventualidad que se presente durante el desarrollo del procedimiento, que pueda comprometer la calidad de los Envases.															
Paso a paso control de proceso (desmontaje). <table border="1"> <thead> <tr> <th>ACT</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>RESPONSABLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Generar formato de control de proceso y definir frecuencia.</td> <td>Jefe de calidad</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Asignar actividades al personal en turno para el registro</td> <td>Jefe de Producción</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Verificar que la información registrada por el operario sea la correcta</td> <td>Supervisor de producción</td> </tr> </tbody> </table>				ACT	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	1	Generar formato de control de proceso y definir frecuencia.	Jefe de calidad	2	Asignar actividades al personal en turno para el registro	Jefe de Producción	3	Verificar que la información registrada por el operario sea la correcta	Supervisor de producción
ACT	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE													
1	Generar formato de control de proceso y definir frecuencia.	Jefe de calidad													
2	Asignar actividades al personal en turno para el registro	Jefe de Producción													
3	Verificar que la información registrada por el operario sea la correcta	Supervisor de producción													

4	Registrar cada dos horas las condiciones del envase	Personal Operativo
5	Llenar los datos de la producción en proceso, lote, maquina, tipo de producto, cliente, fecha, turno y hora.	Personal Operativo
6	Registrar especificaciones del envase como ciclo, cavidad, peso, altura, diámetros, espesores, inocuidad	Personal Operativo
7	Colocar datos del responsable del llenado del formato	Personal Operativo
8	Recolectar y archivar los registros para el análisis de cumplimiento de calidad	Inspector de calidad/ Jefe de calidad

Fuente: Elaborado por MANSPLAST

Formato de validación de producto conforme

Ilustración 38 - Formato de control de proceso de PET

 CONTROL PROCESO DE PET SGI-R-AC-01																						
										ESPECIFICACION DE MATERIAL												
MAQUINA : _____ PRODUCTO: _____ CLIENTE: _____ O. P. : _____ MATERIAL: _____ CÓDIGO SAP: _____ PIGMENTO: _____										PESO		Ø ROSCA										
										CICLO		Ø BASE ROSCA										
										H. CUELLO		Ø INTERNO										
										ALTURA ENVASE		STD EMPAQUE										
										CAPACIDAD		CANT EMPACADA										
FECHA	HORA	CICLO	CAV.	PESO	ALTURA TOTAL ENVASE	H CUELLO	Ø ROSCA		Ø INTERNO ROSCA		Ø BASE ROSCA		Ø PANEL		CAPACIDAD	Acepta	Fondo deformado	Distribución adecuada de material	Cuello no deformado	Ausencia de puntos negros	Lineas de cierre	RESPONSABLE
							0°	90°	0°	90°	0°	90°	0°	90°								

Fuente: MANUPLAST

5.9.6 Planificación de la Producción:

MANUPLAST recibe pedidos mensuales de parte de sus clientes, por lo que la programación debe de generarse en un mes calendario tomando en cuenta la capacidad instalada. La planificación de la producción debe alinearse estrechamente con los esfuerzos para optimizar el OEE y mejorar el OTIF para ello se debe considerar lo siguiente:

- Revisión de demanda de producción: Antes de programar, es necesario conocer la demanda de productos y las especificaciones de cada pedido, se debe considerar los acuerdos establecidos con cada cliente.
- Cálculo de la capacidad de producción: Evaluar la capacidad de las máquinas de inyección soplado, considerando:
 - ❖ Ciclos de producción por máquina, validarlo con la estandarización establecidas de ciclo histórico o ciclo definido por el fabricante, puede variar dependiendo la máquina.

- ❖ Disponibilidad de la máquina, considerar mantenimiento preventivo, tiempos de parada programados, tiempos de fatiga y demora, entre otros.
- ❖ Tiempo de cambio de moldes, considerar el tiempo necesario para realizar el cambio de moldes entre diferentes productos, hay que considerar además que productos similares que ocupan partes de un molde en común, se pueden agrupar dentro de la programación.
- ❖ Tiempo de enfriamiento y procesamiento: Algunos productos de inyección soplado requieren tiempos de enfriamiento que deben ser programados.

Histórico de demanda de capacidad de cada cliente para realizar priorización de los pedidos.

Tabla 45 - Porcentaje de producción y venta por clientes.

Etiquetas de fila	Porcentaje total de producción y venta
NESTLÉ	71.92%
GRIFFITH FOODS, S.A.	17.10%
COOPERATIVA GANADERA DE SONSONATE DE R.L DE C.V.	5.96%
CUKRA INDUSTRIAL, S.A.	1.62%
PLANTA DE TORREFACCION DE CAFE, S.A. DE C.V.	0.96%
UNIMAR, S.A.	0.64%
ENMILEN, S.A. DE C.V.	0.49%
INVERSIONES ONODERA, S.A. PRODUCTOS KEIKO	0.38%
QUALITY GRAINS, S.A. DE C.V.	0.38%
MCCORMICK DE CENTROAMERICA, S.A. DE C.V.	0.18%
FIBRAS DEL CARIBE, S.A. DE C.V.	0.11%
VIMASA S.A. DE C.V.	0.09%
GUTIERREZ ESTRADA, S.A. DE C.V.	0.08%
J.A. APARICIO S.A. DE C.V.	0.06%
EXPORTADORA PMT, S.A.	0.03%

Fuente: Elaboración propia

5.9.6.1 Coordinación con Mantenimiento y Calidad:

La programación de la producción debe estar alineada con las actividades de mantenimiento preventivo y las inspecciones de calidad. Esto significa

- **Coordinar los tiempos de mantenimiento con los períodos de baja demanda** para minimizar el impacto en la producción, se considera programar la mayor parte de mantenimientos preventivos en fin de semana para las líneas que no tienen programación.
- **Realizar inspecciones de calidad durante la producción** y ajustar los procesos si se detectan problemas antes de que se conviertan en grandes pérdidas, el operario deberá realizar pruebas de verificación de conformidad del envase cada dos horas.

5.9.6.2 Procedimiento de tiempo de cada lote de producción para no comprometer la entrega al cliente

Para determinar el tiempo total de un pedido solicitado por el cliente al momento de asignarlo a una línea en específico, se debe de considerar los siguientes datos específicos de cada producción

- Validación de la máquina a utilizar para el molde del envase pedido: Revisar tabla de moldes compatibles por máquina, si el molde es compatible con más de una máquina, verificar la maquina con la mejor parametrización para el producto especificado.
- Capacidad de producción de la maquina según el molde solicitado: piezas por hora (validarlo en la base de estándares de producción definidos).
- Tiempo de cambio de molde: Si aplica cambio de molde dentro del programa de producción, se debe de tomar el tiempo promedio de cambio
- Tiempo de mantenimiento programado: tomar en cuenta si dentro de la producción de un pedido está programado mantenimiento de la línea, este hará que se alargue el tiempo.

- Pedidos a fabricar: detallar pedidos a fabricar en la línea PEDIDO A, PEDIDO B, PEDIDO C...PEDIDO X
- Validar el nivel de prioridad de cada pedido para definir el orden de producción.
- Tratar de optimizar las producciones de los pedidos, si dentro de los pedidos existen envases con especificaciones similares que puedan reducir el tiempo de cambio de molde, se pueden programar de forma continua para optimizar dicho tiempo (Revisar base de competitividad entre moldes)
- Valorar el nivel de prioridad entre pedidos urgentes, en base a la importancia del cliente a nivel de negocio (revisar tabla de ventas históricas a clientes).

5.9.6.3 Matriz de tiempos de programación de la producción

Con el análisis realizado se define la siguiente matriz para definir el ritmo de producción necesaria para satisfacer las demandas del cliente o tiempo TAK.

Tabla 46 - Matriz de tiempos de programación de la producción.

Cliente	Cliente A
Pedido	Pedido 1
Cantidad de unidades estándar por hora	$U_{xh} = \left(\left(\frac{60}{\text{Ciclo estandar}} \right) * \text{cavidades del molde} \right) * 60$
TP Tiempo de Producción (h)	$TP = \frac{\text{Cantidad total del pedudo}}{\text{Cantidad de unidades estandar por hora}}$
CM Cambio de Molde (h)	Tiempo promedio de cambio
MTT Mantenimiento (h)	Tiempo según plan de mantenimiento
Tiempo Total Estimado (h)	$TT = TP + CM + MTT$
Nivel de prioridad	Muy alta, Alta, Media o Baja

Fuente: Elaborado propia

5.9.6.4 Formato de procedimiento de generación, proceso y cierre de lotes de producción

	PROCEDIMIENTO	Documento No:	
	GENERACIÓN, PROCESO Y CIERRE DE ORDENES DE PRODUCCIÓN	Versión:	
		Fecha de creación:	
		Fecha de actualización:	
Objetivo: Describir las actividades a realizar para la generación, proceso y cierre de órdenes de producción.			
Alcance: Este procedimiento aplica desde la recepción de órdenes de compra del cliente hasta el cierre de la orden de producción en sistema SAP.			
Términos y definiciones: • Orden de Compra (Cliente): solicitud recibida vía correo del cliente de las cantidades de envases requeridos. • Orden de Producción: documento generado en SAP que lista los insumos y materias primas que se utilizan para cubrir los requerimientos de las órdenes de compra. • Insumos: elementos que se utilizan en la fabricación y embalaje del producto detallado en la orden de producción.			
Responsabilidades: • Jefe de Planificación: Recibe las órdenes de compra de los clientes, crear órdenes de venta y planifica la producción en base a los requerimientos de estos, esta información se detalla en los archivos “Planning y distribución de la producción” en carpeta compartida con el equipo de producción. Para esto, verifica y garantiza la disponibilidad de los insumos y materia prima requerida, valida todos los tiempos asociados a la producción y asigna la máquina. • Monitorea la ejecución del plan de producción y planifica el plan de despachos para cada cliente. • Jefe de Producción: Responsable de generar las órdenes de producción en SAP, dar cumplimiento al plan de producción y atender los requerimientos de las áreas de proceso. Solicitar insumos en base a especificaciones o criterios de orden de producción, garantizar consumo real de lo solicitado, devolver insumos sobrantes, reportar y entregar producción a bodega. • Supervisor de producción: garantiza que las órdenes de producción se ejecuten con los insumos correctos; elabora el reporte de producción diaria. • Auxiliar de Costos: Responsable de la cuadratura, cierre de órdenes de producción en sistema SAP. • Jefe de Bodega: gestionar entrega de insumos solicitados, ingresar producción reportada en sistema SAP, verificar que movimientos físicos sean acordes a lo reportado en la orden de producción, realizar los movimientos de inventarios en SAP, resguardar órdenes.			

- **Personal de Bodega:** hacer movimientos físicos de inventarios solicitados en las órdenes de producción-

Registros de calidad:

No. DE DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
	Orden de Producción de SAP	Piso de Producción
	Reporte de Producción diaria	Piso de Producción

Paso a paso de creación de lote /orden de producción:

ACT	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Recibir Orden de Compra de Cliente.	Jefe de Planificación
2	Alimentar base de datos de archivo en Excel “Planning y distribución de la producción”.	Jefe de Planificación
3	Generar “Orden de venta” a través de sistema SAP y colocar el código en el archivo en Excel “Planning y distribución de la producción”	Jefe de Planificación
4	Crear orden de producción en sistema SAP	Jefe de Producción
5	Alimentar base de datos en archivo Excel “Planning y distribución de la producción” con el código de “Orden de Producción”.	Jefe de Producción
6	Asignar carga de trabajo a maquinas (Planificación)	Jefe de Planificación
7	Solicitar insumos de producción a bodega con documento “Solicitud de traslado MPR”	Jefe de Producción
8	Entregar insumos físicos	Jefe de Bodega/ Personal de Bodega
9	Efectuar emisión de insumos en sistema SAP y devolver la solicitud de traslado MPR de producción personalmente a Supervisor de Producción o responsable de área.	Jefe de Bodega
10	¿Necesitan Insumos? Si la respuesta es SI, regresa a la ACT 6. Si la repuesta es NO, continua con la siguiente actividad	Supervisor de Producción
11	Fabricar lo solicitado en la orden de producción	Supervisor de Producción
12	Elaborar reporte diario de producción, este debe estar listo a primera hora de la mañana.	Supervisor de Producción
13	Retirar hojas de reporte diario de producción de todas las áreas de proceso por lote, esto se puede controlar mediante reporte con los formularios antes descritos	Jefe de Producción

14	Alimentar la base de datos de reportes de producción en programa SAP.	Auxiliar de Costos
15	Entregar producción diaria a bodega (Personal de Bodega) con orden de producción en el transcurso del día.	Supervisor de Producción
16	Procesar el recibo de producto físico en sistema SAP y devolver la orden de producción personalmente a Supervisor de Producción o responsable de área.	Jefe de Bodega
17	¿Está completa la producción?, si la respuesta es NO entrega la orden de producción a Supervisor de producción o responsable de área y regresa a la ACT 9. Si la respuesta es SI, verifica los movimientos en sistemas SAP y continua con la siguiente actividad.	Jefe de Bodega
18	¿Es necesario realizar movimiento de Inventario? Si la respuesta es SI, pasar a la ACT 17. Si la respuesta es NO, continuar con la ACT 18	Jefe de Bodega
19	Realizar movimientos de inventarios en sistema SAP (Ingreso pendientes de entregas de productos)	Jefe de Bodega
20	Cuadrar orden de producción (Verifica que las entregas de producto realizadas por el Supervisor de Producción o responsable de área coincida con la cantidad total de la orden de producción).	Jefe de Bodega
21	¿Están correctos los reportes de bodega/producción? Si la respuesta es NO, pasar a la ACT 20. Si la respuesta es SI entregar a Jefe de Producción y pasar a la ACT 21	Jefe de Bodega
22	Coordinar corrección (asignación de máquina e insumos) con departamentos correspondientes (Logística y/o Producción)	Jefe de Bodega
23	Cerrar orden de producción en sistema SAP una vez finalizada la orden de producción.	Jefe de Producción

Fuente: Elaborado por MANSPLAST

5.10 Propuesta para medición del OTIF en MANUPLAST.

La medición del OTIF en MANUPLAS permitirá un control más eficaz de la producción, mejorando la eficiencia operativa y, a su vez, el nivel de satisfacción del cliente. Con un enfoque en la mejora continua y la optimización de los recursos, para cumplir los objetivos estratégicos de la empresa, mayores beneficios, reducción de costos y una mayor competitividad en el mercado.

El OTIF es mucho más que un número; es un reflejo de la capacidad de la empresa para cumplir los compromisos a los clientes. Y medir la puntualidad y la integridad de las entregas, es esencial para optimizar procesos, mejorar la satisfacción del cliente.

Calcularlo regularmente y aplicar estrategias de mejora garantiza no solo mejores resultados logísticos, sino también relaciones más sólidas con los clientes.

Medir el indicador OTIF de manera efectiva es crucial para mantener la calidad en el servicio al cliente y mejorar la eficiencia en las operaciones. A continuación, se presenta la propuesta para la medición del OTIF.

5.10.1 Definición Parámetros de OTIF

Definición de los parámetros requeridos para realizar el cálculo del OTIF el cual se basa en dos factores principales: On Time" (Entrega a tiempo) y In Full" (Entrega completa).

5.10.1.1 Parámetros de "On Time" (Entrega a tiempo)

Estos determinan si el pedido se entregó en la fecha acordada con el cliente.

- Fecha de entrega prometida: La fecha que se acordó con el cliente.
- Fecha de entrega real: La fecha en que el pedido se entregó efectivamente.
- Tolerancia de entrega: En algunos casos, se permite una ventana de entrega (± 1 día).
- Cantidad de pedidos entregados a tiempo: Pedidos que cumplieron con la fecha prometida o dentro del rango de tolerancia.

5.10.1.2 Parámetros de "In Full" (Entrega completa)

Estos verifican si el pedido se entregó en la cantidad solicitada.

- Cantidad pedida por el cliente: La cantidad de unidades solicitadas en la orden.

- Cantidad realmente entregada: La cantidad de unidades que se entregaron.
- Pedidos entregados en su totalidad: Pedidos que se entregaron con el 100% de lo solicitado (o dentro de un margen aceptable de error).

5.10.2 Parámetros para el cálculo del OTIF (On time In full)

- Total, de pedidos realizados: Todos los pedidos procesados en un período determinado (diario, semanal, mensual).
- Total, de pedidos entregados On Time: Pedidos entregados dentro del tiempo acordado.
- Total de pedidos entregados In Full: Pedidos con la cantidad completa.
- Total de pedidos OTIF: Pedidos que cumplen ambas condiciones: a tiempo y completo.

5.10.3 Rangos generales para la medición del OTIF

Las puntuaciones del On Time In Full se clasifican generalmente en rangos.

Tabla 47 - Rangos para medir el OTIF.

Rango OTIF (%)	Nivel de desempeño	Interpretación
95 - 100%	Excelente	Se cumplen casi todas las entregas a tiempo y completas. Rendimiento óptimo.
85 - 94%	Bueno	Buen nivel de servicio, pero con algunas oportunidades de mejora.
75 - 84%	Aceptable / Regular	Se presentan problemas frecuentes en la puntualidad o cantidad de entrega. Se debe mejorar la planificación.
60 - 74%	Deficiente	Alto nivel de incumplimiento en tiempos o cantidades. Puede afectar la satisfacción del cliente.
Menos de 60%	Crítico	Necesita atención, indica problemas significativos en la cadena de suministro.

5.10.4 Fórmulas para el cálculo

5.10.4.1 Cálculo del % de entregas a tiempo

$$\text{On Time \%} = \frac{\text{Entregas a tiempo}}{\text{Entregas totales}} (100)$$

5.10.4.2 Cálculo del % de entregas completas

$$\text{In Full \%} = \frac{\text{Entregas completas}}{\text{Entregas totales}} (100)$$

5.10.4.3 Cálculo del OTIF

$$\text{OTIF\%} = \frac{\text{Número de pedidos entregados a tiempo y completos}}{\text{Número total de pedidos}} (100)$$

5.10.5 Sistema de Seguimiento de Pedidos

Para calcular OTIF correctamente, es necesario tener un sistema que rastree cada pedido desde su origen hasta su entrega.

A continuación, se presenta el formato para seguimiento de los pedidos realizados por los clientes.

5.10.6 Formato de seguimiento de pedidos

Este formato permitirá a la empresa obtener los datos para calcular el OTIF con el llenado diario de cada pedido y entrega realizada y será completado por planificación y logística.

Ilustración 39 - Reporte de seguimiento de pedidos.

5.10.6.1 Recopilación de Feedback de Clientes

La recopilación de la información será a través de formularios digitales y llamadas telefónicas, para el seguimiento de las reclamaciones de los clientes relacionados con el OTIF. Esto con el fin de obtener información valiosa para la mejora continua de MANUPLAST.

5.10.6.1.1 Formulario online de Satisfacción de Clientes

A continuación, se presenta el formato para capturar la información desde el punto de vista del cliente para conocer con precisión los puntos de mejora en los procesos y fortalecimiento de las buenas prácticas³.

3 <https://www.questionpro.com/es/encuesta-de-satisfaccion.html>

Objetivo: Medir qué tan satisfechos están los clientes y el nivel de compromiso que tienen hacia la marca MANUPAST, producto y servicio.

Ilustración 40 - Encuesta de satisfacción del cliente.



Encuesta de satisfacción del cliente

Con la finalidad de evaluar la calidad de nuestro servicio y productos, responda esta encuesta de acuerdo con tu experiencia al recibir el servicio.

Medición de entregas a tiempo y completas

1 ¿Con que frecuencia recibe sus pedidos en la fecha acordada?

- ☐ Siempre
- ☐ Casi siempre
- ☐ A veces
- ☐ Rara vez
- ☐ Nunca

2 ¿Con que frecuencia su pedido llega completo?

- ☐ Siempre
- ☐ Casi siempre
- ☐ A veces
- ☐ Rara vez
- ☐ Nunca

Medición de nivel de satisfacción

En una escala del 1 al 5, donde 1 es "Malo" y 5 es "Superior",

1 ¿Cómo calificaría la calidad de nuestros productos?

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

2 ¿Cómo calificaría la durabilidad y resistencia de nuestros productos?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

3 ¿Cómo calificaría la presentación y embalaje de nuestros productos?

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

4 ¿Cómo calificaría atención y soporte al cliente de nuestros productos?

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

5 ¿Cómo calificaría relación calidad-precio cliente de nuestros productos?

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

6 ¿Qué es lo que más valoras de nuestros productos o servicios?

Tu respuesta

7 ¿Ha tenido algún inconveniente con nuestros productos? Si es así, ¿cuál?

Tu respuesta

8 Desea agregar un comentario acerca de alguna de las preguntas anteriores o puntos de mejora:

Tu respuesta

Fuente: Elaboración propia

5.10.6.1.2 Llamada telefónica para seguimiento de pedidos.

El monitoreo del OTIF a través de llamadas telefónicas complementa los datos internos con información valiosa desde la experiencia real del cliente, no solo ayuda a validar la calidad logística, sino que también abre oportunidades para fortalecer la relación con los clientes y mejorar la percepción del servicio. Las llamadas telefónicas se proponen como un canal cualitativo y cuantitativo de verificación externa del OTIF.

Objetivo

Diseñar un modelo de monitoreo del OTIF a través de llamadas telefónicas estructuradas a clientes, con el fin de validar la precisión del OTIF reportado internamente, identificar puntos críticos en la entrega desde la perspectiva del cliente y recoger percepciones cualitativas para enriquecer el análisis logístico.

Guion telefónico para el monitoreo del OTIF con el cliente

Introducción y consentimiento

Operador:

Buen día, ¿me comunico con el/la señor/a [NOMBRE DEL CLIENTE]?

Cliente responde:

(Si responde afirmativamente, continuar. Si no, solicitar hablar con la persona responsable del pedido).

Operador:

Le llamamos de MANUPLAST, de área de ventas. Mi nombre es [NOMBRE]. Estamos realizando un breve seguimiento para conocer su experiencia reciente con el pedido que recibió el [FECHA DE ENTREGA].

¿Podría dedicarme unos 3 minutos para responder algunas preguntas? Su opinión es muy importante para mejorar nuestro servicio.

Cliente acepta → Continuar / Cliente no acepta → Agradecer y finalizar la llamada.

Validación del pedido recibido

¿Podría confirmarme de recibido el pedido de nuestra empresa del día [FECHA]?

¿El pedido llegó en la fecha acordada?

¿El pedido fue entregado completo, sin faltantes ni errores?

Percepción del servicio de entrega

¿Tuvo algún inconveniente o comentario que quisiera compartir respecto a la entrega?

Cierre y agradecimiento**Operador:**

Muchas gracias por su tiempo y sus respuestas. Esta información nos ayudará a mejorar nuestros procesos y brindarle un mejor servicio en el futuro.

Que tenga un excelente día.

Formato de registro de llamadas para monitoreo de entregas

		Formato de registro de llamadas para monitoreo entregas			Fecha de creación:	
					Fecha de actualización:	
Fecha de Llamada	Nombre del Cliente	Nº de Pedido	Entrega a Tiempo (S/N)	Pedido Completo (S/N)	Comentarios	Llamada Realizada por

Fuente: Elaboración propia

Plan de monitoreo y seguimiento de llamadas

- Realizar llamadas dentro de las 24 -48 horas posteriores a la entrega para mayor precisión.
- Grabar llamadas (con consentimiento) si es necesario para análisis posterior.
- Programar reportes semanales con los resultados y cruzar con los datos internos del OTIF.

5.10.6.2 Plan de monitoreo y medición de la implementación del OTIF en MANUPAST

La medición debe estar enfocada en ambas vías internamente para identificar los puntos de mejora y externamente es significativo conocer como es evaluada la empresa desde el punto de vista del cliente. Es importante medir OTIF de manera regular para identificar tendencias y actuar sobre ellas.

5.10.6.3 Frecuencia de Medición

Las mediciones del indicador de OTIF se propone sea diaria o semanalmente, según la frecuencia de los pedidos para una identificación a tiempo de la cantidad de entregas en tiempo y completas.

5.10.6.4 Revisión de Resultados

Reuniones periódicas (mensuales o trimestrales) con los equipos de planificación, logística y producción para revisar los resultados de OTIF e identificar posibles mejoras.

5.10.7 Evaluación y Monitoreo de Resultados

5.10.7.1 Indicadores de Desempeño Clave (KPIs)

Los análisis realizados y las propuestas de mejora planteadas en busca de optimizar el OEE, se espera que en la empresa MANUPLAST al comenzar a controlar estas métricas tenga un crecimiento de los siguientes indicadores plantados.

- **OEE General:** Un aumento esperado del 25% en el primer año y 40% en el segundo en relación con el año 2024
- **OEE actual:** 62.84% posicionado como inaceptable

Tabla 48 - Indicadores de desempeño clave.

Periodo	Porcentaje de aumento esperado	Rango esperado	Posicionamiento esperado
Año 1	25%	$75\% < OEE < 85\%$	Aceptable. Continuar la mejora para avanzar hacia la clase mundial. Promedio aceptable en muchas industrias se pueden identificar oportunidades de mejoras.
Año 2	40%	$85\% < OEE < 95\%$	Buena competitividad: Entra en valores de clase mundial.
Año 3	50%	$95\% < OEE < 100\%$	Excelente: Excelente competitividad. Valores clase mundial. Los equipos operan con alta eficiencia y bajo nivel de pérdidas

Cálculo de crecimiento

	Rango	Cálculo – rango esperado	Crecimiento
OEE actual (2024)	$65\% < OEE < 75\%$	62.84%	
Año 1	$75\% < OEE < 85\%$	$62.84 - 75 = 12.16\%$	12.16%
Año 2	$85\% < OEE < 95\%$	$75 - 85 = 10\%$	10%
Año 3	$95\% < OEE < 100\%$	$85 - 95 = 10\%$	10%

- **Disponibilidad:** Incremento en la disponibilidad de máquinas de al menos un 10%.
- **Rendimiento:** Mejora en el rendimiento de la maquinaria de un 8%.
- **Calidad:** Reducción de defectos en la producción de un 5%.

1. Disponibilidad	
Rango (%)	Interpretación
90% o mas	Excelentes. Pocas o ningunas paradas no planificadas
80% - 90%	Bueno. Algunas paradas ocasionales.
Menos del 80%	Deficiente. Exceso de tiempo muerto.
2. Rendimiento.	
Rango (%)	Interpretación
95% o mas	Excelentes. La máquina opera a velocidad ideal.
85% - 95%	Bueno. Pequeñas desviaciones en la velocidad.
Menos del 85%	Deficiente. Velocidad lenta o irregular.
3. Calidad	
Rango (%)	Interpretación
99% o mas	Excelentes. Casi todos los productos cumplen.
95% - 99%	Bueno. Perdidas aceptables de calidad.
Menos del 95%	Deficiente. Alta tasa de defectos.

OEE= (Disponibilidad)×(Rendimiento)×(Calidad)

OEE= (73.68 %) x (86.97%) x (98.08%) = 62.84%

- **OTIF:** Aumento del OTIF en un 12%, alcanzando más del 95% de entregas a tiempo y completas.

La meta de aumentar este indicador en un 12% relativo (alcanzando más del 95%) se fundamenta en mejoras operativas enfocadas en incrementar la eficiencia, sin requerir inversiones mayores en infraestructura ni cambios radicales en la operación.

Específicamente, la propuesta se enfoca en:

- **Reducción de paros no planificados:** Al eliminar tiempos muertos no programados, se asegura la continuidad de los procesos y se reduce el riesgo de retrasos en la entrega.
- **Mejora en la productividad a través del OEE:** Al elevar la eficiencia global de los equipos, se aprovecha mejor la capacidad instalada, permitiendo cumplir con los compromisos de entrega sin recurrir a reprogramaciones ni entregas parciales.
- **Disminución de rechazos y reprocesos:** Mejores controles de calidad aseguran que los productos estén correctos desde la primera vez, evitando retrasos por retrabajo o reemplazos.

Mejorando estas acciones a través del OEE, que tienen un impacto directo en los dos componentes del OTIF es factible alcanzar un OTIF superior al 95%. En ese sentido, el crecimiento proyectado no es especulativo, sino el resultado de mejoras estructurales sostenibles ya identificadas en el análisis operativo.

5.10.8 Propuesta de cursograma analítico de fabricación de envase PET en MANUPLAST para mejora al proceso

Ilustración 41 - Propuesta de cursograma analítico de fabricación de envase PET.

PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASE PET EN MANUPLAST							
UBICACIÓN		ACTIVIDAD					
ACTIVIDAD	PRODUCCION DE ENVASES PET	OPERACIÓN	●				
		TRANSPORTE	➡				
FECHA		DEMORA	⬇				
OPERADOR		INSPECCION	■				
COMENTARIOS:		ALMACEN	▼				
		TIEMPO min					
		DISTANCIA mts					
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	SIMBOLOS					TIEMPO(min)	DISTANCIA(m)
	●	➡	⬇	■	▼		
Recepción de orden de producción	○					5	0
Planificación de la producción	○					30	0
Asignación de recursos	○					10	0
Desmontaje del molde en máquina	○					130	7
Montaje del molde en máquina	○					119	7
Inspección del molde después del cambio				□		35	0
Ajuste de parámetros de proceso				□		50	0
Carga de resina PET en tolva	○					5	1
Verificación de suministros				□		5	0
Preparación de mangas y empaques	○					10	1
Alimentación de PET en tolva		➡				3	1
Plastificación del material	○					1	0
Inyección del material al molde	○					0.03	0
Llenado y compactación	○					0.025	0
Enfriamiento del molde	○					0.025	0
Apertura del molde y expulsión	○					0.02	0
Transporte de preformas		➡				0.015	0
Acondicionamiento térmico de preformas	○					0.035	0
Estirado dentro del molde	○					0.025	0
Soplado con aire comprimido	○					0.025	0
Enfriamiento del envase	○					0.04	0
Expulsión del envase	○					0.01	0
Inspección visual				□		1	2
Pruebas de calidad (peso, presión, cierre)				□		5	2
Aplicación de mangas	○					0.083	1
Espera de armado de pallets completo			⬇			90	2
Tranporte a area de termoencogido		➡				2	15
Termoencogido	○					1.5	0
Agrupado de productos	○					3	3
Espera de armado de pallets completo			⬇			90	0
Tranporte a area de empaque		➡				1	5
Embolsado o enfajado	○					5	3
Paletizado	○					5	2
Etiquetado de pallets	○					1	0
Transporte a almacén		➡				3	6
Almacenamiento de producto terminado					▼	3	0
Registro en sistema de inventario	○					3	0
Verificación FIFO o requerimiento				□		2	0
Disponibilidad para despacho	○					1	0

Fuente: Elaborado propia

5.10.9 Beneficios esperados con el control de las métricas

- Incremento de la productividad: Se logrará al reducir tiempos de inactividad y mejorar el rendimiento y la calidad.
- Optimización del uso de recursos: Al mejorar la eficiencia del equipo, se utiliza mejor el tiempo de los operarios y los materiales.
- Reducción de costes: Si se logra minimizar defectos y retrabajos, se reducen los costos asociados a desperdicios.
- Mejor capacidad de planificación: Con un mejor conocimiento de la capacidad real del equipo, es posible planificar la producción de manera más precisa.
- Mejora la disponibilidad de los equipos para la disponibilidad a nuevos mercados.

5.10.10 Relación directa del OEE con el cumplimiento del OTIF

El OTIF depende de que la producción entregue el volumen correcto, en la fecha correcta, y sin defectos. El OEE, al medir eficiencia, disponibilidad y calidad, afecta directamente esa capacidad. Una baja en OEE significa menos disponibilidad de producto terminado en condiciones y tiempos adecuados, lo que reduce el OTIF

5.10.11 Revisión de resultados de medir OEE y OTIF

La revisión diaria de la métrica se hará en una pared donde se colocará una pantalla de 43 pulgadas en el área de inyección soplado en donde estará proyectado el control visual con los datos diarios del OEE proyectado en una pantalla.

5.10.12 Sostenibilidad de la propuesta:

Para el seguimiento de los resultados al imprimir el plan estratégico y ver el aumento en el porcentaje de la mejora, se hará en la sala de reuniones semanales en el primer semestre y mensual después de los 6 meses de la implementación, donde participaran desde la dirección hasta el supervisor del área de inyección solado para identificar el proceso de avance en la mejora de cada indicador y sus factores.

Con el fin de evaluar el progreso de la estrategia, identificación de desviaciones, corrección de posibles problemas y/o ajustes necesarios.

5.10.13 Análisis económico del proyecto

Tabla resumen de los costos percibidos por mal rendimiento y reprocesos en las líneas de inyección soplado

Detalle de costo	Planificado	Real consumido	Costo extra
Costo por utilización de recursos	\$ 2,368,656.04	\$ 2,372,709.80	\$ 4,053.76
Costo de mano de obra	\$ 5,081,786.71	\$ 5,090,483.77	\$ 8,697.06
TOTAL, COSTO EXTRA POR RENDIMIENTO Y REPROCESO			\$ 12,750.82

Ver Anexo 10- Datos resumen de análisis de costos de producción

La tabla anterior refleja los costos adicionales de \$12,750.82 en el año 2024, generados por el mal rendimiento de los equipos donde se incurre a alargar tiempos de producción lo que genera mayor consumo del recurso y mayor consumo de mano de obra.

También se identificaron otros costos extras atribuible a diversas incidencias técnicas que requirieron la implementación de mantenimiento correctivo en equipos e infraestructura esenciales

para el funcionamiento continuo del área operativa en inyección soplado. En este caso, las averías que ocurrieron en los sistemas de maquinaria y tecnología impactaron de manera directa en los tiempos de producción, lo que llevó a la necesidad de realizar reparaciones urgentes. Esto resultó en gastos no contemplados dentro del presupuesto original, ya que los mismos no estaban planificados, los costos adicionales generados por este tipo de mantenimiento incluyen tanto los gastos por mano de obra especializada como la compra de piezas y componentes sustitutos.

Según la recopilación de gastos brindados por el área de compras y jefe de mantenimiento se tiene un valor aproximado de \$ 23,586 divididos de la siguiente manera entre mano de obra especializada y repuestos.

Pago de hora extra a técnicos de mantenimiento	\$ 7,709.66
Compra de repuestos urgentes	\$ 15,876.34

5.10.13.1 Reducción de costos adicionales por fallas en el proceso productivo

En el siguiente análisis se hace la relación de entre los costos históricos que la empresa ha sufrido años atrás, tomando como referencia la operación en el año 2024. Dichos costos representan una oportunidad, dentro de la mejora planteada en este estudio, mediante que la optimización de la eficiencia general de los equipos del área, ya que con esto se reducirán dichas problemáticas que generan costos adicionales y a largo plazo con mejoras al plan puedan eliminarse.

Basándonos en los datos de costos adicionales que sufrió la empresa en el año 2024 y los resultados esperados en los indicadores del OEE se tiene el siguiente análisis de ahorro esperado al implementar el plan de producción estratégico planteado.

Tabla 49 - Tabla de análisis de costo-ahorro esperado.

Costo extra experimentado en 2024	Valor total	Variable de OEE aplicable	% de mejora en la operación esperado	Ahorro esperado
Costo por rechazo de calidad	\$63,933.53	Calidad	10%	\$10,027.04 anuales
Costo por reproceso	\$12,750.82	Rendimiento		
Costo por mantenimiento correctivo	\$23,586.00	Disponibilidad		
TOTAL	\$100,270.35			

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de MANUPLAST

Con el plan de mejora para la optimización del OEE se espera mejorar cerca de un 10% en los costos extras asociados a inconsistencias en el proceso de producción equivalentes a **\$10,027.04** dólares tomando como referencia los resultados en el año 2024.

5.10.13.2 Crecimiento en ventas de MANUPLAST en proyectos previos

Con el fin sustento técnico y cuantitativo a los porcentajes de crecimiento utilizados en la proyección del beneficio económico esperado, se analizó el comportamiento histórico de los ingresos por ventas de la empresa MANUPLAST a raíz de implementación de proyectos de mejora en los años previos al estudio.

Tabla 50 - Crecimiento en venta de MANUPLAST en proyecto previos.

Año	Monto de ventas totales	Variación porcentual anual	Proyecto aplicado
2021	\$7,488,304.84	-	
2022	\$7,787,757.86	3.85%	Aumento por automatización en procesos de fabricación de tapas
2023	\$9,599,974.54	18.88%	Aumento de capacidad debido a la adición de dos nuevas líneas de producción, surgida de la adquisición de nuevo cliente

Basado en el comportamiento histórico de crecimiento sostenido en la empresa impulsado principalmente por ampliaciones de capacidad, automatización y mejoras en la eficiencia operativa, se establece una proyección de crecimiento moderado en función de las mejoras específicas que propone este proyecto.

A diferencia de los incrementos observados en años anteriores, este crecimiento proyectado no depende de inversiones mayores en infraestructura ni de transformaciones drásticas en el modelo operativo, sino de la optimización del desempeño de los equipos existentes mediante la reducción de reprocesos, disminución de rechazos por calidad y eliminación de paros no planificados.

5.10.13.3 Evaluación Costo de implementación de la propuesta

Para llevar a cabo la implementación de esta propuesta de un plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST, a través de la optimización del OEE, para el mejoramiento de las entregas y cumplimiento del OTIF, es necesario realizar una inversión en la cual se toman aspectos de capacitación y compra de equipos en el primer año para su implementación. A continuación, se presenta el desglose:

Tabla 51 - Evaluación costo de implementación de la propuesta.

Descripción	Cantidad	Costo	Inversión	Referencia
Capacitación “control de calidad en procesos de inyección soplado”	19	\$200	\$3,800	Cotización de proveedor de capacitación en mejora de OEE/Lean Manufacturing.
Capacitación 5S	19	\$88.53	\$1,725.77	Cotización “Fundación confemetal”

Tablet	6	\$139	\$834	Precio de mercado (ej: Amazon, distribuidores de equipos industriales).
Licencia de Microsoft	6	\$84.99	\$510	Página oficial de Microsoft 365 para empresas (licencia básica por usuario/año).
Pantalla 43"	2	\$255	\$510	Cotización de proveedores de monitores para salas de control (ej: Samsung, LG).
Instalación de pantalla	2	\$48	\$96	Costo estimado de mano de obra técnica (tiempo y materiales).
Mejoras en plan de Mantenimiento y equipo	1	\$10,000	\$10,000	Presupuesto de taller externo o proveedor de repuestos / herramientas especializadas.
TOTAL, DE LA INVERSION			\$17,475.77	

Fuente: Elaboración propia

5.10.13.4 Análisis costo beneficio

La implementación del presente proyecto de mejora tiene como objetivo principal la optimización del OEE (Overall Equipment Effectiveness), con impactos directos en la reducción de pérdidas operativas y el incremento de la productividad en el proceso de inyección soplado PET para mejorar el cumplimiento al cliente y OTIF

La inversión estimada para su ejecución es de \$17,475.77, orientada a reforzar la capacitación del personal, incorporar herramientas tecnológicas para gestión visual y análisis de datos, y mejorar el plan de mantenimiento de equipos críticos. Esta inversión es absorbible por la empresa, sin requerir financiamiento externo.

A partir del análisis de los costos extra experimentados en 2024, se proyecta una reducción del 10% en las pérdidas relacionadas con rechazos de calidad, reprocesos y mantenimientos correctivos, lo cual representa un ahorro anual estimado de \$10,027.04. Este beneficio económico directo permite anticipar un periodo de retorno de la inversión inferior a dos años, incluso sin considerar beneficios adicionales.

En términos de productividad, la mejora progresiva del OEE permitirá incrementar la producción de unidades buenas con los mismos recursos instalados. Según las proyecciones, se pasará de una producción actual de 46.1 millones de unidades a 59.5 millones en el tercer año, sin necesidad de inversión adicional en equipos ni personal, únicamente optimizando el uso de los recursos existentes. Esto representa un crecimiento del en productividad al final, está sustentado en mejoras acumuladas en disponibilidad, rendimiento y calidad como lo muestra la siguiente tabla

Tabla 52 – Análisis de beneficios en productividad esperados

		Aplicación de mejora		
Factores	Actual	Año 1	Año 2	Año 3
Cantidad de maquinas	6	6	6	6
Horas planificadas anual total	51,048.00	51,048.00	51,048.00	51,048.00
Horas de producción efectivas anual total	37,611.15	39,434.58	44,258.62	49,465.51
Cantidad total real de producida anual	46,147,534	46,975,551	53,238,958	59,502,364
Unidades malas	884,505	778,364	684,961	602,765
Disponibilidad	73.68%	77%	87%	97%
Rendimiento	86.97%	98%	99%	99%
Calidad	98.08%	98.37%	98.73%	99.00%
OEE GLOBAL	62.84%	75%	85%	95%

Fuente: Elaboración propia con datos calculados en el capítulo IV

5.10.13.5 Beneficios de la implementación

Con la propuesta de este plan estratégico que considera la mejora basada en la optimización del OEE para aumentar la productividad y mejorar el nivel de servicio mediante el mejoramiento del OTIF. Con ello se esperan los siguientes beneficios que se pueden adjudicar a la implementación.

- Reducir los costos de producción, se estima una disminución del 10% en los costos extra asociados a pérdidas del proceso, como rechazos de calidad, reprocesos y mantenimientos correctivos, lo que representa un ahorro anual de \$10,027.04, basado en los datos operativos del año 2024. Esta reducción proviene directamente de mejoras en las tres variables clave del OEE: disponibilidad, rendimiento y calidad.
- Gracias al uso más eficiente de la capacidad instalada, se espera un incremento progresivo en la productividad en un periodo de 3 años, sin necesidad de adquirir nuevas máquinas ni contratar personal adicional. La producción anual de unidades buenas aumentaría de 46.1 millones a 59.5 millones, únicamente mediante la mejora continua en la operación.
- Mejorar la satisfacción con el cliente, evitando las quejas relacionadas con entregas tardías e incompletas, lo que permitirá mejores relaciones comerciales y aumento de cartera de clientes.
- Uno de los principales resultados del proyecto será la reducción sostenida en los rechazos por calidad, que actualmente representan más del 60% de los costos extra del proceso. La mejora en los controles, formación del personal y mantenimiento de equipos contribuirán a disminuir significativamente estas pérdidas.

Conclusiones

En función del desarrollo de la presente investigación titulada “Propuesta de un plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST; a través de la optimización del OEE, para el mejoramiento de las entregas y cumplimiento del OTIF”, se presentan a continuación las principales conclusiones, organizadas en correspondencia con los objetivos planteados:

- La formulación de una propuesta de plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST, con enfoque en la optimización del indicador OEE, permitió establecer una hoja de ruta viable para incrementar la eficiencia operativa y, en consecuencia, mejorar el cumplimiento de las entregas y asegurar el indicador OTIF. Se determinó que el bajo desempeño del OEE incide directamente en la capacidad de la empresa para cumplir con los plazos y cantidades comprometidas con los clientes, lo cual impacta en su competitividad y reputación comercial. La propuesta desarrollada se fundamenta en un análisis integral del sistema productivo, permitiendo identificar oportunidades claras de mejora.
- El análisis integral permitió diseñar una propuesta estratégica viable y contextualizada. La propuesta del plan estratégico de producción se construyó con base en datos reales, considerando la infraestructura, capacidades técnicas y humanas de Manuplast, lo que garantiza su viabilidad y aplicabilidad en el corto y mediano plazo.

- A mayor control de métricas de producción como el OEE vista como una herramienta fundamental para optimizar el proceso productivo y garantizar la mejora continua en la operación, mayor será la satisfacción del cliente.
- Se identificaron herramientas como 5S, TPM (Mantenimiento Productivo Total), SMED (Cambio rápido de moldes) y monitorización digital del OEE como las más adecuadas para el contexto operativo de MANUPLAST. Estas metodologías, adaptadas correctamente, pueden aumentar la eficiencia operativa y mejorar sustancialmente los niveles de cumplimiento del OTIF.
- Implementar la medición del OEE de manera constante, contribuye directamente a la reducción de costos asociados a las órdenes de trabajo, ya que facilita la identificación de desviaciones en etapas tempranas, optimizando el uso de recursos, mejorando la eficiencia global del proceso y generando un impacto económico positivo para la empresa.
- La introducción y sostenibilidad de las métricas del OEE y OTIF en la propuesta, tiene el potencial de transformar el área de inyección soplado de la empresa MANUPLAST, optimizando la utilización de los recursos y maximizando la eficiencia operativa. Esto no solo permitirá mejorar el cumplimiento de los indicadores de producción, sino también fortalecer la competitividad y sostenibilidad a largo plazo de la empresa.

Recomendaciones

Con base en los hallazgos y análisis desarrollados, se presentan las siguientes recomendaciones orientadas a facilitar la implementación efectiva del plan estratégico propuesto y asegurar la mejora continua en el área de inyección-soplado: A partir de los hallazgos obtenidos en el estudio y el análisis de los datos obtenidos de los resultados de la operación en el año 2024 para el diagnóstico del área de inyección soplado en la empresa MANUPLAST se proponen las siguientes recomendaciones que permitan asegurar la mejora continua de los procesos, optimizar las métricas como el OEE y con ello garantizar el cumplimiento de los objetivos de entregas y mejoren el indicador de OTIF:

- Implementación del plan estratégico de producción propuesto en este estudio ya que este ayudará a controlar las pérdidas de eficiencias de los equipos instalados, lo que permitirá actuar sobre dichas oportunidades de mejora que abonen al buen desempeño y resultados esperados por la compañía
- La implementación rigurosa de planes de mantenimiento preventivo y predictivo dentro del plan de producción para reducir las paradas no planificadas y fallas recurrentes en los equipos. Incorporando prácticas del TPM, enfocadas en el mantenimiento autónomo por parte de los operarios, el análisis de fallas recurrentes y la programación eficiente de paradas técnicas.
- Implementar el plan estratégico de forma estructurada y por etapas, priorizando las acciones de alto impacto a corto plazo, tales como el monitoreo sistemático del OEE, la mejora del flujo de producción. La Capacitación continua del personal operativo respecto

al uso eficiente de la maquinaria, para la aplicación de métricas que mejoren las prácticas de producción y calidad, potenciar de resolución de problemas, la identificación de oportunidades de mejora y el manejo adecuado de equipos, para optimizar el rendimiento, mejorar la calidad, eliminar desperdicios y reducir los tiempos de inactividad.

- Evaluación periódica posterior a la implementación del plan estratégico de producción para evaluar la efectividad de las medidas implementadas, esto incluye el monitoreo continuo de los resultados de OEE y OTIF. Esto permitirá medir en tiempo real la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de los equipos, así como el nivel de servicio brindado a los clientes, lo que ayudará a detectar rápidamente cualquier desviación del objetivo y tomar acciones correctivas inmediatas obtenidas en términos de los indicadores y costos operativos.
- Aplicar la metodología SMED en los procesos de cambio de moldes, con el objetivo de reducir significativamente los tiempos improductivos y mejorar la flexibilidad de respuesta ante cambios de referencia en la producción.
- Establecer el OEE como indicador clave de gestión, definiendo metas claras para cada uno de sus componentes (disponibilidad, rendimiento y calidad) y generando reportes periódicos que faciliten la toma de decisiones basada en datos.
- Colocar pantallas en el área de inyección soplado para la visualización de estos indicadores a través de tableros de control para que los empleados vean a diario como contribuye su trabajo al cumplimiento de los indicadores del OEE y el OTIF.

Bibliografía

Fuentes de información en libros

- Hernández, S. R. Fernández, C. Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F. McGraw Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Metodología de la investigación, Roberto Hernández Sampieri, pág. 7-15.
- Manuel Radajell Carreras, José Luis Sánchez García (2010) “Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad” Editorial Diaz de Santos, Madrid España.
- Liker, J. K. (2006). El modelo Toyota: 14 principios de gestión desde el mayor fabricante del mundo (2ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2005). La máquina que cambió el mundo: Cómo el enfoque Lean ha revolucionado la industria mundial del automóvil (5ª ed.). McGraw-Hill.
- Rother, M., & Shook, J. (2004). Aprendiendo a ver: Mapeo del flujo de valor para agregar valor y eliminar el despilfarro (3ª ed.). Lean Enterprise Institute.
- Modig, N., & Åhlström, P. (2017). Esto es Lean: Resolviendo la paradoja de la eficiencia. Reología Publishing.
- Shingo, S. (1992). Un estudio sobre el sistema de producción Toyota: Desde el punto de vista de la ingeniería industrial. Productivity Press.

Fuentes de información en internet

- Planeación, programación y control de la producción en la empresa polyban internacional S.A. sf. <https://core.ac.uk/reader/335270780>
- Repositorio académico USMP sf.

https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5009/junchaya_cmj.pdf

OTIF en su la cadena de suministros, Leafio

- Pasos para calcular el OEE (overall equipment efficiency o eficiencia general de los equipos), Proalnet.

<https://proalnet.com/blog/27-como-calcular-el-oeo-overall-equipment-efficiency-o-eficiencia-general-de-los->

- Política de inventarios Johnson & Johnson 2008-2010, metodologías de políticas e inventarios y planeación de suministro,

<https://es.scribd.com/document/463687272/A6-pdf>

Anexos

Anexo 1- Cronograma general de la investigación.

[illegible]

Anexo 2- Fotos de visita de campo.







Anexo 3- Encuesta



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Encuesta para el desarrollo de “Propuesta de un plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST; a través de la optimización del OEE, para el mejoramiento de las entregas y cumplimiento del OTIF”, para optar al grado de Ingeniero Industrial.

Objetivo de la encuesta:

Recopilar información sobre los factores que afectan el desempeño del área de inyección-soplado desde la perspectiva de los operarios, para proponer estrategias que optimicen el OEE y mejoren el cumplimiento del OTIF.

Conocimiento general del operario

1. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en el área de inyección-soplado?
 - Menos de 1 año
 - Entre 1 y 3 años
 - Más de 3 años
2. ¿Qué tanto conoce funcionamiento de los equipos de inyección soplado de MANUPLAST?
3. ¿Conoce si existe un plan de producción establecido para el área de inyección soplado?

Indicadores OEE

3. ¿Tiene conocimiento del indicador OEE?
 - Si
 - No
 - Poco
 - Nada
4. ¿Qué tan frecuente es que las máquinas de su área trabajen a su máxima capacidad sin interrupciones?
 - Siempre
 - A menudo
 - A veces
 - Nunca
5. ¿Cuáles son las causas principales de las paradas en la producción? (Puede elegir más de una opción):
 - Falta de mantenimiento adecuado
 - Fallas técnicas en las máquinas
 - Falta de insumos o materiales
 - Problemas en la planificación de la producción
 - Otros (especifique): _____
6. ¿Qué tan satisfactoria es la calidad del producto final que se obtiene con las máquinas actuales?
 - Muy satisfactoria
 - Moderadamente satisfactoria
 - Poco satisfactoria
 - Insatisfactoria
7. ¿Con qué frecuencia se realizan mantenimientos preventivos en las máquinas?

- Siempre según lo programado
- A veces según lo programado
- Raramente según lo programado
- Nunca se realizan mantenimientos preventivos

Indicadores OTIF

8. ¿Tiene conocimiento del indicador OTIF?

Si

No

Poco

Nada

9. ¿Qué tan frecuente es que los productos se entreguen a tiempo y completos según los requerimientos del cliente?

- Siempre
- A menudo
- A veces
- Nunca

10. ¿Qué factores considera que dificultan el cumplimiento de las entregas a tiempo y completas? (Puede elegir más de una opción):

- Retrasos en la producción por fallas técnicas
- Escasez de materiales
- Mala planificación de la producción
- Errores en los productos que requieren reprocesos
- Otros (especifique): _____

11. ¿Cree que el actual sistema de planificación contribuye al cumplimiento del OTIF?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

12. ¿Qué Se ha solicitado alguna vez a los clientes una reprogramación de entrega debido a problemas internos de producción?

- A) Sí, frecuentemente
- B) Ocasionalmente
- C) Nunca

Anexo 4- Entrevista



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Entrevista para el desarrollo de “Propuesta de un plan estratégico de producción para el área de inyección-soplado de la empresa MANUPLAST; a través de la optimización del OEE, para el mejoramiento de las entregas y cumplimiento del OTIF”, para optar al grado de Ingeniero Industrial.

Fecha: _____

Nombre del entrevistado: _____

Cargo que ocupa dentro de la empresa: _____

Objetivo de la entrevista:

Recopilar información sobre los factores que afectan el desempeño operativo del área de inyección-soplado desde la perspectiva de los operarios, para proponer estrategias de mejora en la eficiencia y el cumplimiento de OTIF.

Sección 1: Información general del operario

1. ¿Cuántos años lleva trabajando en el área de inyección-soplado?
2. ¿Qué nivel de capacitación ha recibido para operar las máquinas en esta área?

Sección 2: Condiciones operativas

3. ¿Cuáles son los principales problemas que afectan el rendimiento de las máquinas en su experiencia?
4. ¿Considera que el mantenimiento preventivo es suficiente para evitar paradas no planificadas? ¿Por qué?

Sección 3: Indicadores de desempeño

5. ¿Qué tan frecuente es que se presenten tiempos muertos debido a problemas técnicos o falta de insumos?
6. ¿Cree que los indicadores actuales de desempeño (OEE) reflejan la realidad del área? ¿Por qué?

Sección 4: Propuestas de mejora

7. ¿Qué estrategias implementaría para mejorar el cumplimiento de los tiempos de entrega y OTIF?

Espacio para comentarios generales del evaluador:

Anexo 5- Referencia de productos fabricados en MANUPLAST



Anexo 6- Tabla de reporte de producción 2025

Reporte de producción 2025 ene - Solo lectura

Calibri 9 A A' General Formato condicional Insertar Suma Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar Com

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Com

Autoguardado

V4 =EE4

K L M N O P Q R S T U V W X Y

PANEL DE MEDICIÓN DE LA PRODUCCIÓN

TIEMPO DISPONIBLE (hr)	TIEMPO REQUERIDO (hr)	TIEMPO UTILIZADO (hr)	Σ PAROS PROGRAMADOS	Σ PAROS NO PROGRAMADOS	Σ TIEMPO TOTAL REPORTADO EN PAR	Tiempo no Justificado	TRIPULACION UTILIZADA	TRIPULACION ESTANDAR	CICLO TRABAJADO	CICLO ESTANDAR	KG PRODUCIDOS	KG DE DESPERDICIO	RECENCIA PLANTA	CAUSA DE PAROS
12.00	11.92	9.42	0.33	0	0.33	2.25	2	2	11.07	14.00	306.5	8.7	99%	
12.00	11.90	11.67	0.33	0	0.33	0.00	2	2	12.28	14.00	342.0	5.3	99%	
12.00	12.22	11.67	0.33	0	0.33		5	5	8.78	9.20	497.4	2.9	99%	
12.00	12.25	11.67	0.33	0	0.33	0.00	5	5	8.76	9.20	498.5	4.1	99%	
12.00	11.58	11.67	0.33	0	0.33	0.00	4	4	11.08	11.00	462.4	8.1	97%	
12.00	11.57	11.67	0.33	0	0.33	0.00	4	4	11.10	11.00	462.0	7.6	96%	
12.00	13.30	11.67	0.33	0	0.33	0.00	2	2	12.28	14.00	342.1	2.9	99%	
12.00	12.92	11.25	0.66	0.083	0.743	0.01	2	2	12.20	14.00	332.1	3.0	99%	Arranque - Corte de energía
12.00	11.70	11.67	0.33	0	0.33	0.00	5	5	9.18	9.20	476.1	2.3	97%	
12.00	11.39	11.25	0.66	0.083	0.743	0.01	5	5	9.09	9.20	463.4	3.5	98%	Arranque - Corte de energía
12.00	11.93	11.67	0.33	0	0.33	0.00	4	4	10.76	11.00	476.2	5.6	99%	
12.00	12.41	11.25	0.66	0.083	0.743	0.01	4	4	9.97	11.00	495.6	8.8	99%	Arranque - Corte de energía
12.00	11.79	11.67	0.33	0	0.33	0.00	2	2	13.85	14.00	303.3	6.9	98%	
12.00	11.48	11.67	0.33	0	0.33	0.00	2	2	14.23	14.00	295.2	6.9	96%	
12.00	0.00	-0.33	0.33	12	12.33	0.00	2	2		13.50	0.0	0.0	0%	de chiller - Falla de compresor - Falla de comp
0.00	7.83	8.5	0.5	3	3.5	0.00	2	2	14.66	13.50	263.0	3.6	68%	Arranque - Falla de molde
12.00	10.87	11.67	0.33	0	0.33	0.00	4	4	12.88	12.00	469.7	4.6	91%	
12.00	11.13	11.67	0.33	0	0.33	0.00	4	4	12.59	12.00	480.7	12.0	91%	
12.00	11.40	11.67	0.33	0	0.33	0.00	2	2	13.31	13.00	388.2	3.4	93%	
0.00	12.26	12	0	0	0	0.00	2	2	12.72	13.00	417.6	2.4	99%	
12.00	12.23	11.67	0.33	0	0.33	0.00	5	5	8.78	9.20	497.7	3.7	99%	
0.00	12.15	12	0	0	0	0.00	5	5	9.09	9.20	494.3	3.3	99%	
12.00	11.43	11.67	0.33	0	0.33	0.00	4	4	11.23	11.00	456.4	8.4	95%	
0.00	11.01	10.58	1.42	0	1.42	0.00	4	4	10.57	11.00	439.7	6.4	99%	Cambio de molde
12.00	12.00	12	0	0	0	0.00	2	2	11.00	11.00	306.3	0.3	100%	
12.00	12.00	12	0	0	0	0.00	1	1	12.00	12.00	187.2	0.6	100%	
12.00	12.06	12	0	0	0	0.00	2	2	10.95	11.00	307.7	1.6	99%	
12.00	11.42	10.83	0.58	0	0.58	0.59	1	1	11.36	12.00	178.1	8.3	99%	
12.00	12.00	12	0	0	0	0.00	2	2	11.00	11.00	306.3	0.8	100%	
12.00	12.00	12	0	0	0	0.00	1	1	12.00	12.00	187.2	2.6	100%	
12.00	11.58	11.58	0.33	0.083	0.413	0.01	2	2	11.00	11.00	295.7	0.6	99%	Arranque - Corte de energía
12.00	11.67	11.66	0.24	0.083	0.323	0.02	1	1	11.99	12.00	182.0	0.3	99%	Arranque - Corte de energía

Reporte Medicion Datos produccion Tabla grafico produccion Base Tablas Data Dash

Anexo 7- Tabla de reporte de producción 2024

datos historico produccion 2024 - Guardado

Archivo Inicio Insertar Dibujar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Programador Ayuda Acrobat

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Com

Autoguardado

E13

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U

Maquina	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE	Maquina	Horas de tiempo operativo	Horas de tiempo programado (disponible)	Disponibilidad	Maquina	Unidades producidas	Unidades estándar	Rendimiento	Maquina	Unidades buenas	Total produ	% Calidad
AKO-1	88.77%	90.42%	97.80%	76.50%	AKO-1	7,552.42	8,508.00	88.77%	AKO-1	7,781,615	8,696,174	90.42%	AKO-1	7,610,302	7,781,615	97.80%
AKO-2	48.99%	60.62%	97.80%	25.60%	AKO-2	4,253.56	8,508.00	49.99%	AKO-2	5,585,303	9,220,233	60.62%	AKO-2	5,484,672	5,585,303	97.58%
AKO-3	61.77%	90.26%	97.80%	65.51%	AKO-3	5,252.14	8,508.00	61.77%	AKO-3	7,552,014	7,552,014	97.80%	AKO-3	7,366,292	7,552,014	97.80%
AKO-4	70.47%	90.92%	97.80%	64.78%	AKO-4	5,995.07	8,508.00	70.47%	AKO-4	5,341,740	5,887,620	90.92%	AKO-4	5,239,394	5,341,740	97.80%
ASB-1	84.04%	93.25%	98.47%	77.17%	ASB-1	7,130.29	8,508.00	84.04%	ASB-1	10,659,204	11,489,807	93.25%	ASB-1	10,532,048	10,659,204	98.47%
ASB-2	87.96%	92.82%	98.60%	79.69%	ASB-2	7,467.07	8,508.00	87.96%	ASB-2	9,762,652	10,163,127	92.82%	ASB-2	9,261,153	9,762,652	98.00%
OEE GLOBAL				64.82%	TOTAL	27,611.05	51,840.00	72.64%	Total general	46,447,334	53,863,384	86.97%	Total general	45,263,820	46,447,334	98.08%

Hoja2 Hoja6 detalle recursos RESUMEN costos OP Desperdicio Hoja1 Hoja7 Hoja8

REPORTES DE VENTAS DIARIAS AMBAS EMPRESAS • Última modificación: Ahora mismo

Archivo Inicio Insertar Dibujar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Programación

Pegar Portapapeles Fuente Alineación Número

Autoguardado

	A	B	C	D	E	F	G
1	DETALLE GENERAL DE VENTAS						
2	Suma de SubTotal	Etiquetas de columna					
3	Etiquetas de fila	2019	2020	2021	2022	2023	2024
4	Enero	\$ 106,936.03	\$ 466,968.19	\$ 618,714.65	\$ 409,786.81	\$ 620,149.20	\$ 803,366.52
5	Febrero	\$ 55,133.64	\$ 458,819.55	\$ 635,821.90	\$ 765,274.70	\$ 600,076.52	\$ 686,303.28
6	Marzo	\$ 41,487.99	\$ 524,286.79	\$ 553,472.74	\$ 750,237.42	\$ 751,352.15	\$ 893,410.43
7	Abril	\$ 49,227.67	\$ 349,111.72	\$ 394,102.95	\$ 771,836.71	\$ 635,562.80	\$ 738,535.22
8	Mayo	\$ 64,585.41	\$ 456,613.10	\$ 509,869.67	\$ 636,740.07	\$ 944,005.91	\$ 939,237.07
9		\$ 15,414.12	\$ 417,795.19	\$ 699,011.35	\$ 624,730.54	\$ 832,383.86	\$ 1,038,995.45
10	Julio	\$ 1,541,869.34	\$ 589,857.90	\$ 566,557.74	\$ 694,508.77	\$ 693,068.02	\$ 1,032,461.15
11	Agosto	\$ 404,583.70	\$ 410,774.26	\$ 307,608.13	\$ 533,661.69	\$ 542,456.48	\$ 1,186,316.17
12	Septiembre	\$ 307,275.10	\$ 401,040.63	\$ 424,134.98	\$ 687,721.80	\$ 540,875.99	\$ 1,115,999.64
13	Octubre	\$ 639,895.41	\$ 579,350.46	\$ 546,166.86	\$ 762,830.51	\$ 289,854.61	\$ 1,134,781.02
14	Noviembre	\$ 372,335.51	\$ 371,602.74	\$ 540,961.84	\$ 598,952.64	\$ 626,002.40	\$ 1,104,893.26
15	Diciembre	\$ 295,881.73	\$ 309,878.45	\$ 269,246.40	\$ 551,476.20	\$ 412,516.90	\$ 925,675.33
16	(en blanco)						
17	Total general	\$ 3,894,625.65	\$ 5,336,098.98	\$ 6,065,669.21	\$ 7,787,757.86	\$ 7,488,304.84	\$ 11,599,974.54
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							

< > Resumen diario 2024 General **VENTAS GENERAL** Facturacion Tablas Dashboard

Anexo 9- Reporte historio de cálculo de factores del OEE 2024

<

Anexo 10- Datos resumen de análisis de costos de producción

datos historico produccion 2024 • Última modificación: Hace 7 min

Buscar

Comentarios

ArchivoInicioInsertarDibujarDisposición de páginaFórmulasDatosRevisarVistaAutomatizarProgramadorAyudaAcrobat

Pegar

Aptos Narrow11A⁺A⁻

Portapapeles

Fuente

Alineación

General

Número

Estilos

Formato condicional

Dar formato como tabla

Estilos de celda

Insertar

Eliminar

Formato

Σ

Ordenar y filtrar

Buscar y seleccionar

Complementos

Analizar datos

C un

Adob

Autoguardado

A1

Número de documento

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Número de días	Fecha del per	Fecha de ven	Número de pi	Descripción		Cantidad pla	Cantidad con	Número de ai	Artículo	Cantidad bas	Cantidad plaCa
2	13533 enero	2/1/2024	9/1/2024	70104001	BOTELLA PET IMPORTADA TRANSPARENTE 397g		84,240.00	84,240.00	3	AOKI-3	0.000833	70.17192
3	13554 enero	4/1/2024	11/1/2024	70104001	BOTELLA PET IMPORTADA TRANSPARENTE 397g		42,120.00	42,120.00	3	AOKI-3	0.000833	35.08596
4	13560 enero	5/1/2024	12/1/2024	70104009	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 397g		84,240.00	84,240.00	3	AOKI-3	0.000628	52.90272
5	13545 enero	2/1/2024	12/1/2024	70101011	FRASCO 450 GRS. MAGGI CALDO SABOR A POLLO (PET)		58,800.00	58,800.00	1	AOKI-1	0.001204	70.7952
6	13562 enero	5/1/2024	12/1/2024	70101011	FRASCO 450 GRS. MAGGI CALDO SABOR A POLLO (PET)		58,800.00	58,800.00	1	AOKI-1	0.001204	70.7952
7	13585 enero	9/1/2024	16/1/2024	70104009	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 397g		84,240.00	84,240.00	3	AOKI-3	0.000628	52.90272
8	13598 enero	10/1/2024	17/1/2024	70101003	FRASCO 225 GRS. MAGGI CALDO SABOR A POLLO USA (PET)		118,800.00	118,800.00	1	AOKI-1	0.000967	114.8796
9	13624 enero	16/1/2024	23/1/2024	70101003	FRASCO 225 GRS. MAGGI CALDO SABOR A POLLO USA (PET)		25,920.00	25,920.00	1	AOKI-1	0.000967	25.06464
10	13629 enero	17/1/2024	24/1/2024	70101004	FRASCO 225 GRS. MAGGI NATURISIMO		71,280.00	71,280.00	1	AOKI-1	0.000919	65.5
11	13649 enero	19/1/2024	26/1/2024	70101006	FRASCO 225 GRS. MAGGI CONSOME CONCENTRADO DE POLLO (PET)		56,160.00	56,160.00	1	AOKI-1	0.000967	54.30672
12	13604 enero	12/1/2024	19/1/2024	70104009	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 397g		84,240.00	84,240.00	3	AOKI-3	0.000628	52.90272
13	13626 enero	16/1/2024	23/1/2024	70104009	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 397g		84,240.00	84,240.00	3	AOKI-3	0.000627	52.83
14	13641 enero	18/1/2024	25/1/2024	70104009	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 397g		64,800.00	64,800.00	3	AOKI-3	0.000628	40.6944
15	13662 enero	23/1/2024	30/1/2024	70104010	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 750g		43,680.00	43,680.00	3	AOKI-3	0.000847	36.99696
16	13687 enero	25/1/2024	31/1/2024	70104010	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 750g		43,680.00	43,680.00	3	AOKI-3	0.000847	36.99696
17	13697 enero	29/1/2024	31/1/2024	70104010	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 750g		43,680.00	43,680.00	3	AOKI-3	0.000847	36.99696
18	13698 enero	29/1/2024	31/1/2024	70104010	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 750g		10,080.00	10,080.00	3	AOKI-3	0.000847	8.53776
19	13650 enero	19/1/2024	26/1/2024	70101003	FRASCO 225 GRS. MAGGI CALDO SABOR A POLLO USA (PET)		19,440.00	19,440.00	1	AOKI-1	0.000967	18.79848
20	13717 enero	31/1/2024	8/2/2024	70104009	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 397g		19,440.00	19,440.00	3	AOKI-3	0.000628	12.20832
21	13661 enero	23/1/2024	30/1/2024	70101003	FRASCO 225 GRS. MAGGI CALDO SABOR A POLLO USA (PET)		95,040.00	95,040.00	1	AOKI-1	0.000967	91.90368
22	13682 enero	25/1/2024	31/1/2024	70101010	FRASCO 225 GRS. MAGGI SAZONADOR GALLINITA SABOR COLOR (PET)		30,240.00	30,240.00	1	AOKI-1	0.000967	29.24208
23	13683 enero	25/1/2024	31/1/2024	70101010	FRASCO 225 GRS. MAGGI SAZONADOR GALLINITA SABOR COLOR (PET)		4,320.00	4,320.00	1	AOKI-1	0.000967	4.17744
24	13718 enero	31/1/2024	8/2/2024	70104009	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 397g		84,240.00	84,240.00	3	AOKI-3	0.000628	52.90272
25	13743 febrero	5/2/2024	12/2/2024	70104009	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 397g		84,240.00	84,240.00	3	AOKI-3	0.000628	52.90272
26	13761 febrero	7/2/2024	15/2/2024	70104001	BOTELLA PET IMPORTADA TRANSPARENTE 397g		42,120.00	42,120.00	3	AOKI-3	0.000628	26.45136
27	13684 enero	25/1/2024	31/1/2024	70101005	FRASCO 225 GRS. MAGGI CONSOMATE USA (PET)		23,760.00	23,760.00	1	AOKI-1	0.000967	22.97592
28	13769 febrero	9/2/2024	16/2/2024	70104001	BOTELLA PET IMPORTADA TRANSPARENTE 397g		42,120.00	42,120.00	3	AOKI-3	0.000628	26.45136
29	13778 febrero	12/2/2024	19/2/2024	70104009	ENVASE CAMPERO SALSA KETCHUP 397g		84,240.00	84,240.00	3	AOKI-3	0.000628	52.90272

<>...

Hoja2Hoja6detalle

recursos oee RESUMEN costos OP Desperdicio

Hoja1Hoja7

+⋮

Anexo 11- Lista de paros identificados en MANUPLAST

datos historico produccion 2024 • Guardado ▾

Buscar

Archivo Inicio Insertar Dibujar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar **Vista** Auto

Predeterminado ▾

Deje Salir Nuevo Opciones

Vista de hoja

Normal Ver salt. Pág. Vistas personalizadas

Vistas de libro

Navegación

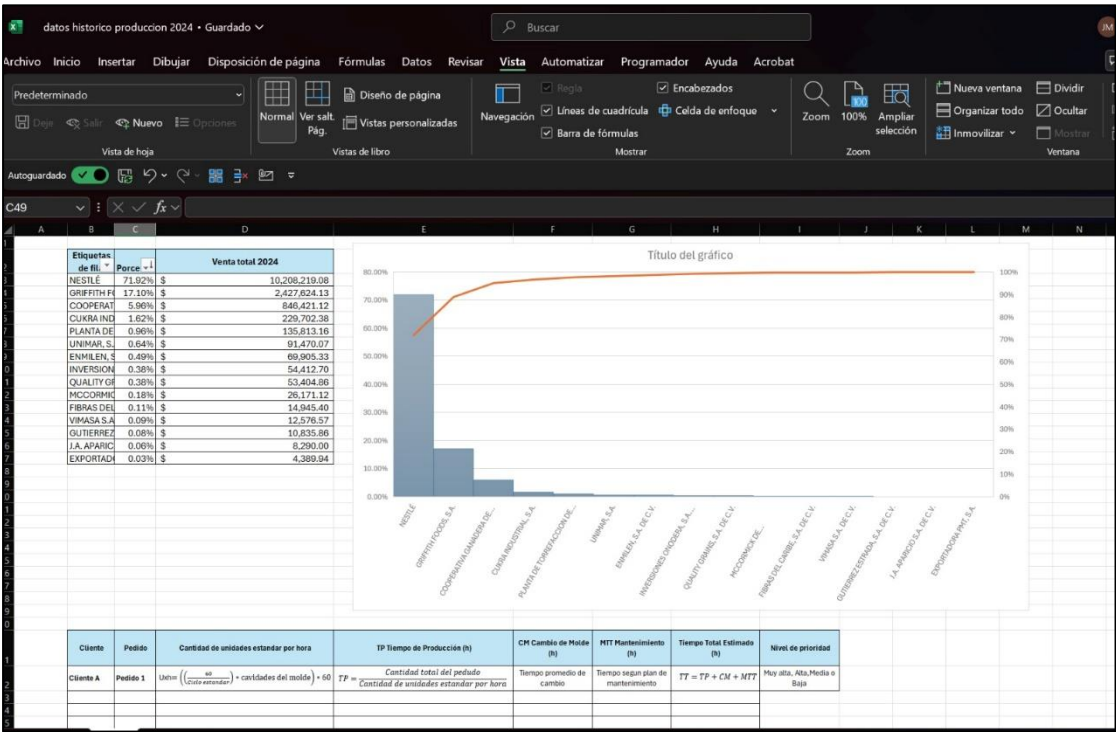
Autoguardado

C6 ▾

	A	B	C
1	COMENTARIOS	Σ TIEMPO TOTAL REPORTADO EN PARO	
2	Corte de energía	1.1145	
3	Corte de energía	1.1145	
4	Corte de energía	1.1145	
5	Falla de compresor	18.495	
6	Cambio de molde	5.25	
7	Falla de molde	2.13	
8	Corte de energía	0.6195	
9	Corte de energía	0.4845	
10	Cambio de molde	0.75	
11	MTT correctivo	3	
12	MTT correctivo	1.05	
13	MTT correctivo	1.05	
14	MTT correctivo	1.8	
15	Falla de molde	7.245	
16	MTT correctivo	1.8	
17	Cambio de molde	5.25	
18	Corte de energía	0.69	
19	Corte de energía	0.69	
20	Falla de molde	2.49	
21	Falla de molde	2.28	
22	Cambio de color	0.63	
23	MTT correctivo	3.3	
24	MTT correctivo	3.75	
25	Corte de energía	3.75	
26	Corte de energía	3.99	
27	Falla electrica	4.725	
28	Cambio de molde	8.73	
29	Cambio de molde	0.75	
30	Cambio de molde	3.12	
31	Corte de energía	0.615	
32	Corte de energía	0.495	
33	Falla de molde	2.55	
34	Falla de molde	3.87	
35	Falla de molde	2.745	
36	MTT correctivo	0.75	
37	MTT correctivo	3.735	

< > ... Hoja6 detalle recursos RESUMEN costos OP Desperdicio **Paros**

Anexo 12- Clasificacion de clientes estrategicos de MANSUPLAST



Anexo 13- Registro de rechazos por calidad

datos historico produccion 2024 - Guardado

Buscar

ArchivoInicioInsertarDibujarDisposición de páginaFórmulasDatosRevisarVistaAutomatizarProgramadorAyudaAcrobat

Predeterminado

NormalVer salt. Pág.

Diseño de páginaVistas personalizadas

Navegación

ReglaEncabezados

Lineas de cuadrículaCelda de enfoque

Barra de fórmulas

Zoom100%

Ampliar selección

Nueva ventanaOrganizar todoInmovilizar

Autoguardado

A1

FECHA DE NOTIFICACIÓN

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	FECHA DE NOTIFICACIÓN	CLIENTE	N° DE RECLAMO DE CLIENTE.	PRODUCTO	DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO	LOTE	MES DE PRODUCCIÓN	DEFECTO	CANTIDAD ENTREGADA	CANTIDAD RECLAMADA	% respecto al lote	COSTO NC (\$)
2	15/5/2024	Mather Guatemala	024-2024	Envase PET	Envase 900g USA	13758	feb-24	Medidas fuera de espec	35,712	20,396	57.11	\$6,294.00
3	27/2/2024	Mather Guatemala	035-2024	Envase PET	Envase 900g OT	13742	feb-24	Medidas fuera de espec	46,080	1,152	2.5	\$355.50
4	27/2/2024	Mather Guatemala	027-2025	Envase PET	Envase 900g OT	13757	feb-24	Medidas fuera de espec	13,824	768	5.56	\$237.00
5	27/2/2024	Mather Guatemala	028-2025	Envase PET	Envase 900g OT	13869	feb-24	Medidas fuera de espec	29,376	1,728	5.88	\$533.24
6	27/2/2024	Mather Guatemala	029-2026	Envase PET	Envase 900g OT	13870	feb-24	Medidas fuera de espec	42,048	1,920	4.57	\$592.49
7	26/3/2024	Mather Guatemala	031-2024	Envase PET	Envase 900g USA	13843	mar-24	Medidas fuera de espec	80,064	59,328	74.1	\$18,308.03
8	18/4/2024	Mather Guatemala	043-2024	Envase PET	Envase 900g MX	14026	abr-24	Medidas fuera de espec	14,400	14,400	100	\$4,443.70
9	15/7/2024	Mather Guatemala	063-2024	Envase PET	Envase Sazonador 250g	14485	jun-24	Cajas con defecto en co	29,184	240	0.82	\$41.00
10	2/9/2024	Griffith Foods	395-024	Envase PET	Envase 387g ketchup	14721	jul-24	Figuras distorsionadas	84,240	81,000	96.15	\$13,996.58
11	22/10/2024	Nestlé Guatemala	067-2024	Envase PET	Envase 225g Naturisimo	15230	oct-24	Envases mojados	21,600	21,600	100	\$3,967.55
12	22/10/2024	Nestlé Guatemala	068-2024	Envase PET	Envase 225g Caldo de p	15205	oct-24	Envases mojados	19,440	8,640	44.44	\$1,591.66
13	24/10/2024	UNIMAR	22004	Envase PET	Envase 110g Unimar PE	15185	oct-24	Envases deformados	22,583	601	2.66	\$73.95
14	26/11/2024	Mather Guatemala	133-2024	Envase PET	Envase 900g USA	13844	feb-24	Medidas fuera de espec	43,776	43,776	100	\$13,008.84
15											TOTAL	\$63,933.53
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												

<>...

Hoja6detallerecursosRESUMENcostos OPDesperdicioParosRechazos calidad

Hoj+:

Anexo 14- Referencia de panel de control de métricas OEE- OTIF en área de producción inyección soplado



Anexo 15- Registro de compras de repuestos para mantenimiento correctivo de máquinas PET

Proveedor	Orden No.	Fecha	Número de artículo	Descripción artículo/serv.	Cantidad	Comentarios	Total
SEAL JET DE CENTRO AMERICA S.A. DE C.V.	1006843	12/1/2024	HI-10-130	1- Sello perfil A-11 de R-1 25.0 x 6.5mm	8	COMPRA DE SELLOS PARA MAQUINA AOKI	\$ 1,011.80
SEAL JET DE CENTRO AMERICA S.A. DE C.V.	1006843	12/1/2024	HI-10-131	1- Sello perfil S-5 de R-1 25.0 x 5.0mm	8	COMPRA DE SELLOS PARA MAQUINA AOKI	\$ 1,011.80
SEAL JET DE CENTRO AMERICA S.A. DE C.V.	1006843	12/1/2024	NE-20-005	Sello perfil: K-16 Medidas:0 x 39.8 x 8.5 Materi	18	COMPRA DE SELLOS PARA MAQUINA AOKI	\$ 2,313.22
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1006882	1/2/2024	HI-10-132	nomex paper for mold BV-4810 15 X 1.6	300	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 300.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1006888	23/2/2024	HI-10-135	DUST SEAL (FLORINE) SDR-20 FOR MOLD BV-3	2	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 40.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1006888	23/2/2024	HI-10-136	O RING (FLORIDE) G-40 FOR MOLD BV 3850	4	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 160.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1006888	23/2/2024	HI-10-137	O RING (FLORIDE) G-55 FOR MOLD BV -3850	2	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 240.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1006888	23/2/2024	HI-10-138	O RING (FLORIDE) P-24 FOR MOLD BV -3850	2	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 320.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1006898	4/3/2024	HI-10-141	DUST SEAL (FOLRINE) SDR-20F FOR MOLD BV-	4	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 80.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1006900	6/3/2024	HI-10-142	O RING (FLORIDE) G-40 FOR MOLDBV-3860/BV	4	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 160.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1006904	1/2/2024	HI-10-145	U PACKIN-30FOR MOLD BV-4810	2	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 12.00
NISSEI ASB MEXICO, S.A. DE C.V	1006905	2/6/2024	HI-10-146	O RING (FLORIDE) G-25FOR MOLD BV-4810	2	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET ASB	\$ 60.00
NISSEI ASB MEXICO, S.A. DE C.V	1006905	2/6/2024	HI-10-148	O RING ORAR00118-N7083 FOR MOLD BV-109	4	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET ASB	\$ 160.00
NISSEI ASB MEXICO, S.A. DE C.V	1006905	2/6/2024	HI-10-150	O RING (FLORIDE) G -25 FOR MOLD BV- 10910	4	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET ASB	\$ 120.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1007088	1/8/2024	HI-10-153	NOMEX PAPER FOR BV-3880/ BV-4850/BV-387	400	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 800.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1007088	1/8/2024	HI-10-154	NOMEX PAPER FOR BV-4840 / BV -3850 15 X 2 T	200	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 400.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1007088	1/8/2024	HI-10-155	NOMEX PAPER FOR BV-480 7 BV-4810 15X 1.6 T	200	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 400.00
AOKI TECHNICAL LABORATORY INC.	1007088	1/8/2024	HI-10-156	NOMEX PAPER FOR BV-4851 15X 1.2 T =0.25	100	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET AOKI.	\$ 200.00
NISSEI ASB MEXICO, S.A. DE C.V	1007120	15/10/2024	EL-10-072	HOT RUNER NOZLE INSULATING PLATE FOR M	100	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET ASB	\$ 4,000.00
NISSEI ASB MEXICO, S.A. DE C.V	1007160	11/11/2024	EL-10-073	HOT RUNNER NOZZLE INSULATING PLATE MOL	100	COMPRA DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS DE PET ASB	\$ 4,000.00
KEVIN ARMANDO MINERO MELGAR	1007171	21/11/2024	ME-90-003	Balero 6006 LLU C3	4	compra de baleros para torre de AOKI 2 Basado en Solicitud de compra 1952.	\$ 87.52
						Monto total por compra de repuestos	\$15,876.34

Anexo 16- Cronograma de implementacion de la propuesta

[illegible]