



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MEJORA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LA ADQUISICIÓN
DE LA MÁQUINA INYECTORA HAITIAN MA 3200 PARA LA EMPRESA
PLÁSTICOS CHEMPRO CIA. LTDA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Industrial

AUTOR(ES):

Jeremy Joel Macías Espinoza

Joshua Ray Bravo Morocho

TUTOR:

Ing. Ángel Roberto Guevara Orozco, MSc.

Guayaquil, Ecuador

2024

CARTA DE AUTORIZACION DE USO DE INFORMACION DE LA EMPRESA



PLASTICOS CHEMPRO C. LTDA.

LINEA: • HOGAR • JUGUETES • INDUSTRIAL

Av. Juan Tanca Marengo Km. 6 ½ * Telf.: (593-4) 3082008 - 3081349
Fax: (593-4) 3081555 * Casilla: 09-018388 * Email: gerencia@plasticoschempro.com.ec,
ventas@plasticoschempro.com.ec
www.plasticoschempro.com.ec Guayaquil-Ecuador

CARTA DE AUTORIZACION DE USO DE INFORMACION DE LA EMPRESA

Yo ARTURO PATRICIO HOLGUIN HOLGUIN, identificado con cédula de identidad 0914878954, en mi calidad de Gerente General de la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA., con R.U.C N° 0990003033001, ubicada en la ciudad de Guayaquil-Ecuador.

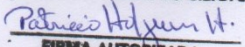
OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

A los señores JEREMY JOEL MACIAS ESPINOZA, con cédula de identidad 0953244027 y JOSHUA RAY BRAVO MOROCHO, con cédula de identidad 0953297744, estudiantes De 10mo semestre de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana. Para que utilice toda la información interna de la empresa que se requiera para terminar el proyecto técnico, de suficiencia profesional para optar al grado de título profesional: "Ingenieros Industriales".

Autorizo que se mencione el nombre de la empresa y la información brindada en el proyecto técnico titulado: "MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LA ADQUISICION DE LA MAQUINA INYECTORA HAITIAN MA 3200 PARA LA EMPRESA PLASTICOS CHEMPRO CIA. LTDA."

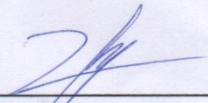
Doy certeza de que los datos mencionados anteriormente, son auténticos y actualizados.

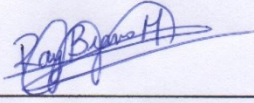
Atentamente,

PLÁSTICOS CHEMPRO C.LTDA.

FIRMA AUTORIZADA

Firma y Sello del Representante Legal
CI: 0914878954

Del mismo modo, los autores se comprometen a emplear la información de la empresa exclusivamente con fines académicos relacionados con el proyecto mencionado previamente.


Jeremy Joel Macias Espinoza
C.I : 0953244027


Joshua Ray Bravo Morocho
C.I : 0953297744

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Jeremy Joel Macías Espinoza con documento de identificación N° 0953244027 y Joshua Ray Bravo Morocho con documento de identificación N° 0953297744; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 19 de febrero del año 2024

Atentamente,



Jeremy Joel Macías Espinoza

0953244027



Joshua Ray Bravo Morocho

0953297744

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Jeremy Joel Macías Espinoza con documento de identificación N° 0953244027 y Joshua Ray Bravo Morocho con documento de identificación N° 0953297744, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Mejora de los procesos productivos mediante la adquisición de la máquina inyectora Haitian MA 3200 para la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 19 de febrero del año 2024

Atentamente,



Jeremy Joel Macías Espinoza

0953244027



Joshua Ray Bravo Morocho

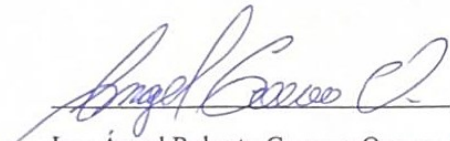
0953297744

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Yo, Ángel Roberto Guevara Orozco con documento de identificación N° 0923017107, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: MEJORA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LA ADQUISICIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA HAITIAN MA 3200 PARA LA EMPRESA PLÁSTICOS CHEMPRO CIA. LTDA., realizado por Jeremy Joel Macías Espinoza con documento de identificación N° 0953244027 y por Joshua Ray Bravo Morocho con documento de identificación N° 0953297744, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 19 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Ángel Roberto Guevara Orozco, MSc.

0923017107

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico, primero a Dios por permitirme culminar mis estudios con salud y bienestar, también a cada una de las personas que estuvieron brindándome su apoyo a lo largo de estos 5 años, desde los maestros hasta mis amigos y compañeros más cercanos. Al Tutor que nos ayudó en todo lo humanamente posible, siempre corrigiéndonos y dándonos la motivación necesaria para seguir con nuestro proyecto.

A mis padres, por ser mi apoyo fundamental en todo lo que realizo, tanto académicamente como en la vida misma, todos mis logros son dedicados a ustedes. A mis segundos padres que me criaron como si fuera un hijo, gracias por todos los consejos brindados, su amor y apoyo lo llevaré en el corazón. Ya que siempre me han inculcado la palabra responsabilidad, he logrado terminar este trabajo tan importante el cual me abrirá grandes oportunidades a lo largo de la vida. Gracias a todos por su apoyo incondicional.

Macías Espinoza, Jeremy Joel

La presente tesis va dedicada principalmente a Dios, por haberme bendecido de salud, sabiduría, paciencia y fortaleza, para poderla concluir guiándome día a día. A mis padres por ser un pilar fundamental en mi educación y siendo un ejemplo de cómo superarme día tras día, agradezco también a mi amada esposa Alejandra Córdova y a mi hijo Liam Alejandro por ser uno de los motores principales para que yo no me rinda en este proceso que es la universidad, a mi abuela que está en el cielo que gracias a ella por siempre desde el colegio ser tan estricta con nosotros y hacer de mí un hombre de bien, a mis hermanos, tíos y demás familiares que siempre están apoyándome y aconsejándome, a mi compañero de tesis que desde el inicio hasta el fin me ha motivado y ayudado mucho para poder avanzar.

Bravo Morocho, Joshua Ray

Agradecimiento

A Dios por bendecirme en cada instante de mi vida, a la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA por permitirme estudiar en su prestigiosa institución y lograr ser un profesional. También agradezco a los docentes por toda la enseñanza brindada a lo largo de esta carrera universitaria.

Gracias a mis padres porque siempre fueron mi guía y mi motor, para día a día poder levantarme y salir adelante. Para ellos muchas gracias y que Dios los bendiga.

Macias Espinoza, Jeremy Joel

Agradecido especialmente con Dios ya que sin el nada de esto podría ser posible, le agradezco a mis padres que a lo largo de estos cinco años de universidad me han enseñado a no rendirme con las dificultades, agradecido con Dios por la mujer que puso en mi camino mi esposa Alejandra Córdova junto a mi amado hijo Liam Alejandro que me motiva día a día a no rendirme, sin olvidarme de mi abuela Sonia Lastra lo cual dedico y agradezco toda mi vida a ella, junto con todos mis seres queridos que han estado en todo momento para mi sin más que decir, Dios los bendiga.

Bravo Morocho, Joshua Ray

Resumen

La empresa que se consideró para este estudio fue Plásticos Chempro CIA. LDTA., que busca poder mejorar sus procesos productivos de forma constante. Actualmente, cuentan con una máquina que de forma reiterada presenta fallas, generando cuellos de botella, ya que las producciones se detienen e impiden que se logren las metas establecidas. Adicional a esto, los operarios presentan quejas sobre los problemas ergonómicos, lo que influye en su desempeño perjudicando la producción. Como solución se ha dictaminado la adquisición de una nueva máquina que es mucho más eficaz en todos sus ámbitos, tales como, capacidad de producción, velocidad de producción, calidad de producción, representación comercial, los costos respectivos y temas ergonómicos como el ruido de maquinaria.

El objetivo de este estudio fue que por medio de la adquisición de la nueva máquina se logró optimizar los procesos productivos, dando como resultado mejoras en el área operativa. Se utilizó una investigación mixta, la cual incluyó dos enfoques, cualitativo y cuantitativo, para esto se utilizó datos reales proporcionados por la empresa, encuestas y entrevistas al personal operativo que ayudaron a obtener conclusiones acertadas.

Como resultado se tuvo una mejora significativa en la producción de la empresa, ya que la máquina nueva fue la que cumplió con los requisitos de la empresa para poder aumentar significativamente su producción. Del mismo modo se realizó una entrevista donde el 100 % de los encuestados están de acuerdo con la adquisición ya que presentaron muchas inconformidades e inconvenientes a nivel ergonómico con la maquinaria anterior.

Palabras Claves: Máquina, Mejora, Producción, Plástico, Molde, Inyección, Eficiencia, Ergonomía.

Abstract

The company considered for this study was Plásticos Chempro CIA. LDTA., which seeks to constantly improve its production processes. Currently, they have a machine that repeatedly fails, generating bottlenecks, since production stops and prevents the established goals from being achieved. In addition to this, operators present complaints about ergonomic problems, which influences their performance, harming production. As a solution, it has been decided to acquire a new machine that is much more effective in all areas, such as production capacity, production speed, production quality, commercial representation, respective costs and ergonomic issues such as machinery noise. .

The objective of this study was that through the acquisition of the new machine, it was possible to optimize the production processes, resulting in improvements in the operational area. A mixed investigation was used, which included two approaches, qualitative and quantitative. For this, real data provided by the company, surveys and interviews with operational personnel were used, which helped to obtain accurate conclusions.

As a result, there was a significant improvement in the company's production, since the new machine was the one that met the company's minimum requirements to be able to significantly increase its production. Likewise, an interview was carried out where 100% of those surveyed agreed with the acquisition since they had many disagreements and ergonomic inconveniences with the previous machinery.

Keywords: Machine, Improvement, Production, Plastic, Mold, Injection, Efficiency, Ergonomics.

INDICE GENERAL

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	I
CARTA DE AUTORIZACION DE USO DE INFORMACION DE LA EMPRESA	
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	IV
Dedicatoria	V
Agradecimiento.....	VI
Resumen	VII
Abstract	VIII
INDICE DE TABLAS.....	XIII
INDICE DE FIGURAS	XIII
INTRODUCCION	1
Capítulo I: Problema.....	6
1.1 Antecedentes.....	6
1.2 Importancia y Alcance.....	7
1.3 Delimitación	9
1.3.1 Delimitación geográfica	9
1.3.2 Delimitación temporal.....	10
1.3.3 Delimitación Institucional.....	10
1.4 Objetivos.....	12

1.4.1	Objetivo General	12
1.4.2	Objetivos Específicos.....	12
Capítulo II: Fundamentos Teóricos		13
2.1	Plástico.....	13
2.2	Plásticos más usados en la industria.	13
2.2.1	Tereftalato De Polietileno.....	13
2.2.2	Polivinilo.....	14
2.2.3	Polipropileno	15
2.2.4	Poliestireno.....	16
2.3	Gestión de Procesos Productivos	16
2.4	Tipos de Máquinas en el Sector Plástico.....	18
2.4.1	Extrusoras	18
2.4.2	Moldeo por Soplado	21
2.4.3	Máquinas de Termoformado	25
2.4.4	Máquina de Moldeo por Compresión.....	29
2.4.5	Máquina de inyección de plásticos.....	31
2.5	Tipos de Máquinas Inyectoras de Plásticos.....	34
2.5.1	Hidráulicas.....	34
2.5.2	Eléctricas	35
2.5.3	Híbridas.....	37
2.6	Tiempos de Producción	38
2.6.1	Tiempo de Inyección	39

2.6.2	Tiempo de Carga	39
2.6.3	Tiempo De Enfriamiento	40
2.6.4	Tiempo de Apertura de Molde y Expulsión del Producto	40
2.6.5	Tiempo de Cierre De Molde	40
2.7	Takt-Time	40
2.8	Scrap	41
2.9	VAN.....	41
2.10	PAYBACK	42
2.11	Ergonomía	42
2.12	Ergonomía del ruido.....	43
Capítulo III: Marco Metodológico		44
3.1	Tipo de Investigación.....	44
3.1.1	Investigación Mixta.....	44
3.1.2	Investigación Cuantitativa	45
3.1.3	Investigación Cualitativa	45
3.2	Investigación De Campo	46
3.2.1	Descripción de la Empresa	46
3.3	Unidad de análisis	48
3.4	Encuesta.....	48
3.5	Análisis comparativo de Maquinarias	49
3.6	Propuesta de adquisición de Maquinaria	49
3.7	Costos.....	50

3.8	Cálculo del Takt-Time	50
3.9	Cálculo del Valor Actual Neto (VAN).....	51
3.10	Cálculo del Periodo de Recuperación (PAYBACK)	52
	Capitulo IV: Resultados	53
4.1	Resultado del Análisis comparativo de Maquinarias	53
4.2	Resultado de Comparación de tiempos	57
4.3	Características De La Maquinaria.....	57
4.4	Tabulación de encuesta.....	62
4.5	Resultados del Takt-Time	74
4.6	Evaluación económica	76
4.7	Resultados del cálculo del VAN	79
4.8	Resultados del cálculo del Payback.....	80
	Conclusiones.....	81
	Recomendaciones.....	83
	Referencias Bibliográficas.....	84

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos de la Empresa	49
Tabla 2: Requisitos de la Empresa	54
Tabla 3: Comparativa de capacidad y velocidad	55
Tabla 4: Capacidad de Producción	59
Tabla 5: Velocidad de Producción	60
Tabla 6: Calidad de Producción	60
Tabla 7: Resultados del Takt-Time antiguo.....	74
Tabla 8: Resultado del Takt-Time nuevo.....	75
Tabla 9: Precio de la Máquina HAITIAN MA 3200.....	77
Tabla 10: Análisis de la matriz de riesgo	78
Tabla 11: Flujo de caja de la inversión	79

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Geográfica	9
Figura 2: Partes de una Extrusora.....	21
Figura 3: Proceso de Moldeo por Soplado	25
Figura 4: Termoformado al Vacío	27
Figura 5: Termoformado a Presión.....	28
Figura 6: Termoformado a Presión.....	29
Figura 7: Molde por Compresión.....	30
Figura 8: Partes de una Máquina Inyectora	32
Figura 9: Máquina Inyectora Hidráulica	35
Figura 10: Máquina Inyectora Eléctrica	36
Figura 11: Máquina Inyectora Híbrida	38
Figura 12: Tiempos de Producción	39

Figura 13: Organigrama del Área de Producción	47
Figura 14: HAITIAN MA 3200	50
Figura 15: Comparación de Tiempos	57
Figura 16: Respuestas de la encuesta realizada	63
Figura 17: Molestias físicas como operador de maquinaria	64
Figura 18: Uso del equipo de protección personal (EPP)	65
Figura 19: Asiduidad de lesión o malestar relacionado con la ergonomía	66
Figura 20: Descripción de carga de trabajo	67
Figura 21: Información sobre la importancia de realizar pausas activas.	68
Figura 22: Pausas programadas durante su jornada laboral para descansar y estirarse.....	69
Figura 23: Colaboración en evaluaciones ergonómicas para mejorar las condiciones de su estación de trabajo	70
Figura 24: Suministros ergonómicos específicos para facilitar tareas.....	71
Figura 25: Comodidad de los asientos y disposición de controles.....	72
Figura 26: Tareas más demandantes ergonómicamente en el trabajo diario	73

INTRODUCCION

En el sector industrial, la tecnología es un elemento clave para el crecimiento de una empresa. Existen organizaciones que no se benefician de los avances tecnológicos, por lo tanto, su competitividad es baja, lo que se entiende como un punto negativo debido a que la competencia de mercado va aumentando rápidamente.

Sin embargo, a la fecha, existen varias maneras de aumentar la competitividad de una empresa, entre ellas están: Asegurar altos estándares de calidad de los productos; optimizar procesos internos para reducir costos y tiempo de producción; implementar nuevos sistemas que mejoren la toma de decisiones; para tomar acciones en base a estas opciones, primero se debe tomar en cuenta la implementación de nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia y precisión.

Adquirir herramientas modernas es un método eficaz para obtener mayores ingresos, además, actúa como un impulsor de la innovación al posibilitar que las empresas exploren nuevas oportunidades comerciales, adapten experiencias para los clientes y perfeccionen la toma de decisiones estratégicas.

La industria del plástico ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas y se ha convertido en una parte esencial de la economía global. Los plásticos derivados de polímeros sintéticos han revolucionado considerables sectores industriales y de consumo debido a sus propiedades versátiles, ligeras y duraderas. Este fenómeno ha provocado un aumento exponencial de la producción y el consumo de productos plásticos en todo el mundo.

Los polímeros fundamentales para esta industria incluyen el polietileno, polipropileno, PVC, poliestireno y PET; estos se mezclan con distintos aditivos para poder alcanzar los productos finales.

En el proceso de fabricación del plástico se utilizan diversas técnicas como la extrusión, inyección, soplado y termoformados; cada una está adaptada a la producción de una amplia variedad de productos, tales como botellas y piezas automotrices.

Para elaborar estos tipos de productos, es muy importante que una empresa cuente con todas las habilidades técnicas, debido a que es un proceso el cual debe llevarse a cabo con exactitud. Es por eso que se debe contar con las maquinarias adecuadas para cada una de las técnicas específicas mencionadas anteriormente, tales como: Maquina Extrusora, Maquina Inyectora, Maquina de moldeo por soplado, Maquina de termoformados, entre otras.

La empresa a estudiar cuenta con muy buena capacidad operativa para elaborar los productos. El problema radica en las máquinas que se usan para la producción; varias de ellas son arcaicas e incluso algunas ya están obsoletas totalmente. Debido a esto, hay mucha demora en la creación del producto. Por lo cual es inevitable la pérdida de tiempo innecesaria, que, si se analiza desde una perspectiva monetaria, dará como resultado pérdidas de ingresos de altas cantidades.

Las máquinas antiguas todavía se siguen manejando con perillas, y el operario debe estar pendiente a que la máquina no se detenga para evitar pérdidas de materia prima. La solución que se va a proponer es la implementación de una nueva máquina inyectora. Esta iniciativa no solo aborda eficazmente el problema de las rebabas, sino que también promete un aumento significativo en la productividad. La adopción de esta nueva tecnología permitirá acelerar el proceso de producción, posibilitando la fabricación de más productos en un lapso considerablemente menor.

El estudio de esta tesis se basará en el análisis detallado de las ventajas de colocar una máquina de moldeo por inyección moderna, teniendo en cuenta aspectos técnicos,

económicos y operativos. El objetivo general de este estudio es: Mejorar los procesos y aumento de la producción con la implementación de una nueva máquina inyectora de plásticos para la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA.

El trabajo comienza con un examen exhaustivo de los procesos de producción actuales de la empresa y la identificación de posibles cuellos de botella y oportunidades de mejora. La viabilidad económica de invertir en una máquina de moldeo por inyección de última generación se evalúa mediante un análisis costo-beneficio. Además, se examinan las características técnicas de los distintos modelos disponibles en el mercado, teniendo en cuenta la capacidad de producción, la versatilidad en la fabricación del producto y la eficiencia energética.

La implementación de la máquina de moldeo por inyección no se limita a la compra del equipo, sino que también se tienen en cuenta aspectos relacionados con la formación del personal, la integración a los sistemas de control de la empresa y la optimización de los procesos de trabajo. Se realiza un seguimiento continuo de los indicadores de desempeño para evaluar el impacto real de la nueva tecnología en los procesos productivos y, en definitiva, en la competitividad de la empresa en el mercado.

La máquina inyectora HAITIAN MA 3200 a menudo destacan por su eficiencia energética, precisión de inyección y capacidades de control avanzadas. Además, estas máquinas suelen utilizar tecnología moderna para mejorar la productividad y mejorar la calidad del producto final.

En la actualidad, ciertas empresas le dan mayor importancia a la mejora de producción en lugar de darle más interés a la mejora de maquinarias, el estudio fue implementado basándose a la experiencia, de cada uno de los mecánicos y operadores con la ayuda de documentos internos a partir de la producción anual y mensual de la

empresa. Se realizó una observación de como la maquina ha tenido varios desperfectos mecánicos, debido a este problema la empresa ha optado por realizar el plan de mejora para reducir gastos en repuestos e incremento en la producción.

El análisis se inició mediante la evaluación de la situación financiera actual de la empresa. Este enfoque nos permite determinar si la compañía está en condiciones de adquirir una nueva máquina inyectora. La finalidad de esta evaluación es asegurar que la inversión no solo sea viable, sino también que pueda recuperarse en un periodo de tiempo beneficioso.

La adquisición de la nueva máquina inyectora no solo se percibe como una inversión aislada, sino como un catalizador para el crecimiento sostenible de la empresa. La mejora en la capacidad productiva y la eficiencia operativa que ofrece esta nueva adquisición se traducirán en beneficios significativos. Este aumento en la capacidad productiva permitirá abordar con éxito proyectos futuros, brindando a la empresa la posibilidad de gestionar un volumen más alto de producción y mejorar la velocidad en la entrega de cada pedido.

Este proyecto técnico se divide en 4 capítulos, los cuales se detallan a continuación:

En el Capítulo 1 se describe los antecedentes, aquí se da explicación a el problema que se ha analizado y el escenario en el que se desarrolla. La significancia y amplitud de la situación se revelan a través de datos estadísticos y evaluaciones previas dentro de la empresa estudiada. Dentro de la importancia y alcances del problema, encuentra respaldo en documentos oficiales e institucionales que resaltan la urgencia de abordar la situación. Estas referencias aportan credibilidad y respaldo a la relevancia del problema, fortaleciendo la base argumentativa del trabajo.

Además, se encuentra el objetivo general y los objetivos específicos detallados a los cuales se les encontrará una conclusión para cada uno, dando así una resolución detallada y más entendible.

En el Capítulo 2 se detalla más a fondo el problema con información más reciente, adjuntando referencias bibliográficas dando a si lugar de donde se ha citado la información referente al problema de forma breve.

En el capítulo 3 se presenta el tipo de investigación que se empleará para llevar a cabo el estudio, detallando la información correspondiente a la empresa y los tiempos de producción en la elaboración de un producto. Se incluye la visualización del organigrama correspondiente al área específica que está siendo objeto de estudio.

Por último, en el capítulo 4 se presentan los resultados de la investigación, desde las comparaciones de las máquinas y la tabulación de la encuesta, hasta los resultados de cada una de las ecuaciones que se han planteado y de esa manera poder realizar las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

Capítulo I: Problema

1.1 Antecedentes

Uno de los sectores más vitales son las empresas del sector plástico, las cuales buscan la excelencia operativa, con el fin de solucionar la problemática con los equipos fuera de servicio. Un ejemplo claro sería la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA. Por la problemática de contar con un 30% de máquinas actualmente fuera de servicio.

Dicho inconveniente radica en que estas máquinas están descontinuadas o incluso carecen de representación comercial de repuestos y catálogos en el mercado para realizar el mantenimiento correspondiente, todo esto ha llevado a la empresa a considerar la adquisición de una nueva máquina, según el presupuesto proporcionado por el departamento financiero.

El propósito principal de este estudio es mejorar los procesos y aumentar la producción mediante la implementación de una nueva máquina inyectora para Plásticos Chempro CIA. LTDA. La reducción de los tiempos de reparación y reducción de tiempos de entrega permitirá a la empresa incrementar la productividad, agilizar sus operaciones, mejorar su competitividad y ofrecer productos de alta calidad, generando así la satisfacción del cliente. Además, se estima una reducción del 20% en el tiempo de horas-hombre.

A lo largo de la investigación, se identificó que la máquina a ser reemplazada presenta diversos problemas, tales como un alto consumo de energía, desperdicio de material, un alto takt-time, generación de ruido, y consecutivos desperfectos mecánicos, resultando en pérdidas continuas de horas-hombre.

Este problema persiste desde hace varios años, ya que el mantenimiento semestral actual, con un costo de \$6000, se ha vuelto económicamente elevado. Por esta razón, se propone la implementación de una nueva máquina, seleccionada en colaboración con el departamento financiero, que ofrezca una solución óptima a esta problemática y permita un aumento adicional del 30% en la producción para reducir los gastos actuales.

Para determinar la máquina idónea se realizó una búsqueda técnica en el mercado logrando obtener 3 diferentes equipos los cuales se evaluaron mediante los requerimientos necesarios para la empresa. Este instrumento proporciona una visión clara y detallada de los gastos asociados a una actividad, capacitando a las empresas para tomar decisiones fundamentadas, mejorar sus procesos y asegurar el uso eficiente de recursos para maximizar sus logros.

1.2 Importancia y Alcance

El problema se fundamenta en la importancia de abordar de manera urgente la situación crítica que enfrenta Plásticos Chempro CIA. LTDA. Con respecto a su maquinaria de producción. Esta sección se enfoca en destacar la relevancia y las implicaciones del problema identificado, así como en explicar por qué es necesario y beneficioso para la empresa tomar medidas para resolverlo.

La empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA. enfrenta actualmente una situación crítica relacionada con el funcionamiento de su maquinaria de producción. Se ha identificado que un número significativo de máquinas se encuentra fuera de servicio, lo que ha generado una serie de desafíos operativos y financieros para la empresa.

El problema principal radica en la obsolescencia y la falta de disponibilidad de repuestos para las máquinas existentes. Muchas de estas unidades están descontinuadas, lo que dificulta enormemente la realización de labores de mantenimiento preventivo y

correctivo. Además, algunas de las máquinas carecen de soporte técnico adecuado en el mercado, lo que agrava aún más la situación.

Este escenario ha provocado una serie de consecuencias negativas para Plásticos Chempro CIA. LTDA. En primer lugar, el tiempo de inactividad de las máquinas ha aumentado significativamente, lo que ha resultado en una reducción en la capacidad de producción y un incremento en los plazos de entrega de los productos. Esta situación ha generado insatisfacción entre los clientes y ha puesto en riesgo la reputación de la empresa en el mercado.

Además, el mantenimiento de equipos obsoletos ha generado costos operativos adicionales para la empresa. Los gastos asociados con la adquisición de repuestos en el mercado secundario y la contratación de servicios de técnicos especializados han aumentado considerablemente, lo que ha impactado negativamente en la rentabilidad y la competitividad de la empresa.

Otro aspecto importante a considerar es el impacto en la seguridad y la salud de los trabajadores. El funcionamiento de equipos obsoletos y mal mantenidos aumenta el riesgo de accidentes laborales y lesiones en el lugar de trabajo, lo que podría tener consecuencias legales y financieras significativas para la empresa.

Es fundamental reconocer que la maquinaria de producción es un activo crítico para cualquier empresa manufacturera, y su funcionamiento adecuado es fundamental para garantizar la eficiencia y la rentabilidad de las operaciones. En el caso de Plásticos Chempro CIA. LTDA., el deterioro y la obsolescencia de su maquinaria han generado una serie de desafíos operativos y financieros que están afectando negativamente su capacidad para competir en el mercado.

La empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA. se beneficiará directamente de este proyecto, ya que la implementación de una nueva máquina inyectora de plásticos permitirá mejorar sus procesos de producción y aumentar su capacidad productiva. Esto llevará a una mayor eficiencia operativa, reducción de costos y tiempos de entrega más cortos, lo que contribuirá a mejorar su competitividad en el mercado de la industria del plástico.

En resumen, la situación actual de Plásticos Chempro CIA. LTDA., presenta un problema crítico con respecto a su maquinaria la cual requiere una pronta y efectiva solución. La obsolescencia de las máquinas y la falta de disponibilidad de repuestos han generado una serie de desafíos operativos, financieros y de seguridad que deben ser abordados de manera urgente para garantizar la viabilidad y el éxito futuro de la empresa.

1.3 Delimitación

1.3.1 Delimitación geográfica

Plásticos Chempro CIA. LTDA., Se encuentra ubicada en Ecuador, provincia del Guayas, ciudad de Guayaquil km. 6 1/, Av. Juan Tanca Marengo

Figura 1: Ubicación Geográfica



Fuente: Google Satelital.

1.3.2 Delimitación temporal

Se establece una delimitación temporal clara para la ejecución del proyecto, con un periodo de 10 meses para su culminación. Este marco temporal proporciona un límite definido para la implementación de las actividades planificadas y la consecución de los objetivos establecidos. Asimismo, se enfatiza la base institucional en la que se fundamenta el proyecto, que se deriva de los conocimientos y competencias adquiridos a lo largo de la formación académica en Ingeniería Industrial.

1.3.3 Delimitación Institucional

El proyecto técnico se ha concebido a partir de los conocimientos fundamentales adquiridos a lo largo de la formación académica en Ingeniería Industrial, basándose en los pilares esenciales de la malla curricular de la carrera. Estos conocimientos, obtenidos durante los años de estudio, abarcan diversas áreas, entre las cuales destacan:

- **Probabilidad y Estadística**

Se han aplicado los principios de probabilidad y estadística para abordar aspectos cruciales del proyecto, asegurando un enfoque fundamentado en datos y análisis cuantitativo.

- **Investigación y Muestreo**

La habilidad para llevar a cabo investigaciones y aplicar técnicas de muestreo se ha incorporado en el desarrollo del proyecto, garantizando la obtención de datos representativos y significativos.

- **Estadística Inferencial y Diseño de Experimentos**

Los conceptos de estadística inferencial y diseño de experimentos se han integrado en la planificación y ejecución del proyecto, permitiendo inferencias valiosas y la optimización de los procesos involucrados.

- **Organización de Sistemas Productivos**

La comprensión profunda de la organización de sistemas productivos ha sido clave en la estructuración eficiente y efectiva del proyecto, asegurando una implementación acorde a las mejores prácticas industriales.

- **Ingeniería de la Producción**

Los principios de ingeniería de la producción han guiado la concepción y ejecución del proyecto, enfocándose en la mejora continua y la eficiencia operativa.

Estos aprendizajes no solo han sido tomados como referentes teóricos, sino que se han aplicado de manera práctica para garantizar la solidez y pertinencia del proyecto técnico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Mejorar los procesos y aumentar la producción con la implementación de una nueva máquina inyectora de plásticos para la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar una evaluación exhaustiva de las características técnicas y capacidades de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200 para determinar cómo se alinea con los requisitos específicos y objetivos de producción de la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA.
- Identificar los requisitos específicos de producción de la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA. en términos de capacidad, velocidad y calidad de producción que justifiquen la adquisición de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200.
- Realizar un análisis comparativo entre la adquisición de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200 y otras posibles soluciones o máquinas en términos de costos, riesgo ergonómico, eficiencia y retorno de inversión.

Capítulo II: Fundamentos Teóricos

2.1 Plástico

Según Portal Produktowy Grupy PCC (2020), los plásticos constituyen materiales conformados por compuestos orgánicos sintéticos o semisintéticos capaces de adoptar diversas formas mediante moldeo. En su mayoría, son polímeros orgánicos de elevado peso molecular que incorporan otras sustancias conocidas como aditivos, destinadas a modificar las propiedades tecnológicas y de rendimiento del material.

Los plásticos constituyen un amplio grupo de materiales versátiles aplicables en diversos aspectos de nuestra vida cotidiana. Gracias a sus propiedades, tienen la capacidad de reemplazar a numerosos materiales naturales como madera, piedra, cuero, vidrio, metal y cerámica. Además, su flexibilidad permite diseñar sus características y funciones de acuerdo con los requerimientos específicos de cada aplicación.

El proceso de moldeo del plástico se lo usa en varias compañías ya sean esta para la fabricación de piezas difíciles de moldear con otro material ya sea este metal o cualquier otro.

2.2 Plásticos más usados en la industria.

2.2.1 Tereftalato De Polietileno

Fue producido por primera vez en 1941 lo patentaron como un polímero por el cual con el hicieron fibras. Es un plástico con alta cristalinidad. Como todos los demás termo plástico, se puede procesar por varios tipos de moldeo como:

-Extrusión

-inyección

-soplado

-Termo formado

El PET figura entre los plásticos más producidos globalmente, siendo reconocido por su seguridad en el contacto con alimentos y bebidas. Destaca por su eficaz capacidad para evitar la penetración de oxígeno en los envases, preservando la calidad de los alimentos. Este plástico, altamente reciclable, se distingue por ser asequible, resistente y exhibir una excelente relación resistencia-peso. Su aplicación abarca desde envases alimentarios hasta la fabricación de botellas de plástico y fibras de poliéster presentes en la confección de prendas. Asimismo, se emplea en diversos ámbitos industriales, incluyendo la producción de fibra de vidrio y nanotubos de carbono. Infinitia Industrial Consulting (2021)

2.2.2 Polivinilo

El PVC, un polímero versátil, exhibe propiedades tanto rígidas como flexibles y destaca por su capacidad de mezcla con otros materiales. Un ejemplo de ello es la lámina de PVC expandido, un material espumado de cloruro de polivinilo perfecto para aplicaciones como quioscos, expositores de tiendas y presentadores. Por otro lado, el PVC en su forma rígida se emplea comúnmente en la construcción para elementos como puertas, ventanas, pisos y revestimientos. La adición de plastificantes como los ftalatos da lugar a variantes más suaves y flexibles de PVC, utilizadas en productos como plomería, aislamiento de cables eléctricos, indumentaria, tuberías médicas y otros artículos similares.

El PVC, por sus características, se presenta como un material robusto y rígido con propiedades destacadas de aislamiento eléctrico. Este polímero versátil puede ser manufacturado en diversas formas, tales como láminas, tubos y perfiles, tanto flexibles como rígidos, otorgándole una idoneidad innegable para una amplia variedad de aplicaciones. Infinitia Industrial Consulting (2021)

2.2.3 Polipropileno

El polipropileno, un tipo de polímero termoplástico, es ampliamente empleado en la fabricación de diversos productos gracias a su asequibilidad, robustez y versatilidad. Su aplicación abarca desde la producción de envases y botellas hasta la fabricación de componentes automotrices y dispositivos médicos.

Este material presenta una notoria resistencia a la humedad, productos químicos y variaciones de temperatura, lo que lo convierte en una elección idónea para entornos desafiantes. Además, su carácter reciclable permite su reutilización en la creación de nuevos productos.

*Punto de fusión: El polipropileno experimenta su punto de fusión en un intervalo específico. Para el homopolímero, este rango se sitúa entre los 160 y 165 °C, mientras que para el copolímero abarca de 135 a 159 °C.

*Densidad: Dentro de los plásticos de uso común, el polipropileno destaca por ser uno de los más livianos. Esta propiedad lo convierte en una elección adecuada para aplicaciones que requieren bajo peso. La densidad del homopolímero se sitúa entre 0,904 y 0,908 g/cm³, la del copolímero aleatorio oscila en el mismo rango, y la del copolímero de impacto varía entre 0,898 y 0,900 g/cm³.

*Resistencia química: Exhibe una excelente resistencia a ácidos, alcoholes y bases diluidos y concentrados. Presenta una buena resistencia a aldehídos, ésteres, hidrocarburos alifáticos y cetonas. Sin embargo, su resistencia se ve limitada frente a hidrocarburos aromáticos y halogenados, así como ante agentes oxidantes.

*Inflamabilidad: Se destaca que el polipropileno es un material altamente inflamable. Muñoz (2023)

2.2.4 Poliestireno

El poliestireno, un plástico versátil, se emplea en la manufactura de diversos productos de consumo. Su producción implica la polimerización del estireno, un elemento químico elemental ampliamente utilizado en la creación de numerosos artículos.

Mediante la combinación con diversos tintes, aditivos o plásticos adicionales, el poliestireno se convierte en el material de elección para la fabricación de una amplia gama de productos, que incluyen electrodomésticos, dispositivos electrónicos, piezas automotrices, juguetes, macetas y herramientas de jardinería. Su naturaleza plástica rígida y densa lo hace especialmente adecuado para aplicaciones que demandan transparencia, como equipos de laboratorio y envases de alimentos. Chemical Safety Facts (2022)

2.3 Gestión de Procesos Productivos

De acuerdo con Álvarez (2021). La gestión de la producción en una empresa es el aspecto más importante para asegurar la eficiencia, calidad y rentabilidad de la producción de productos o servicios, se fundamenta en la planificación de los recursos, destacando la importancia del capital humano al informar detalladamente a nuestros operarios acerca de todos los aspectos relacionados con los procesos de fabricación. Esto permite la transformación de los insumos en productos terminados. Además, se emplean sistemas de información que detallan cada materia prima, optimizando su uso mediante las tecnologías disponibles en el mercado actual. Se han desarrollado softwares específicos para este tipo de servicios, los cuales facilitan la implementación de herramientas automatizadas destinadas al control de inventario, con el propósito de evitar tanto la escasez como el exceso de materia prima. Estas soluciones son cada vez más eficaces y accesibles, contribuyendo a una gestión de la producción más eficiente. La gestión de producción abarca una serie de actividades fundamentales para la manufactura eficiente de bienes o la oferta de servicios en una organización. Inicialmente,

se dedica a la planificación, que implica la programación y anticipación de la demanda futura, estableciendo un cronograma para la producción. Asimismo, se encarga de diseñar el proceso de producción, eligiendo las tecnologías adecuadas y configurando el diseño para optimizar la eficiencia. En su esencia, la gestión de producción persigue la optimización de recursos, la mejora continua y la coordinación efectiva de procesos, asegurando que la empresa pueda satisfacer la demanda del mercado de manera eficiente, al mismo tiempo que mantiene estándares de calidad elevados y minimiza costos. La adopción de prácticas modernas y tecnologías innovadoras, puede respaldar a las empresas en su capacidad para permanecer competitivas dentro de un entorno empresarial dinámico y en evolución constante.

Según Álvarez (2021) La gestión de insumos comprende desde la adquisición de materias primas hasta el control de inventarios, asegurando un suministro constante y eficiente. Durante la fase de transformación y producción, se aplican operaciones de fabricación y se implementa control de calidad para asegurar que los productos cumplan con estándares previamente establecidos. La introducción de tecnologías y la automatización desempeñan un papel crucial, mejorando la eficiencia y precisión a través de maquinaria especializada y sistemas automatizados de control.

La gestión de la calidad se vuelve esencial, estableciendo procedimientos y llevando a cabo inspecciones y pruebas regulares para verificar el cumplimiento de estándares. La sostenibilidad también se aborda mediante la gestión de residuos y prácticas ambientales que buscan reducir el impacto ecológico de la producción, incorporando estrategias de reciclaje y reutilización. La mejora continua, que implica la identificación de cuellos de botella y la aplicación de filosofías como Kaizen y Lean Manufacturing, impulsa la eficiencia y reduce desperdicios en el proceso.

La capacitación del personal se vuelve esencial para adaptarse a cambios en los procesos y garantizar la seguridad laboral. La formación continua y la atención a la seguridad contribuyen al desarrollo de habilidades y al bienestar de los empleados. En resumen, los procesos productivos constituyen una serie interconectada de actividades críticas que, cuando se gestionan de manera eficiente, impulsan la competitividad y el éxito sostenible de una empresa en el mercado actual. La atención a la tecnología, la calidad, la sostenibilidad y el desarrollo del personal son factores esenciales para mantener una producción efectiva y eficiente.

2.4 Tipos de Máquinas en el Sector Plástico

En la industria del plástico, se utilizan diversas máquinas para llevar a cabo diferentes procesos. Algunos de los tipos de máquinas más comunes incluyen:

2.4.1 Extrusoras

Una extrusora de plástico desempeña la función de extruir polímeros plásticos mediante la aplicación de presión y calor a un material plástico en estado sólido. Durante el proceso de extrusión, el material plástico se introduce en un extremo de la máquina, donde se expone a temperaturas elevadas y presión. Esto provoca su fusión y la salida por el otro extremo de la extrusora, tomando la forma deseada. Este equipo es esencial en la industria del plástico, ya que se emplea para la fabricación de una amplia gama de productos, que incluyen placas, tuberías, perfiles y películas.

Las extrusoras de plástico operan al introducir material plástico a través de una tolva en uno de sus extremos. Este material se desplaza a lo largo de un tornillo sin fin situado dentro del cilindro extrusor, sometido a condiciones controladas de temperatura y presión.

El tornillo ejecuta movimientos alternos en el cilindro, logrando la fusión del material y su impulso a través de una boquilla que define la forma final del producto. A medida que el material se enfría, se solidifica, adquiriendo su forma definitiva. Es esencial que el material plástico empleado concuerde con el diseño y la capacidad específica del extrusor para asegurar el éxito del proceso productivo.

Materiales que se Pueden Usar en una Extrusora

Una extrusora es apta para poder procesar una cantidad amplia de materiales plásticos, los más comunes son los termoplásticos. Se puede llegar a usar material reciclados así también como compuestos de plásticos.

Entre los termoplásticos antes mencionados tenemos:

- **PVC:** El PVC ofrece una amplia variedad de opciones en cuanto a colores, flexibilidad y rigidez, requiriendo aditivos para mejorar su estabilidad. Destacándose por su durabilidad, este material presenta propiedades aislantes tanto en entornos químicos como eléctricos, y demuestra una notable resistencia al fuego.
- **ABS:** Económico, duradero y altamente confiable, el ABS encuentra aplicaciones extensas en la industria de mejoras para el hogar, así como en la fabricación de juguetes infantiles y en procesos de impresión 3D.
- **POLIETILENO:** clasificado como una resina termoplástica, el polietileno está disponible en diversas densidades (alta, media y baja). Este versátil material se emplea en la fabricación de una variedad de productos, desde paneles hasta cables eléctricos, destacándose por su resistencia duradera.
- **POLIPROPILENO:** La resistencia del polipropileno, su capacidad para soportar la fatiga y su resistencia a los disolventes orgánicos lo convierten en un material

altamente útil en el ámbito de la ingeniería mecánica, especialmente para la fabricación de cuerdas.

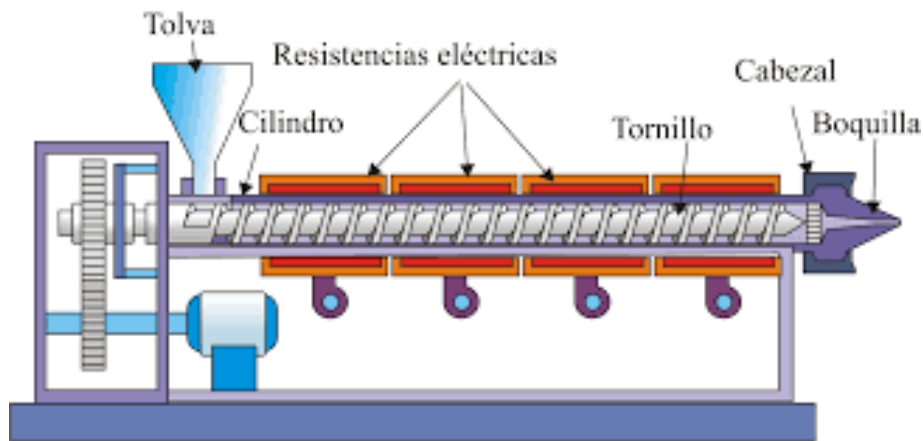
- **ELASTOMEROS TERMOPLASTICOS:** Los elastómeros termoplásticos, de fácil fabricación y sin necesidad de aditivos, son apreciados principalmente por su estabilidad, propiedades termoestables y su capacidad para adaptarse fácilmente a diversos procesos.
- **POLIURETANO:** Valorados por sus propiedades de resistencia y aislamiento acústico, estos polímeros exhiben una excelente capacidad de resistencia al impacto y a la abrasión, convirtiéndolos en materiales de gran utilidad en la industria del petróleo y el gas.

Las extrusoras cuentan con una alta cantidad de beneficios lo cual la hacen muy indispensable en la industria del plástico, es importante tener en cuenta que estas ventajas las resaltan aún más a la hora de la creación de productos plásticos para su uso diario.

Plástico (2023)

Entre las ventajas tenemos:

- Eficiencia y productividad elevadas en la manufactura de artículos plásticos.
- Versatilidad en términos de los diversos materiales plásticos susceptibles de ser procesados.
- Capacidad para producir artículos con dimensiones y formas adaptadas a requisitos personalizados.
- Automatización y control preciso de la fase de extrusión del proceso.
- Minimización de desechos, al fabricar productos conforme a necesidades particulares.

Figura 2: Partes de una Extrusora

Fuente: Beltran, M.; Marcilla, A., 2012

2.4.2 Moldeo por Soplado

El moldeo por soplado es un método de fabricación empleado para crear recipientes huecos y simétricos, como botellas, envases y tambores, a partir de materiales termoplásticos. En este proceso, se introduce aire a presión en un tubo de plástico caliente colocado en un molde, otorgándole la forma deseada. Una vez enfriado, el material se endurece y puede ser desmoldado. Este proceso resulta ser versátil y económico, especialmente apto para la producción en grandes volúmenes.

En primer lugar, el material plástico se funde en una extrusora, transformándose en un tubo líquido. Posteriormente, este tubo fundido se traslada a un molde, donde se le da la configuración deseada. Finalmente, se emplea aire comprimido para expandir el tubo líquido, confiriendo al producto su forma definitiva.

Materiales que se Pueden Usar en un Moldeo por Soplado

Los materiales frecuentemente utilizados constan con diferentes propiedades y beneficios, ya que se puede notar su resistencia a la tracción y su resistencia a la

temperatura. También se puede distinguir su relevante resistencia a la mayoría de químicos lo que los hace adecuados para diferentes aplicaciones. Entre ellos tenemos:

- **POLIETILENO:** Destacando por su accesibilidad económica y facilidad de moldeo, este polímero se sitúa entre los plásticos más ampliamente empleados. Su versatilidad se manifiesta en diversas aplicaciones, siendo comúnmente utilizado en la creación de envases y botellas.
- **POLIPROPILENO:** Reconocido por su resistencia, durabilidad y peso ligero, este material constituye otro pilar esencial en el moldeo por soplado. Su aplicación abarca desde embalajes hasta piezas automotrices y juguetes.
- **POLICARBONATO:** Un material robusto y resistente a los impactos, este polímero encuentra su lugar en aplicaciones que demandan alta resistencia y transparencia, como gafas de seguridad y pantallas de computadora.
- **ABS:** Caracterizado por su excepcional resistencia al impacto y la abrasión, este plástico se emplea en la manufactura de repuestos para vehículos, juguetes y diversos productos de consumo.
- **NYLON (PA):** Con atributos de resistencia, durabilidad y ligereza, este plástico se integra en aplicaciones que requieren elevada resistencia mecánica, como piezas y componentes de maquinaria.

En el procedimiento de moldeo por soplado, es esencial considerar diversos factores, tales como la temperatura de la preforma, la presión de soplado, la velocidad del soplado, la relación de inflación y la temperatura del molde de soplado.

Temperatura de la Preforma

Cuando la temperatura de la preforma se eleva, su resistencia disminuye, lo que conlleva a la susceptibilidad del producto a la inflación y deformación. No obstante,

garantizar la uniformidad del espesor de pared, especialmente a lo largo de la preforma, se convierte en un desafío. Además, el aumento de la temperatura prolonga el tiempo de enfriamiento del material inflado, reduciendo la eficiencia de producción de la máquina de moldeo por soplado.

Por otro lado, reducir la temperatura del molde inicial asegura la resistencia adecuada del molde, aunque dificulta el proceso de moldeo por soplado. Una temperatura de preforma demasiado baja puede resultar en una disminución de la longitud del tubo del embrión y un aumento del espesor de la pared. Esto puede generar tensiones residuales significativas en el producto, lo que se traduce en una reducción de su resistencia, superficies rugosas y una marcada disminución en la calidad estética.

Presión y Velocidad de Soplado

Una vez que el molde sujeta la preforma, se procede a inyectar aire comprimido, desempeñando este último tres funciones esenciales:

- La presión generada por el aire comprimido provoca la expansión de la preforma tubular de goma, llevándola a ajustarse a la pared interior de la cavidad del modelo de inflado.
- Se aplica presión sobre la preforma inflada para lograr un producto con la forma correcta y una superficie que presente texto e imágenes claros.
- Contribuye al proceso de enfriamiento del producto.

La presión ejercida por el aire comprimido se conoce como presión de soplado. Es importante tener en cuenta las diferencias en las propiedades físicas de diversas materias primas, como la flexibilidad molecular, resistencia a la fusión y elasticidad de la preforma.

Relación de Inflación

El rendimiento del producto se ve directamente afectado por el índice de inflación, influenciando aspectos tales como la consistencia del espesor de la pared, la estabilidad dimensional, la fuerza de unión, la apariencia superficial y la eficiencia de la producción.

Cuando la tasa de inflación es elevada, la presión de inflación aumenta, lo que provoca una mayor expansión del material inflado. Este fenómeno puede resultar en una disminución de la fuerza de unión del producto y una reducción en la uniformidad del espesor de la pared. Además, la superficie del producto puede volverse más áspera, afectando su aspecto.

En contraste, cuando la tasa de inflación es baja implica menores presiones de inflado, resultando en una forma más estable del producto. Sin embargo, esto puede llevar a paredes más gruesas y a una menor eficiencia de producción.

Encontrar un equilibrio adecuado entre la tasa de inflación y la calidad del producto es crucial, considerando factores como la geometría del producto, las propiedades del material y el espesor de la pared.

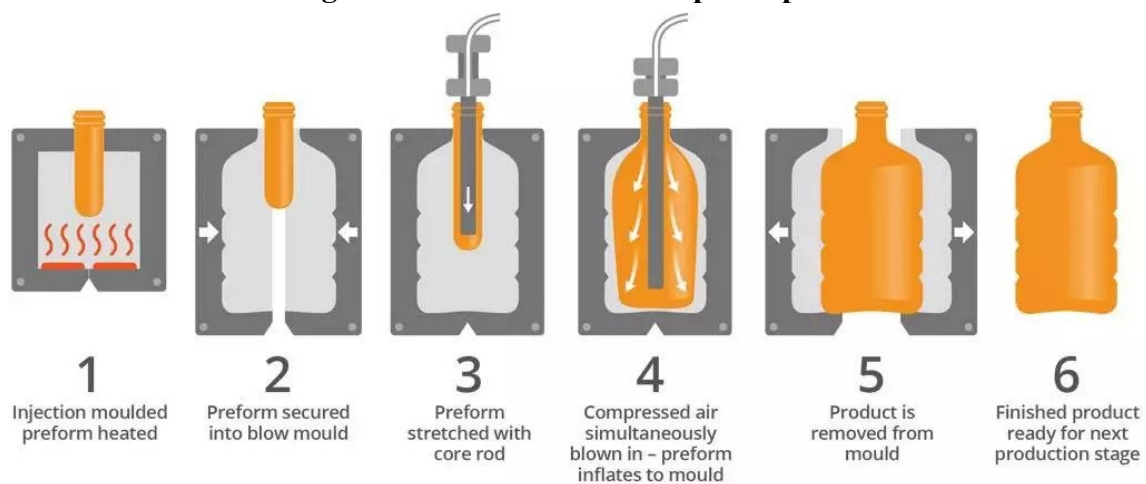
Temperatura del Molde de Soplado

Mantener una temperatura óptima en el molde contribuye a mejorar la estabilidad dimensional del producto, disminuir la deformación y elevar la calidad de la apariencia superficial. Cuando la temperatura del molde es excesivamente elevada, el material inflado se enfría de manera acelerada, potencialmente generando una superficie áspera en el producto. Al mismo tiempo, el breve periodo de enfriamiento puede disminuir tanto la resistencia del producto como la eficiencia de producción.

Contrariamente, si la temperatura del molde es demasiado baja, el tiempo de enfriamiento del material inflado se prolonga excesivamente, lo cual puede resultar en

una reducción de la eficiencia de producción. Además, este escenario podría ocasionar deformaciones y una superficie rugosa en el producto. Para obtener resultados óptimos en el proceso de moldeo por soplado, es esencial supervisar con atención estos factores y ajustarlos según sea necesario, buscando el equilibrio adecuado entre la calidad del producto y la eficiencia de producción. Muñoz (2023)

Figura 3: Proceso de Moldeo por Soplado



Fuente: Xometry Europe, 2023

2.4.3 Máquinas de Termoformado

La máquina de termoformado destaca por su capacidad para utilizar materiales reciclados, así como por ser de fácil y práctico mantenimiento. Entre los materiales más comúnmente empleados en este tipo de maquinaria se encuentran el PVC, el polipropileno, el polietileno, entre otros.

En el proceso de termoformado se ven involucradas las siguientes etapas fundamentales:

- Calentar láminas de material polimérico hasta conseguir la temperatura de proceso.
- Deformación de la lámina hacia la superficie del molde, para una menor temperatura y forma deseada.

- Se retira la lámina de la zona deformada, y se retira el material sobrante, para obtener la pieza final cuando la hoja esté lo suficientemente fría como para conservar la forma del molde.
- El termoformado requiere que la lámina de material polimérico sea suficientemente flexible para ser moldeado, pero al mismo tiempo debe tener suficiente estabilidad para mantener la forma deseada. Es por eso que la temperatura a la que se realiza el proceso de formado es de gran importancia, esta temperatura oscila entre 120°C – 380°C. Perez & Chavarro (2015)

Para determinar qué tipos de materiales son los más adecuados para nuestra máquina termoformadora, tuvimos en cuenta lo siguiente:

- Espesor de lamina
- Tipo de plástico
- Desperdicio de material
- Tiempo

Según Perez & Chavarro (2015). El termoformado es un proceso que utiliza una lámina plana de material termoplástico para darle la forma deseada. El procedimiento es ampliamente utilizado en envasar productos de consumo para producir artículos de gran tamaño, como bañeras, grandes cúpulas para tragaluces y paneles interiores para refrigeradores. El termoformado consta de dos pasos principales: calentar y formar.

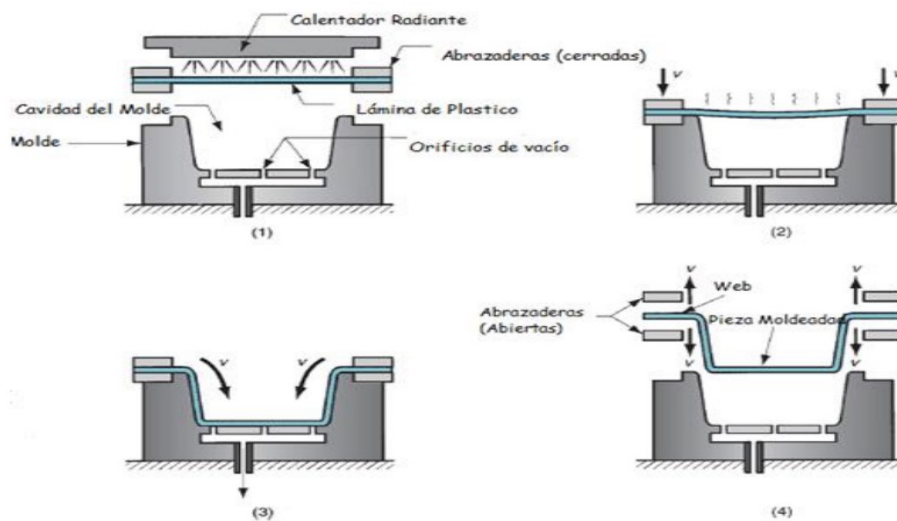
Los métodos de formado poseen tres categorías:

- Termoformado al vacío
- Termoformado a presión
- Termoformado mecánico

Termoformado al Vacío

La técnica más antigua se refiere al proceso de termoformado al vacío, inicialmente conocido simplemente como formado al vacío en sus inicios en la década de 1950. En este método, se emplea presión negativa para adherir la lámina precalentada dentro de la cavidad del molde. El proceso fundamental se ilustra de manera simplificada en el gráfico adjunto. Los orificios destinados a crear el vacío en el molde tienen un diámetro aproximado de 0.8 mm, minimizando así su impacto en la superficie del material plástico.

Figura 4: Termoformado al Vacío



Fuente: Martínez, L. & Moya, F, 2015

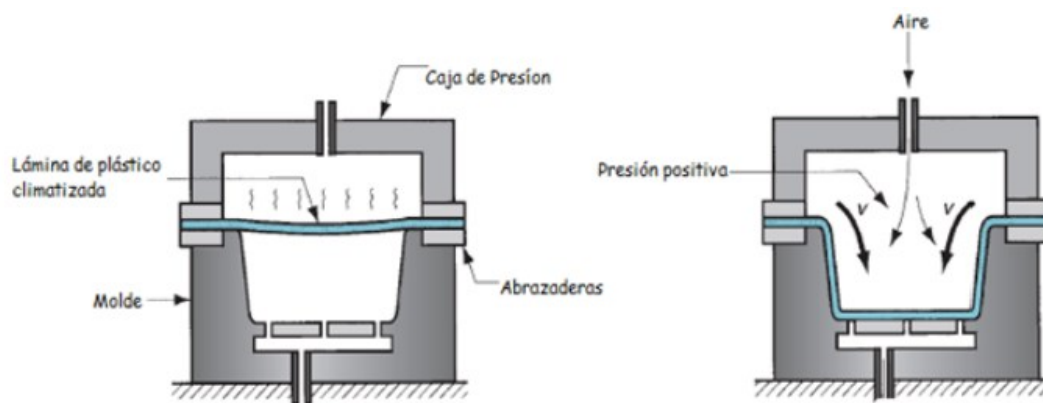
Termoformado a Presión

Una alternativa al proceso de formado al vacío implica la utilización de presión positiva para dirigir el plástico caliente hacia la cavidad del molde. Este método, conocido como termoformado a presión o formado por soplado, presenta una ventaja respecto al formado al vacío, ya que permite el desarrollo de presiones más elevadas. En el método tradicional, la presión está limitada a un máximo teórico de una atmósfera, mientras que

con el termoformado a presión, las presiones de formado comunes oscilan entre tres y cuatro atmósferas.

La secuencia del proceso es similar a la mencionada anteriormente, con la distinción de que la lámina se presiona desde la parte superior hacia la cavidad del molde. Los orificios de ventilación en el molde permiten la liberación del aire atrapado durante este proceso.

Figura 5: Termoformado a Presión

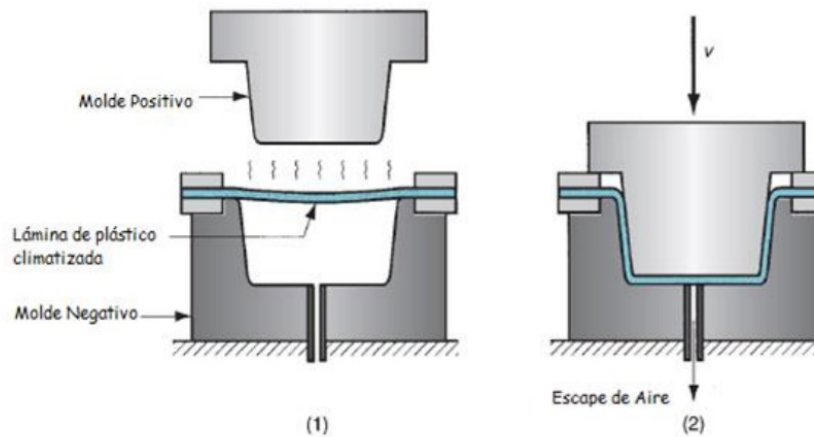


Fuente: Martínez, L. & Moya, F, 2015

Termoformado Mecánico

El tercer método, conocido como termoformado mecánico, implica el uso de un par de moldes, uno positivo y otro negativo, que se aplican sobre la lámina o lámina de plástico caliente, obligándola a adoptar su forma final. En este proceso de formado mecánico puro, no se utiliza ni vacío ni presión de aire. Sus beneficios incluyen un control dimensional más preciso y la capacidad de detallar la superficie en ambas caras de la pieza. No obstante, la principal desventaja radica en la necesidad de utilizar ambas mitades del molde, lo que resulta en un costo superior en comparación con los moldes empleados en los otros dos métodos. Perez & Chavarro (2015)

Figura 6: Termoformado a Presión



Fuente: Martínez, L. & Moya, F, 2015

2.4.4 Máquina de Moldeo por Compresión

De acuerdo con Beltrán & Arcilla, (2015), la técnica de moldeo por compresión se emplea predominantemente en la formación de materiales termoestables y, ocasionalmente, en la manipulación de termoplásticos. Los materiales termoestables, previamente abordados en secciones anteriores, se caracterizan por su estructura altamente entrecruzada. En su procesamiento, se inicia con mezclas de precursores, denominados termo endurecibles, que incluyen una variedad de aditivos como cargas, lubricantes, pigmentos, catalizadores, entre otros. Estos materiales se presentan inicialmente en forma de polvo o gránulos, y en algunos casos, en estado líquido.

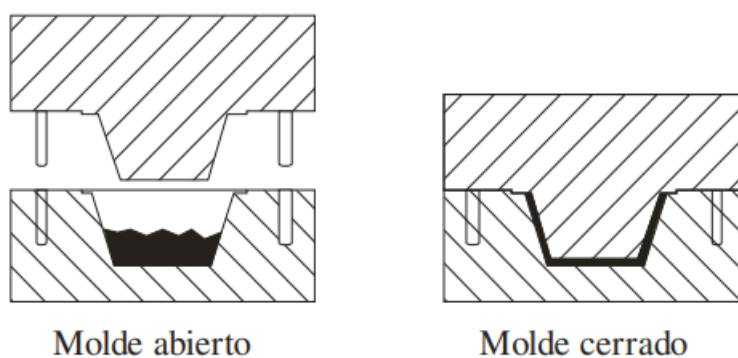
Al someter los materiales termo endurecibles a calor y presión, experimentan inicialmente una disminución en su viscosidad hasta alcanzar el estado líquido, seguido por una reacción química irreversible, como la polimerización o el curado. Beltran & Arcilla (2015)

El ciclo que se lleva a cabo en el moldeo por compresión es el que se detalla a continuación:

- Apertura del molde
- Extracción de la pieza moldeada anteriormente
- Preparación del molde, que implica la limpieza y lubricación, así como la colocación de posibles inserciones metálicas y del compuesto de moldeo.
- Sellado del molde caliente y aplicación de presión
- Apertura del molde para permitir la liberación de humedad y sustancias volátiles, permitiéndole "respirar".
- Ejercer toda la presión al molde caliente y conservarla durante el tiempo requerido hasta que el material se haya curado por completo.
- Extracción de la pieza finalizada

Este ciclo no es demasiado extenso, pero es crucial prestar atención a cada paso para evitar errores o daños en piezas. De esta manera se podrá lograr una producción precisa y sin fallos. A continuación, se presenta una imagen de un molde:

Figura 7: Molde por Compresión



Fuente: (Beltran & Arcilla, 2015)

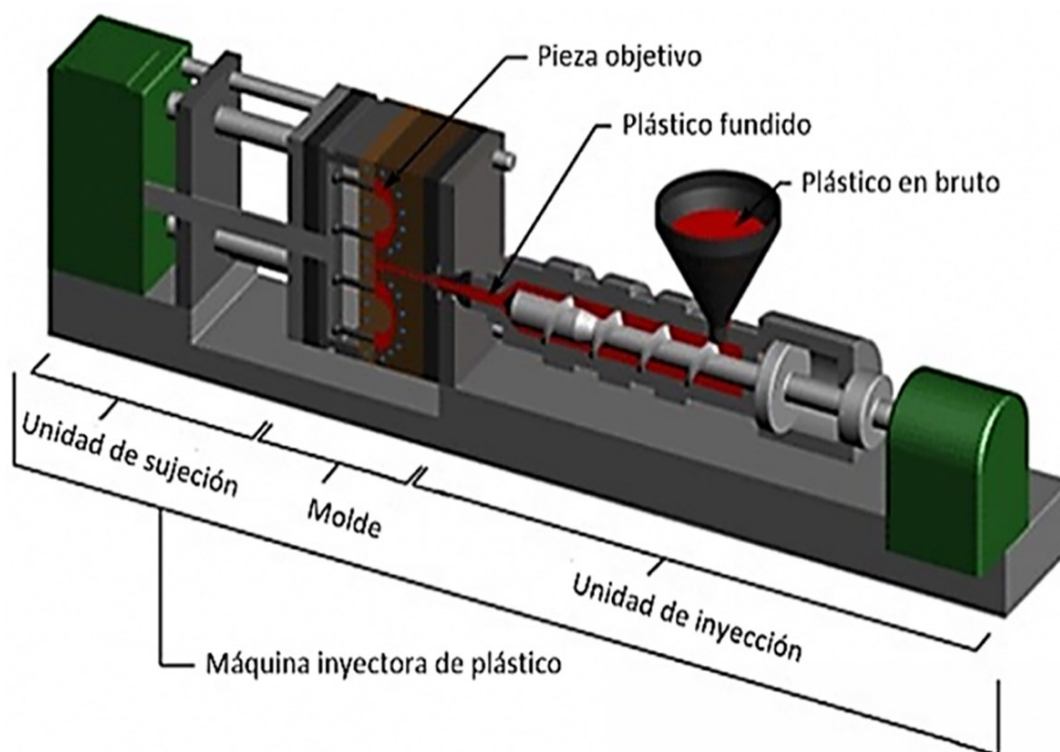
2.4.5 Máquina de inyección de plásticos.

Uno de los hitos más revolucionarios en la industria del plástico ha sido la evolución del proceso de moldeo por inyección. Esta tecnología, que ha experimentado significativos avances en las últimas décadas, posibilita la fabricación en masa de piezas plásticas con alta precisión y eficiencia.

La reciente incorporación de tecnologías como la automatización y la impresión 3D ha elevado aún más sus capacidades, augurando transformaciones significativas en el panorama manufacturero en los años venideros. La inyección se realiza mediante un tornillo de pistón (o simplemente un eje), pero no fue patentado por primera vez en 1956.

En 1872, John Wesley Hyatt, en colaboración con su hermano Isaiah, introdujo la primera máquina de moldeo por inyección con el propósito de simplificar la fabricación de piezas de billar, las cuales anteriormente se elaboraban con materiales como el marfil. No obstante, no fue hasta la década de 1940, tras el fin de la Segunda Guerra Mundial, cuando esta tecnología experimentó un verdadero impulso. En respuesta a la creciente demanda de productos plásticos, las industrias requerían un método más eficiente y escalable que los procesos tradicionales. El moldeo por inyección surgió como la solución, permitiendo la producción rápida de piezas complejas y de alta calidad. Para los ingenieros y profesionales del campo, la comprensión del moldeo por inyección no solo representa un desafío técnico, sino también una ventaja estratégica. A medida que la tecnología avanza y las exigencias del mercado evolucionan, aquellos que dominen este proceso se encontrarán en una posición más sólida para liderar el futuro de la fabricación y adaptarse con éxito a las innovaciones que aún están por surgir. Castro (2023).

Figura 8: Partes de una Máquina Inyectora



Fuente: Jurado, J. & Aguilera, E.; 2020

En las máquinas inyectoras el moldeo por inyección es un proceso con un orden determinado que se basa en: Introducir el polímero, luego este polímero se funde, luego este se inyecta a presión en un molde cerrado, pasa un tiempo establecido y el material se endurece, por último, se apertura el molde y se retira el producto de la cavidad ya moldeado. En palabras concisas, es una máquina que funde plástico y lo inserta en un molde para darle una forma específica. Ortiz (2023)

Las distintas piezas que se pueden crear en una máquina inyectora deben estar acorde al tonelaje de la máquina, para un tonelaje específico de máquina, los fabricantes generalmente ofrecen dos opciones de unidades de inyección. Ambas unidades presentan tres conjuntos distintos de husillo y cilindro. A fin de seleccionar el ensamblaje adecuado, el tamaño de la inyección debe calcularse como un porcentaje de la capacidad total de

inyección, ubicándose entre el 25% y el 65%, con el objetivo de garantizar la producción de piezas de alta calidad. Muñoz (2023)

De acuerdo con TRIANA (2020) la inyección de plástico para fabricar elementos en este material es un proceso que no modifica las características del plástico. Únicamente cambia el estado en el que el material se presenta, de sólido a líquido. Y cuando finaliza el proceso a la inversa, ya que es una fase reversible y física.

La máquina encargada del proceso de inyección de plástico consta de varias componentes esenciales:

- **Unidad de Inyección:** En esta sección, el plástico se calienta y luego se inyecta en estado líquido.
- **Unidad de Cierre:** Esta unidad tiene la responsabilidad de contener el molde, abrirlo y cerrarlo. Además, cuenta con un mecanismo para expulsar las piezas manufacturadas.
- **Unidad de Control:** Este sistema permite la configuración de parámetros cruciales para llevar a cabo los procedimientos mencionados. Estos parámetros incluyen temperatura, tiempo, presión y velocidad, todos los cuales son variables que se pueden ajustar. Algunos modelos de inyectoros incluso permiten la extracción de datos y estadísticas relacionadas con estos factores.

2.5 Tipos de Máquinas Inyectoras de Plásticos

2.5.1 Hidráulicas

El inyector hidráulico está compuesto principalmente por un sistema de inyección y un sistema de cierre, y generalmente se utiliza en industrias que utilizan máquinas de gran tonelaje, aunque también tiene más flexibilidad que un trabajo complejo debido a su complejo principio de funcionamiento.

Tiene una capacidad de hasta 1000 toneladas gracias al funcionamiento de cilindros hidráulicos, que pueden ajustar mecánicamente la posición de la estructura en construcción aumentando la fuerza con alta presión para cerrar el producto.

Los inyectores hidráulicos son uno de los equipos más sofisticados de la industria, ya que utilizan la última tecnología, y debido a sus características técnicas específicas, tiene varias ventajas y es completamente confiable en términos de funcionalidad práctica, por lo tanto, alto rendimiento.

Entre sus características destacadas se encuentran dimensiones de placa considerablemente amplias que, a la par, optimizan el espacio disponible. Además, destaca por su elevada precisión y una notable flexibilidad que la hace idónea para diversas aplicaciones. Asimismo, maximiza la eficiencia energética al adaptarse a la eficacia del sistema, posicionándose como uno de los más eficientes del mercado.

Aeromaquinados (2019)

Beneficios

- Bajo costo lo cual es más económica
- Son un poco más pequeñas lo cual ahorran espacio.
- Mecanismo ágil al momento de manejarlas
- Son muy precisas a la hora de operar

Figura 9: Máquina Inyectora Hidráulica



Fuente: Tecnología del plástico, 2023

2.5.2 Eléctricas

Una máquina de inyección de plástico totalmente eléctrica es completamente beneficiosa en términos de ahorro de energía, porque además de ser una máquina que reduce el consumo de energía, también reduce el tiempo de ciclo, lo que no se aplica a los estándares de precisión y la repetibilidad de los componentes según los problemas de los componentes. En este caso, los ejes con accionamiento eléctrico funcionan de forma independiente entre sí, ya que, al tener accionamiento, cada eje puede realizar diferentes

movimientos al mismo tiempo, por lo que se acorta el tiempo de ciclo. Además, también permite que la máquina tenga alta precisión, alta potencia, y es muy adecuada para la producción de moldes de inyección de plástico, y tiene poco ruido, lo cual es muy adecuado para moldes.

Es ideal si necesita una máquina de aplicación rápida, ya que tiene grandes ventajas sobre las máquinas de inyección hidráulicas, ya que puede producir piezas de pared delgada con alta resistencia y resultados atractivos y estéticamente agradables. Aeromaquinados (2019)

Beneficios

- Es más silenciosa
- El mantenimiento o limpieza de la maquina es más fácil.
- Bajo ruido y mayor ayuda al operario.
- El tanque de aceite lo tiene abajo por el cual el derrame de este aceite no afecta al producto.
- Cuentan con un alto grado de eficiencia.

Figura 10: Máquina Inyectora Eléctrica



Fuente: Interempresas, 2016

2.5.3 Híbridas

Este tipo de inyectoras tiene en su mayoría un diseño modular de dos cuerpos que combina las mejores prestaciones de las inyectoras hidráulicas y las eléctricas para conseguir la alta precisión y dinámica que demanda el mercado y la mejor eficiencia energética. Este tipo de inyectoras son equipos muy reconocidos ya que se utilizan en los mejores sectores del mercado, como son las industrias europeas y americanas, debido a las múltiples ventajas que aporta esta tecnología. Vemos que el mercado de inyectoras híbridas crece exponencialmente en función de la facilidad de uso y la adaptabilidad industrial de este equipo.

Cabe señalar que este tipo de máquinas requiere una gran capacidad para reconocer qué ventajas de la inyectora híbrida requieren más para encontrar el equilibrio perfecto entre los híbridos que se utilizan en ella.

Observamos, por lo tanto, que las máquinas de inyección híbridas están experimentando un crecimiento significativo en los mercados, impulsadas por su facilidad de uso y su capacidad de adaptación en diversas industrias. Aero maquinados (2019)

Beneficios

- Son más rápidas y eficaces.
- Mejor realización del producto con respecto a su cualidad
- Son muy precisas.

Figura 11: Máquina Inyectora Híbrida



Fuente: IZARO MANUFACTURING TECHNOLOGY, 2010

2.6 Tiempos de Producción

En esta sección, obtendremos información detallada acerca del proceso de creación de un producto, profundizando en los tiempos que requiere tanto la maquinaria como el operario para obtener el producto final. Se realizará un análisis enfocándonos en la productividad de la maquina antigua, el tiempo de ciclo para la realización de los productos es lento y tiene retraso, por este motivo se implementará la compra de una maquinaria nueva para que se pueda aminorar el tiempo de ciclo de la máquina antigua hasta en un 50%, ya que varios productos que tienen alta demanda se realizan en esta máquina y debido a que está inhabilitada hay que esperar, eso no es eficiente para la empresa porque retrasa las producciones y disminuye la demanda. Baño (2021)

Cada artículo sigue un proceso, algunos con una duración extensa y otros con una duración más breve. Este periodo se denomina "tiempo de ciclo" y está compuesto por:

- Tiempo de Inyección

- Tiempo de carga
- Tiempo de enfriamiento
- Tiempo de apertura de molde y expulsión del producto
- Tiempo de cierre de molde

En diversas investigaciones toman el tiempo de cierre de molde como primer proceso, pero en este estudio realizado se ha optado por iniciar con el tiempo de inyección.

Figura 12: Tiempos de Producción



Fuente: Plásticos Chempro CIA. LTDA.

2.6.1. Tiempo de Inyección

Aquí inicia la fase de inyección, el material que está almacenado en la tolva pasa de estado sólido a estado líquido, debido a la alta temperatura en la que la maquina se encuentra, pasa por el husillo donde este inyecta el material fundido a una presión elevada [600PSI].

2.6.2 Tiempo de Carga

Aquí es cuando el husillo avanza inyectando el material fundido en la boquilla que se encuentra abierta, el material es expulsado fuera de la cámara de inyección y se introduce dentro de la cavidad del molde.

2.6.3 Tiempo De Enfriamiento

El enfriamiento se logra cuando los ductos que están conectados al molde disminuyen la temperatura de la pieza moldeada y esto genera un intercambio de calor, no es necesario que el producto este totalmente frio, basta con que la parte externa lo esté para poder manipularlo.

2.6.4 Tiempo de Apertura de Molde y Expulsión del Producto

Una vez que el material ha alcanzado la rigidez y temperatura para la extracción el molde se abre y la pieza es expulsada, ya sea por aire comprimido o por eyectores, todo depende del molde que se vaya a utilizar.

2.6.5 Tiempo de Cierre De Molde

Para finalizar el ciclo, se realiza el cierre del molde. Después de que el producto ha sido retirado de la cavidad del molde, transcurren unos segundos. En este punto, el operario procede a cerrar la compuerta del molde, y este se cierra.

2.7 Takt-Time

Se reconoce que el takt-time es una metodología que revela el tiempo necesario para producir una pieza y así cumplir con las demandas de los clientes. Coordinar el ritmo de producción con las ventas implica adquirir una comprensión de la velocidad óptima a la que debe llevarse a cabo la fabricación, con el propósito de evitar la sobreproducción.

El tiempo de trabajo hace referencia al lapso en el cual una instalación de fabricación o línea de producción está programada o disponible para realizar actividades productivas. Durante este intervalo, se ejecutan los procesos productivos que van desde la manufactura de componentes individuales hasta el ensamblaje final del producto. Es importante tener conocimiento de que este tiempo de producción no abarca interrupciones programadas, tales como periodos de inactividad planificados para mantenimiento,

cambio de herramientas, descansos programados u otros momentos en los que la producción se encuentra suspendida. Morales (2021)

En la producción requerida se hace referencia a la demanda de productos o unidades que un cliente espera o requiere en un periodo específico. Representa la cantidad de productos que deben ser producidos para cumplir con la demanda del mercado o del consumidor en ese momento específico. Esta cantidad desempeña un papel esencial al determinar la productividad necesaria para satisfacer eficazmente las exigencias del cliente. Un cálculo preciso del takt-time facilita la consecución de un flujo de producción constante y consistente, evitando desafíos como el exceso de inventario o la falta de disponibilidad de productos para los clientes.

2.8 Scrap

El Scrap (Porcentaje de desperdicio o no recuperable) este indicador evalúa la cantidad de productos que no cumplen con los estándares y que no pueden ser recuperados, retrabajados o reparados para volver a ponerlos en condiciones normales de venta. Este tipo de productos se clasifica como desperdicio y tiene un efecto directo en el costo asociado a la baja calidad. Ovalle (2021)

2.9 VAN

El valor neto anual es la suma de todos los pagos e ingresos descontados de la inversión actual. Esto también se conoce como "valor actual neto". El concepto de valor actual neto, también conocido como VAN, se refiere a un criterio de inversión que implica actualizar los ingresos y pagos del proyecto para entender si la inversión es rentable. Una buena definición de valor actual neto podría ser una medida de la rentabilidad neta absoluta de una empresa, es decir, la cantidad de unidades de dinero.

Se utiliza para evaluar diversas oportunidades de inversión. Al calcular el valor actual de varias inversiones, podemos saber qué inversiones son las más rentables.

El valor actual nos permitirá tomar algunas decisiones. Comprenda, por un lado, si la inversión por el beneficio merece la pena y, por otro, compruebe qué inversión es la más rentable. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes parámetros. García I (2024)

2.10 PAYBACK

En muchos casos, como lo indica Mancheno (Agosto 2021), los proyectos nuevos suelen arrojar resultados negativos en los primeros meses, pero con una acumulación de resultados positivos en los meses subsiguientes, logrando así un Payback positivo.

En los negocios, el período de recuperación es el momento en que los ingresos recibidos de una inversión son iguales al capital invertido. Por tanto, se trata de una medida temporal que ayuda a evaluar la viabilidad de un proyecto empresarial. Por supuesto, se da preferencia a los proyectos de inversión con una recuperación inicial más rápida de la inversión. Usando el período de recuperación, sabemos cuántos períodos (generalmente años) se necesitarán para recuperar el dinero que se pagó al inicio de la inversión. Esto es muy importante a la hora de decidir iniciar un proyecto.

2.11 Ergonomía

La ergonomía se ocupa de cuestiones de interacción lo cual es la adaptación del entorno a los humanos, utilizando los conocimientos y métodos de anatomía, antropometría, fisiología, psicología y tecnología para determinar los límites que no deben excederse en el desempeño del trabajo. Según la Asociación Internacional de Ergonomía, la ergonomía es un conjunto de conocimientos científicos diseñados para

adaptar trabajos, sistemas, productos y entornos a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de las personas. Hidalgo (2020)

2.12 Ergonomía del ruido

El ruido afecta la audición y sistemas del cuerpo humano, el ruido en el entorno laboral y fuera del trabajo puede provocar cambios auditivos temporales (fatiga auditiva) o cambios auditivos permanentes (pérdida de audición o sordera). Se considera ruido cualquier sonido innecesario y no deseado. Existen personas que trabajan en ambientes con altos niveles de ruido, por lo cual ellos están más expuestos a sufrir una lesión auditiva debido a que se exponen por un tiempo prolongado.

La frecuencia de un sonido u onda sonora representa el número de veces que ocurre cada vibración. La unidad de medida es Hertz, abreviada Hz. Los humanos pueden escuchar frecuencias entre 20 Hz y 20.000 Hz.

De acuerdo con Quintana (2019), en las regulaciones estatales sobre ruido generalmente establecen niveles de ruido entre 80 y 90 decibeles para una jornada laboral de ocho horas. Por ejemplo, los trabajadores no deberían estar expuestos a niveles de ruido superiores a 95 decibeles durante más de cuatro horas al día. Los trabajadores expuestos a este nivel deben utilizar protección auditiva y abandonar la zona ruidosa después de cuatro horas de trabajo continuo. Aunque lo mejor es mantener el ruido al mínimo.

Capítulo III: Marco Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

La finalidad de este proyecto es proponer un mejoramiento de producción mediante la implementación de una maquina más rápida y a su vez más eficaz en la realización de los productos elaborados año tras año. En el próximo estudio que llevaremos a cabo, hemos optado por la investigación mixta, integrando dos enfoques distintos: uno cuantitativo y otro cualitativo. Al emplear estas perspectivas, buscamos obtener un análisis más exhaustivo y completo, lo que contribuirá a generar conclusiones más precisas y confiables para nuestra investigación.

3.1.1 Investigación Mixta

De acuerdo con García (2021), el método mixto engloba una serie de procedimientos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación. Involucran la recopilación y análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta. El propósito es realizar inferencias basadas en la totalidad de la información recopilada, permitiendo así obtener una comprensión más profunda del fenómeno objeto de estudio. Este enfoque se sustenta en la triangulación de métodos y representa el nivel más alto de integración entre los enfoques cualitativo y cuantitativo. Ambos enfoques se entrelazan a lo largo de todo el proceso de investigación, o al menos en la mayoría de sus etapas.

Los modelos mixtos permiten una mejor exploración y explotación de los datos, los cuales serán analizados y presentados como resultados de la investigación. Generalmente, estos resultados se representan mediante gráficos, ya sea de forma circular o de barras. Al integrar diversos métodos, no solo ampliamos las dimensiones de nuestro proyecto de investigación, sino que también logramos un entendimiento más profundo y

rápido. Además, se fortalece la creatividad teórica mediante procedimientos críticos de evaluación suficientes. García (2021)

3.1.2 Investigación Cuantitativa

Como se mencionó anteriormente, el fundamento de esta investigación se basa en el análisis numérico. En consecuencia, se procede a recopilar información estadística relevante de la empresa, abordando aspectos tanto relacionados con la propuesta de maquinaria como con los valores monetarios asociados.

La empresa colaboró proporcionando la información necesaria para llevar a cabo esta investigación, la cual abarca áreas cruciales como la producción, calidad del producto, tiempo de producción y el estado actual de la maquinaria en uso. El propósito principal es realizar una comparación detallada con la nueva maquinaria que se contempla adquirir.

Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis exhaustivo e investigación detallada en relación con los costos asociados a la maquinaria propuesta. Este análisis tiene como objetivo principal verificar la capacidad financiera de la empresa para llevar a cabo la adquisición planificada.

3.1.3 Investigación Cualitativa

La información recopilada en este estudio se obtuvo a través de entrevistas llevadas a cabo con el personal involucrado en el proceso de producción, incluyendo operadores de maquinaria, el supervisor de planta y el jefe de planta. Estas entrevistas proporcionaron valiosa información respecto a las ventajas y desventajas de la maquinaria y su impacto en la producción de la empresa.

Los operadores expresaron sus preocupaciones acerca de las interrupciones constantes en la maquinaria, destacando la pérdida de tiempo que experimentan debido a

estas fallas recurrentes. Estos contratiempos afectan negativamente su capacidad para llevar a cabo eficientemente sus tareas, resultando en acumulación de trabajo al final del día y generando una percepción negativa del personal operativo.

Se llevó a cabo un exhaustivo análisis de la información proporcionada por la empresa y recopilada por los autores. Este análisis fue crucial para respaldar la decisión de adquirir la nueva máquina inyectora en reemplazo de la inyectora VANDORN-300, considerando dicho cambio como una solución viable para abordar los problemas identificados y mejorar la eficiencia en el área de producción.

3.2 Investigación De Campo

3.2.1 Descripción de la Empresa

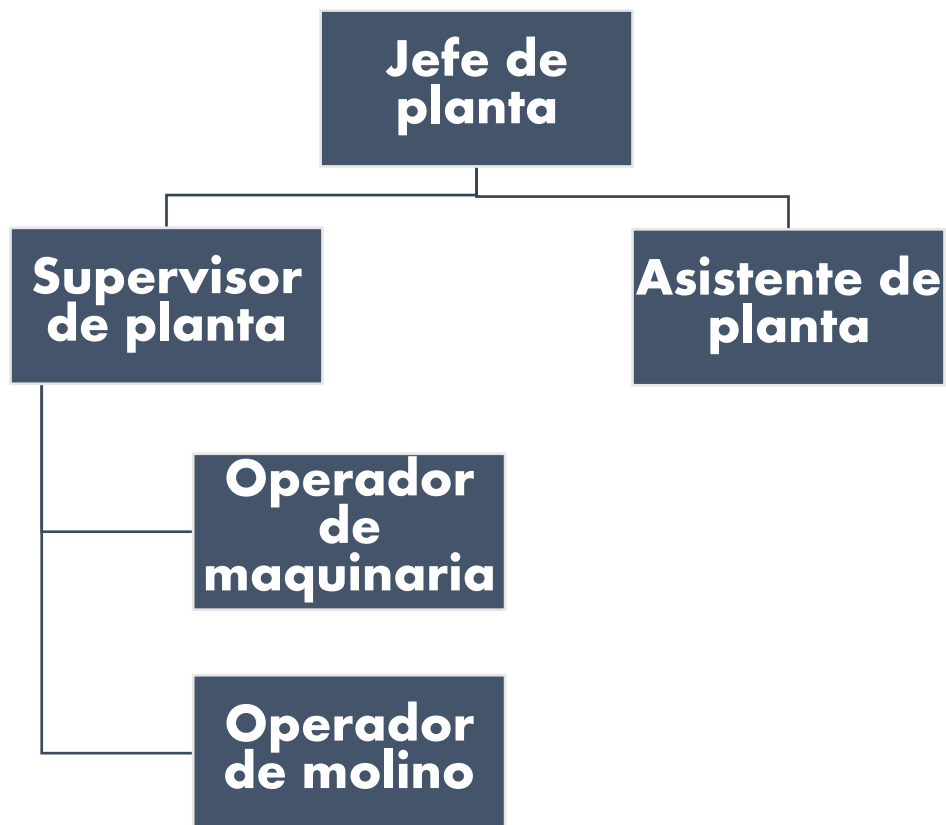
La empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA. se especializa en la fabricación y comercialización de productos plásticos en diversas categorías, que incluyen hogar, juguetería, avícola e industrial. Utiliza tecnologías avanzadas de inyección y soplado en sus procesos productivos. La empresa tiene como objetivo principal ser líder en la fabricación y venta de productos plásticos, proporcionando a sus clientes servicios y artículos que cubran sus necesidades y expectativas. Basándose en principios sólidos, busca mantener elevados niveles de calidad y eficiencia mediante la mejora constante de todos los procesos organizativos.

El enfoque se dirige hacia los mercados en desarrollo, con el propósito de ser competitivos y agregar valor a todos los productos y servicios ofrecidos. La organización busca posicionarse como líder en el mercado tanto a nivel nacional como internacional en la fabricación y venta de productos plásticos. Nuestro objetivo primordial es lograr la satisfacción de todos nuestros clientes, comprometiéndonos a mejorar constantemente nuestros procesos de producción. Garantizar la confianza y calidad de vida de nuestros colaboradores, el retorno rentable para nuestros accionistas, junto con el mantenimiento

de tasas de crecimiento organizativo, constituirán el respaldo fundamental para alcanzar nuestras metas.

La estructura organizacional del Área de Producción está conformada de la siguiente manera:

Figura 13: Organigrama del Área de Producción



Fuente: Autores

3.3 Unidad de análisis

Para el proyecto técnico, la unidad de análisis fue conformada por los diferentes elementos relacionados con la producción de Plásticos Chempro CIA. LTDA., se determinaron las unidades de análisis para la empresa, en dónde se definieron los elementos que incluyen a la maquinaria utilizada en el proceso de producción que ha presentado un 70% de interrupciones y al personal operativo involucrado en dichas actividades.

La elección de esta unidad de análisis se fundamentó en la necesidad de comprender en profundidad todos los aspectos que influyen en la producción de la empresa y en la efectividad de la implementación de una nueva máquina inyectora de plásticos. Se centrará en elementos claves, que busca obtener una visión integral de los desafíos y oportunidades que enfrenta la empresa en su proceso de producción.

3.4 Encuesta

Se realizó una encuesta dirigida al personal encargado de operar las máquinas, con el propósito de indagar sobre los riesgos ergonómicos asociados a sus puestos de trabajo. La recolección de esta información nos permitirá profundizar en el conocimiento de las molestias e incomodidades experimentadas por el personal, dado que los operarios trabajan ininterrumpidamente durante 8 horas al día, e incluso realizan horas extra para cumplir con los pedidos. Esta situación limita considerablemente su tiempo para abordar y prevenir riesgos tanto a corto como a largo plazo.

Las preguntas están redactadas para que los operarios seleccionen un nivel de escalamiento de acuerdo a la situación actual de la empresa. En donde el nivel 5 es lo más óptimo y el nivel 1 es lo más inadecuado.

3.5 Análisis comparativo de Maquinarias

Para llevar a cabo el análisis pertinente, se procedió a hacer una comparación de tres máquinas similares de distintas marcas con el fin de evidenciar la máquina que mejor satisface los requisitos de la empresa, de acuerdo a los requisitos mínimos que posee.

En la tabla 1, se detallan los requisitos mínimos que la empresa tiene como objetivo para mejorar la producción por medio de la adquisición de una máquina nueva.

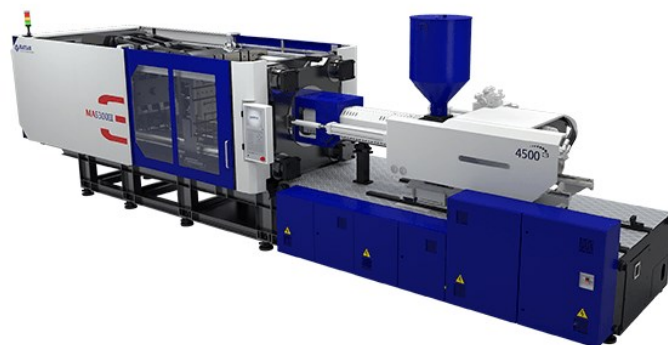
Tabla 1: Requisitos de la Empresa

REQUISITOS DE LA EMPRESA	VALORES
Capacidad de producción de la maquina	1110 G
Velocidad de producción	310 G/S
Calidad de producción	Se destaca que cuenta con una guía de movimiento lineal de alta calidad que garantiza la suavidad y precisión del proceso de inyección.
Ruido de maquinaria	85 dB
Accesibilidad de repuesto	Limitados

Fuente: Autores

3.6 Propuesta de adquisición de Maquinaria

Como se ha mencionado anteriormente, la propuesta de mejora implica la adquisición de nueva maquinaria que reemplazará a la máquina antigua, esto se decidió gracias a la información proporcionada y la colaboración del jefe de planta. Esta investigación se centró en los eventos relacionados con la máquina VANDORN 300, ya que la persona a cargo señaló que la producción era más lenta con dicha máquina. Es relevante destacar que el estudio se llevará a cabo utilizando datos de los años anteriores de la empresa.

Figura 14: HAITIAN MA 3200

Fuentes: HAITIAN PLASTIC MACHINERY

3.7 Costos

En el mercado industrial es fácil conseguir una maquina inyectora, pero es importante tener el conocimiento adecuado sobre este tipo de maquinarias para realizar una compra beneficiosa. Anteriormente, se ha mencionado las causas de la demora en el tiempo de mantenimiento correctivo, sucediendo generalmente por falta de representación comercial en el país, sumado a la antigüedad de la máquina y de la discontinuidad de la elaboración de piezas para sus mantenimientos. Por tal motivo se realizó un análisis comparativo en los costos de adquisición de inyectoras considerando que estas deben cumplir con los requisitos mínimos de la empresa.

3.8 Cálculo del Takt-Time

La fórmula que se usó, está prevista para ambas maquinas ya que se logra obtener resultados veraces de la maquina anterior y un estimado de lo que producirá la máquina nueva. El cálculo se realizó con ayuda de la fórmula que se define de la siguiente manera:

$$\text{TAKT-TIME} = \frac{\text{TIEMPO DE TRABAJO}}{\text{PRODUCCION REQUERIDA}}$$

El análisis se realizó con el propósito de evaluar la eficiencia de la máquina antigua y de la máquina nueva, con el objetivo de determinar el tiempo necesario establecido por la empresa para la elaboración de los productos. A través de la recopilación de datos sobre los días laborables y el tiempo empleado por un operario en la fabricación de productos, se pudo identificar variaciones de una máquina a otra. Es relevante destacar que el tiempo de trabajo se desglosa en minutos, descontando los períodos de inactividad para obtener un valor preciso. Además, la cantidad de producción requerida se determina según la demanda del cliente, relacionándola con el tiempo de trabajo y el tiempo necesario para entregar el producto al cliente, teniendo en cuenta el porcentaje de Scrap que podría generarse.

3.9 Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Para determinar el VAN se utilizó una fórmula que permite determinar la viabilidad de una inversión a través de un análisis financiero haciendo uso del valor de posible inversión a realizar. Calcular la inversión necesaria en la adquisición de la nueva máquina, con el fin de evaluar su viabilidad. La intención es determinar que, si el valor de la inversión es positivo, la adquisición será rentable, lo cual constituirá un aspecto fundamental en la propuesta.

La fórmula que se utilizó fue la siguiente:

$$VAN = \sum \left(\frac{\text{Flujo de efectivo neto en el periodo } T}{(1 + \text{tasa de descuento})^T} \right) - \text{Inversión Inicial.}$$

3.10 Cálculo del Periodo de Recuperación (PAYBACK)

Esta herramienta se empleó con el propósito de determinar el periodo de tiempo PARA LA RECUPERACIÓN FINANCIERA DE LA INVERSIÓN REALIZADA. establecido permite alcanzar una recuperación financiera. Este proceso implicó calcular el costo del equipo y luego se definió un flujo de caja promedio mensual a lo largo de 12 meses, lo que nos proporcionó el periodo de recuperación (PAYBACK).

La fórmula que se utilizó para este cálculo se expone de la siguiente manera:

$$\text{PAYBACK} = \frac{\text{INVERSION INICIAL}}{\text{FLUJO DE EFECTIVO NETO ANUAL}}$$

Capítulo IV: Resultados

4.1 Resultado del Análisis comparativo de Maquinarias

En el proceso de evaluación de los procesos productivos de Plásticos Chempro CIA. LTDA., se identificó que la máquina inyectora VANDORN 300 presentó varios problemas significativos que afectan la eficiencia y la productividad en la planta. En primer lugar, se observó que esta máquina tiene una producción más lenta en comparación con otras máquinas utilizadas en la empresa. Este retraso en la producción no solo afectó la capacidad de cumplir con los pedidos de los clientes de manera oportuna, sino que también generó un aumento en los costos operativos debido a una menor eficiencia en el uso de recursos.

Adicionalmente, la máquina VANDORN 300 produjo niveles de ruido excesivos, lo cual tuvo un impacto negativo en la salud de los operadores, llegando incluso a causar daños auditivos. Estas repercusiones en la salud pueden ser irreversibles si no se implementan medidas correctivas de manera inmediata.

Otro problema importante asociado con la máquina VANDORN 300 es la dificultad para encontrar repuestos en el mercado debido a su falta de representación comercial. Esta máquina ha sido discontinuada y los repuestos ya no están disponibles, lo que dificultó la realización de mantenimiento y reparaciones necesarias para su funcionamiento adecuado. Esta situación representó un riesgo significativo para la continuidad de las operaciones de producción, ya que cualquier daño en la máquina podría resultar en tiempos de inactividad prolongados y pérdidas económicas para la empresa.

En este contexto, se pudo decir que la máquina inyectora VANDORN 300 no es una opción viable para mantener y mejorar los procesos productivos de Plásticos Chempro CIA. LTDA., sus problemas de velocidad de producción y la falta de

disponibilidad de repuestos la hacen una opción poco favorable en comparación con otras alternativas disponibles en el mercado las cuales se han considerado para su posible adquisición considerando la limitación que presenta VANDORN 300 junto con las características de estas. En la tabla 2, se detalló cada uno de los requisitos de la empresa y la comparación entre las 3 máquinas que se consideró, además de la máquina VANDORN-300, que, como se observa, no cumple con ningún requisito.

Tabla 2: Requisitos de la Empresa

REQUISITOS DE LA EMPRESA	VANDORN -300	HAITIAN MA 3200	BORCHE Be 350	KRAUSS MAFFEI PX160
Capacidad de producción de la maquina (600 Toneladas)	X	✓	✓	X
Velocidad de producción (60 segundos por unidad)	X	✓	X	✓
Calidad de producción (Max. 4% PNC)	X	✓	X	X
Ruido de maquinaria (80 decibeles)	X	✓	X	X
Accesibilidad de repuestos	X	✓	X	X
Costo fijo de la maquina	\$ 38,968.73	\$ 60,868.80	\$72,568.26	\$45,864.33
Costo neto de la maquina con instalación y garantía de 2 años	\$ 41,154.86	\$ 61,596.10	\$74,525.08	\$47,987.09

Fuente: Autores

Entrando en detalle sobre la comparación de las máquinas, se demostró que la VANDORN-300 no cumplió con los requisitos establecidos por la empresa, por lo tanto se tomó en cuenta la comparación entre las otras 3 máquinas. La máquina HAITIAN MA 3200 y la maquina BORCHE Be 350, si cumplen con el primer requisito que solicita la empresa.

Tabla 3: Comparativa de capacidad y velocidad

REQUISITOS DE LA EMPRESA	HAITIAN MA 3200	BORCHE Be 350	KRAUSS MAFFEI PX160
Capacidad de producción de la maquina (600 Toneladas)	1127 g	1266 g	476 g
Velocidad de producción (60 segundos por unidad)	325 g/s	280 g/s	200 g/s

Fuente: Autores

Del mismo modo, para el segundo requisito la máquina HAITIAN MA 3200 y la máquina KRAUSS MAFFEI PX160 logran cumplir con la velocidad límite que necesita la empresa, ya que el tiempo de producción será reducido en un 40% al momento de elaborar productos. Para el tercer requisito se pudo ver un resultado diferente ya que la única máquina que logra solventar dicha necesidad es la HAITIAN MA 3200, debido a que será beneficiosa para la creación de piezas evitando el exceso de material (rebabas), y se estimó que exista un límite máximo del 4% de productos no conforme, debido a que este fue el rango que la empresa tuvo como objetivo para que su producción sea completada en el tiempo establecido.

Así mismo, para el cuarto requisito la máquina HAITIAN MA 3200 es la única que cumplió con lo establecido que son 80 decibeles, debido a que la maquina cuenta con un servomotor, lo que quiere decir que la máquina es más silenciosa y, por ende, el nivel

de ruido va a reducir en comparación al nivel de ruido de la maquina a reemplazar, con el fin de que no sea perjudicial para los operarios y no presenten problemas auditivos.

Además, se debió considerar un aspecto crucial: la adquisición de repuestos para estas máquinas. En el mercado, la disponibilidad de representación comercial para las máquinas chinas es amplia. Tanto la máquina HAITIAN MA 3200 como la máquina BORCHE Be 350 provienen de este origen, sin embargo, solo la primera ofreció una accesibilidad destacada en la compra de repuestos, debido a que se sus repuestos son asequibles en el país, la máquina KRAUSS MAFFEI PX160 es de origen alemán y sus repuestos tiene un alto tiempo de espera en ser entregados en el país entre 3 a 4 meses.

Por último, se decidió llevar a cabo una comparación en términos monetarios respecto a la adquisición de máquina. Por lo tanto, luego de realizar la respectiva comparación se pudo definir que la máquina HAITIAN MA 3200 es la que cumple con todos los requisitos que la empresa solicita para su producción y la que ofreció un precio aceptable. Se calificó como "aceptable" dado que la KRAUSS 0'MAFFEI PX160 es la alternativa más económica, con la instalación y garantía incluidas, y a pesar de cubrir una necesidad de la empresa, no representa la mejora que se busca demostrar en la investigación.

4.2 Resultado de Comparación de tiempos

Figura 15: Comparación de Tiempos

MAQUINAS	TIEMPOS DE PRODUCCIÓN				
	T. INYECCION (10 seg)	T. DE CARGA (35 seg)	T. DE ENFRIAMIENTO (12 seg)	T. DE APERTURA DE MOLDE Y EXPULSIÓN DE PRODUCTO (7 seg)	T. CIERRE DE MOLDE (3 seg)
VANDORN-300	X	X	✓	X	X
HAITIAN MA 3200	✓	✓	✓	✓	✓
KRAUSS MAFFEI PX160	X	X	X	✓	✓
BORCHE Be 350	X	✓	X	X	X

Fuente: Autores

En la figura 15 se puede observar la comparación de los tiempos de producción en donde se comparan las 4 máquinas: VANDORN-300, HAITIAN MA 3200, BORCHE Be 350 y KRAUSS MAFFEI PX160, esta comparación nos sirve para saber que maquina es la que tiene la capacidad de solventar los tiempos de producción que requiere por la empresa, por lo tanto, si se analiza la tabla se puede ver reflejado que la HAITIAN MA 3200 es la que cumple todos los requisitos de tiempos que la empresa espera.

Dentro del marco de evaluación de la propuesta de la nueva maquinaria, se analizó la adquisición de equipos modernos para reemplazar la maquinaria antigua en Plásticos Chempro CIA. LTDA. Esta decisión se basó en la colaboración del jefe de planta y en la identificación de la máquina VANDORN 300 como responsable de la ralentización de la producción. Se enfocó en la serie HAITIAN MA 3200, destacando sus características que la hacen superior a las máquinas hidráulicas convencionales.

4.3 Características De La Maquinaria

La máquina inyectora HAITIAN MA 3200 presentó una serie de características técnicas destacadas que la hacen una opción atractiva para la planta de Plásticos Chempro CIA. LTDA. con capacidades de inyección precisas y velocidades ajustables,

esta máquina ofreció una versatilidad que permite la producción de una amplia variedad de productos plásticos. Su diseño robusto y duradero garantizó un rendimiento confiable a lo largo del tiempo, mientras que su sistema de control avanzado optimizan los recursos y minimizan los costos operativos. Esta máquina es una unidad de alta calidad, diseñada para ofrecer una combinación de rendimiento y eficiencia. Algunas de sus características técnicas y capacidades incluyen:

- Estilo: La máquina es de estilo horizontal, lo que permite una mejor visibilidad y acceso al molde
- Velocidad de inyección: La máquina pudo alcanzar una velocidad de inyección de 394 g/s, lo que significa una rápida producción de piezas
- Fuerza de cierre: la fuerza de cierre es de 320 ton, lo que permitió la inyección de piezas de gran tamaño y complejidad.
- Peso de inyección: puede inyectar piezas de hasta 1127 g, lo que permitió la producción de piezas de diferentes tamaños y materiales.
- Distancia entre columnas: la distancia entre columnas es de 680 mm en ambas direcciones, lo que permitió la instalación de molde de gran tamaño.
- Servo-tecnología: incorpora tecnología servo, lo que permitió una mejor precisión y control en la producción

La planta de Plásticos Chempro CI. LTDA. Espera cumplir con diversos requisitos que fueron abordados eficazmente con la adquisición de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200. Entre estos requisitos se encontraron, la mejora de la eficiencia en los procesos de producción, la optimización de los recursos y la reducción de los costos operativos.

La máquina inyectora HAITIAN MA 3200 ofreció una combinación óptima de velocidad y calidad en la producción de productos plásticos. Con velocidades ajustables

y un sistema de control preciso, esta máquina fue capaz de alcanzar ciclos de producción rápidos sin comprometer la calidad del producto final. Su capacidad para mantener tolerancias estrechas y proporcionar una inyección uniforme garantizó la consistencia y la excelencia en la calidad de los productos fabricados.

La adquisición de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200 fue crucial para la mejora de la eficiencia y el soporte técnico en la planta de Plásticos Chempro CIA. LTDA., esta máquina ofreció una serie de características y tecnologías innovadoras que permitieron optimizar los procesos de producción y maximizar la productividad. Además, el respaldo técnico y el servicio de mantenimiento proporcionado por HAITIAN garantizó un funcionamiento adecuado de la máquina y una rápida resolución de cualquier problema técnico que pudo surgir, esto aseguró la continuidad de las operaciones y la satisfacción del cliente en todo momento.

Para cumplir con el objetivo de mejorar la producción en Plásticos Chempro CIA. LTDA., fue fundamental analizar detalladamente los aspectos claves de capacidad de producción, velocidad de producción y calidad de producción, comparando los resultados actuales con los ofrecidos por la máquina inyectora HAITIAN MA 3200.

Tabla 4: Capacidad de Producción

Aspecto	Situación actual (VANDORN 300)	Máquina HAITIAN MA 3200
Fuerza de cierre (ton)	280	320
Peso de inyección (g)	Hasta 1050	Hasta 1127
Distancia entre columnas (mm)	460 (ambas direcciones)	680 (ambas direcciones)

Fuente: Autores

La máquina actual tuvo una capacidad menor en todos los criterios revisado, capacidad de fuerza de cierre y peso de inyección, lo que indica que la HAITIAN MA 3200 pudo manejar un rango de piezas mayor que la máquina actual.

Tabla 5: Velocidad de Producción

Aspecto	Situación actual	Máquina HAITIAN MA 3200
Velocidad de inyección (G/S)	310	394

Fuente: Autores

La velocidad de inyección de la máquina actual es de 310 (g/s), lo que significa que la HAITIAN MA 3200 puede producir piezas a mayor velocidad que la máquina actual, lo cual refleja un beneficio para la empresa.

Tabla 6: Calidad de Producción

Aspecto	Situación actual	Máquina HAITIAN MA 3200
Tecnología de control	Estándar	Servomotor
Tolerancias	Estrechas	Estrechas
Uniformidad de inyección	Sí	Sí

Fuente: Autores

En términos generales, la HAITIAN MA 3200 ofrece una mejora en la calidad de producción con su tecnología servo y la capacidad de mantener tolerancias estrechas y una inyección uniforme, lo que contribuye a una mayor consistencia y excelencia en la calidad de los productos fabricados.

Tomando como base en los datos técnicos y los resultados obtenidos, la adquisición de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200 se justifica para mejorar significativamente la producción en Plásticos Chempro CIA. LTDA. Al comparar las capacidades de ambas máquinas, encontramos que la HAITIAN MA 3200 posee una fuerza de cierre de 320 toneladas, superior a la máquina actual que es de 280, y puede inyectar piezas de hasta 1127 gramos de peso, a diferencia de los 1110 gramos de la

máquina actual. Esto significa que la HAITIAN MA 3200 puede manejar la misma gama de productos que la máquina actual, asegurando la continuidad en la producción de piezas de diferentes tamaños y materiales. Esta capacidad de carga equiparable garantizó una transición sin problemas en la producción y minimiza la necesidad de ajustes en los procesos existentes, lo que a su vez reduce el tiempo de inactividad y aumenta la eficiencia operativa.

En términos de velocidad de producción, la HAITIAN MA 3200 ofrece una velocidad de inyección de 394 gramos por segundo, superior a la máquina actual. Esto implica que la HAITIAN MA 3200 puede producir piezas a una velocidad superior que la máquina actual, permitiendo aumentar los niveles de producción actuales sin comprometer la eficiencia. La consistencia en la velocidad de producción es esencial para cumplir con las demandas del mercado y mantener la competitividad de la empresa, la capacidad de la HAITIAN MA 3200 para mantener esta velocidad constante asegura que Plásticos Chempro CIA. LTDA. pueda satisfacer las necesidades de sus clientes de manera oportuna y eficiente, manteniendo su posición en el mercado.

Además, la HAITIAN MA 3200 presenta una mejora significativa en la calidad de producción en comparación con la máquina actual, equipada con tecnología de control servo, esta máquina garantiza la precisión y la uniformidad en el proceso de inyección. Con la capacidad de mantener tolerancias estrechas y proporcionar una inyección uniforme, la HAITIAN MA 3200 asegura la consistencia y la excelencia en la calidad de los productos fabricados. Esta mejora en la calidad no solo aumenta la satisfacción del cliente al proporcionar productos de alta calidad de manera consistente, sino que también reduce los desperdicios y retrabajos asociados con defectos de fabricación, lo que a su vez mejora la eficiencia y reduce los costos operativos a largo plazo.

En ese sentido, la adquisición de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200 es una inversión estratégica para Plásticos Chempro CIA. LTDA. que no solo garantiza la capacidad de mantener y aumentar la producción actual, sino que también mejora la calidad de los productos fabricados. Con capacidades equiparables en términos de fuerza de cierre y peso de inyección, junto con una velocidad de producción constante y una calidad mejorada gracias a la tecnología con servomotor, la HAITIAN MA 3200 ofrece una solución integral para los requisitos de producción de la empresa. Esta inversión no solo impulsará la eficiencia y la competitividad de Plásticos Chempro CIA. LTDA., sino que también sentará las bases para un crecimiento sostenible y rentable en el futuro.

4.4 Tabulación de encuesta

La integración de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200 en la cadena de suministro de Plásticos Chempro CIA. LTDA. se ha llevado a cabo con un enfoque integral que incluye la evaluación de diversos aspectos relacionados con la salud ocupacional y la ergonomía de los operadores de maquinaria. Se aplicó un cuestionario diseñado específicamente para recopilar información sobre las condiciones de trabajo, las posibles molestias físicas y riesgos ergonómicos de los operadores durante la operación de la máquina. Esta evaluación permitió identificar áreas de mejora y tomar medidas proactivas para garantizar un entorno laboral seguro y saludable para el personal, además, la integración de la máquina HAITIAN MA 3200 en la cadena de suministro se ha realizado con un enfoque en la capacitación del personal para el manejo adecuado de la máquina, asegurando así una operación eficiente y segura en todo momento.

Este cuestionario ofrece una serie de preguntas diseñadas para evaluar diversos aspectos relacionados con la salud ocupacional y la ergonomía de los operadores de

maquinaria en Plásticos Chempro CIA. LTDA. Las preguntas abordan temas como la frecuencia de molestias físicas, el uso de equipos de protección personal, lesiones o malestares relacionados con la ergonomía, carga de trabajo física, información sobre pausas activas y estiramientos, participación en evaluaciones ergonómicas, provisión de herramientas ergonómicas, comodidad de los asientos y disposición de los controles en la maquinaria, y la tarea más demandante ergonómicamente en el trabajo diario.

Figura 16: Respuestas de la encuesta realizada

OPERARIOS	PREGUNTAS DE ENCUESTA									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
OPERARIO 1	3	3	1	3	2	1	2	1	1	1
OPERARIO 2	5	2	2	5	2	2	3	1	1	3
OPERARIO 3	5	3	3	5	2	1	2	2	1	2
OPERARIO 4	5	4	4	5	2	2	1	1	1	1
OPERARIO 5	5	3	2	5	2	1	2	2	1	3
OPERARIO 6	4	4	4	4	2	1	2	1	1	1
OPERARIO 7	5	4	2	5	2	2	3	3	1	3
OPERARIO 8	3	3	1	4	2	2	3	2	1	2
OPERARIO 9	5	3	1	5	2	1	2	2	2	3
OPERARIO 10	3	2	2	3	2	1	2	3	1	2
OPERARIO 11	5	4	3	5	2	1	1	3	1	2
OPERARIO 12	3	2	3	4	2	1	2	2	2	4
OPERARIO 13	4	3	1	5	2	2	3	2	1	1
OPERARIO 14	5	3	4	4	2	1	2	3	1	1
OPERARIO 15	4	4	2	5	2	1	3	2	1	2
OPERARIO 16	3	3	3	4	2	1	2	1	1	1
OPERARIO 17	5	5	1	4	2	1	2	1	1	4

Fuente: Autores

Pregunta 1: ¿Con qué frecuencia experimenta molestias físicas relacionadas con su trabajo como operador de maquinaria?

Respuestas:

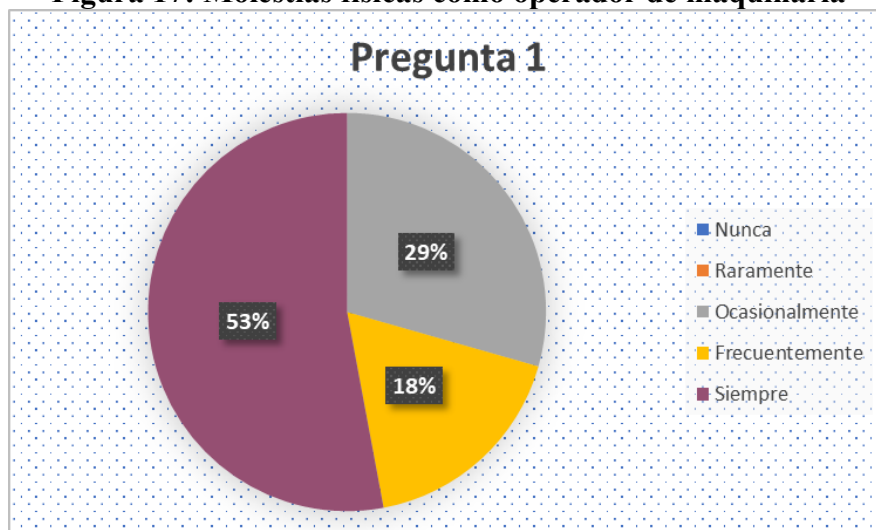
1: Nunca

2: Raramente

3: Ocasionalmente

4: Frecuentemente

5: Siempre

Figura 17: Molestias físicas como operador de maquinaria

Fuente: Autores

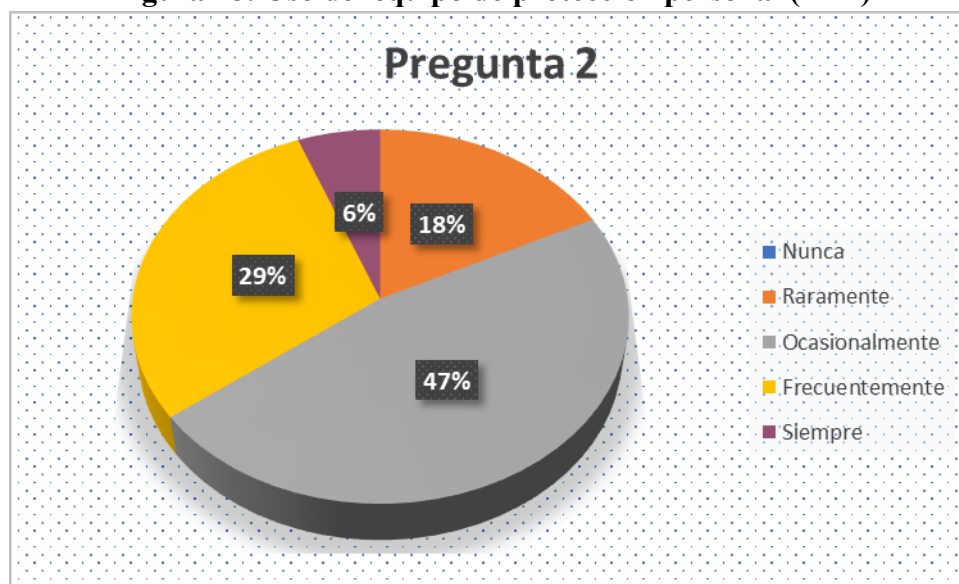
Los resultados obtenidos de la pregunta 1 del cuestionario, que indagan sobre la frecuencia con la que los operadores de maquinaria experimentan molestias físicas relacionadas con su trabajo, proporcionan una visión preocupante de la situación. De los 17 encuestados, ninguno seleccionó la opción "Nunca", lo que sugiere que no hay operadores que no experimenten molestias físicas en absoluto. Este hallazgo inicial revela una realidad inquietante en cuanto a las condiciones laborales en la empresa.

Un análisis más detallado revela que una proporción significativa de encuestados reportó experimentar molestias físicas con bastante frecuencia. En particular, el 52.94% de los encuestados afirmaron que siempre experimentan molestias físicas relacionadas con su trabajo. Esta cifra es alarmante y sugiere la existencia de condiciones de trabajo que pueden estar contribuyendo al malestar físico de los operadores de maquinaria. Este hallazgo plantea la necesidad urgente de abordar las condiciones laborales y la ergonomía en el lugar de trabajo.

Pregunta 2: ¿Con qué frecuencia utiliza el equipo de protección personal (EPP)?

- 1: Nunca
- 2: Raramente
- 3: Ocasionalmente
- 4: Frecuentemente
- 5: Siempre

Figura 18: Uso del equipo de protección personal (EPP)



Fuente: Autores

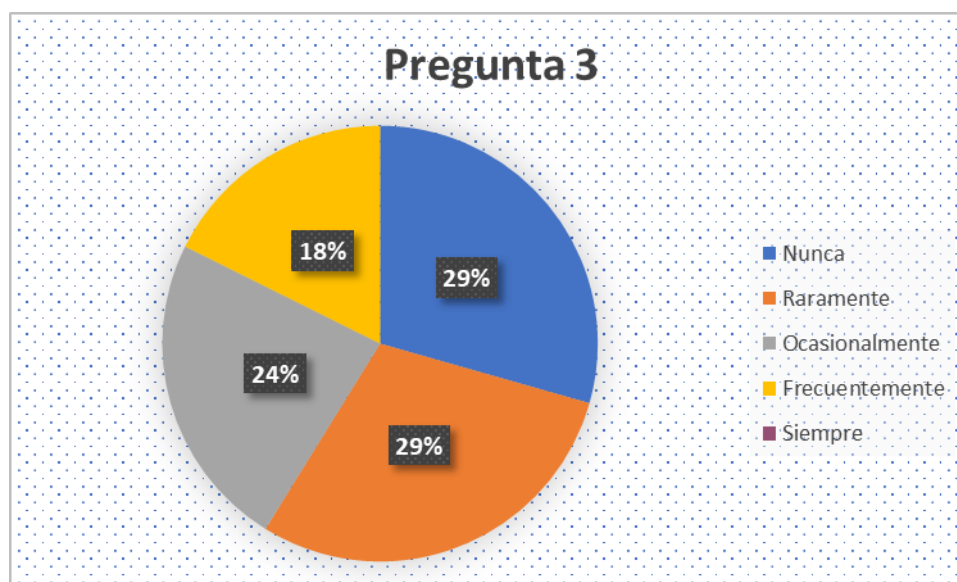
Los resultados de la pregunta 2 del cuestionario, que evalúa la frecuencia con la que los operadores de maquinaria utilizan equipo de protección personal (EPP), proporcionan una visión reveladora de las prácticas de seguridad en el lugar de trabajo. Se observa que ningún encuestado seleccionó la opción "Nunca", lo que indica que todos los trabajadores han utilizado el EPP en algún momento. Sin embargo, es preocupante notar que un porcentaje significativo de encuestados, específicamente el 47.06%, indicaron que solo lo utilizan ocasionalmente. Esta cifra sugiere que, aunque el EPP se emplea en cierta medida, su uso no es consistente o no se aplica de manera adecuada en todas las situaciones de trabajo.

Por otro lado, es alentador observar que el 29.41% de los encuestados afirmaron utilizar el EPP frecuentemente, lo que indica un compromiso con la seguridad laboral por parte de este grupo de trabajadores. Sin embargo, aún queda margen de mejora, ya que un pequeño porcentaje del 5.88% indicó que siempre utiliza el EPP. Este hallazgo resalta la importancia de promover una cultura de seguridad en la empresa y garantizar que todos los trabajadores comprendan la importancia y la necesidad de utilizar el equipo de protección personal en todo momento.

Pregunta 3: ¿Con que frecuencia ha experimentado alguna lesión o malestar relacionado con la ergonomía en los últimos 6 meses?

- 1: Nunca
- 2: Raramente
- 3: Ocasionalmente
- 4: Frecuentemente
- 5: Siempre

Figura 19: Asiduidad de lesión o malestar relacionado con la ergonomía



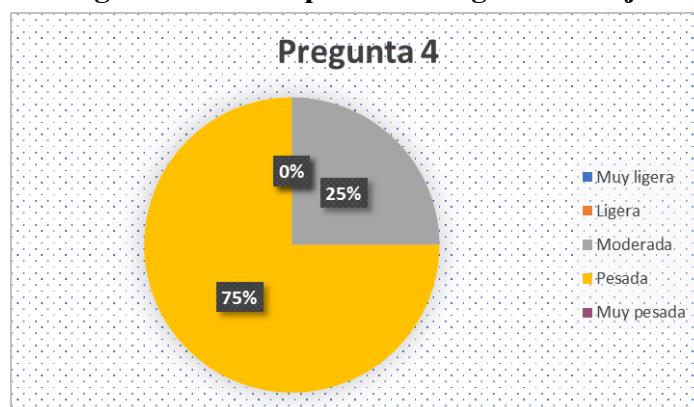
Fuente: Autores

Resulta preocupante observar que la mayoría de los encuestados, un 29.41%, indicaron que nunca han experimentado ningún tipo de lesión o malestar ergonómico en el período de referencia. Este hallazgo podría sugerir que una proporción significativa de los trabajadores no están conscientes de las lesiones o no las reportan, lo cual podría ser indicativo de una falta de conciencia sobre los riesgos ergonómicos en el lugar de trabajo o de una cultura de trabajo que no promueve la comunicación abierta sobre problemas de salud laboral. Además, un 29.41% de los encuestados afirmaron que raramente han experimentado lesiones o malestar relacionado con la ergonomía. Este resultado indica que, si bien las lesiones no son frecuentes, aún existen casos aislados que deben ser considerados y abordados para mejorar las condiciones de trabajo y prevenir lesiones futuras.

Por otro lado, un 23.53% de los encuestados indicaron experimentar ocasionalmente malestar relacionado con la ergonomía, lo que sugiere que hay un grupo significativo de trabajadores que enfrentan problemas ergonómicos de manera intermitente. Esta cifra destaca la necesidad de implementar medidas preventivas y correctivas para abordar estos problemas y mejorar el bienestar general de los trabajadores.

Pregunta 4: ¿Cómo describiría la carga de trabajo física en su puesto de trabajo?

Figura 20: Descripción de carga de trabajo

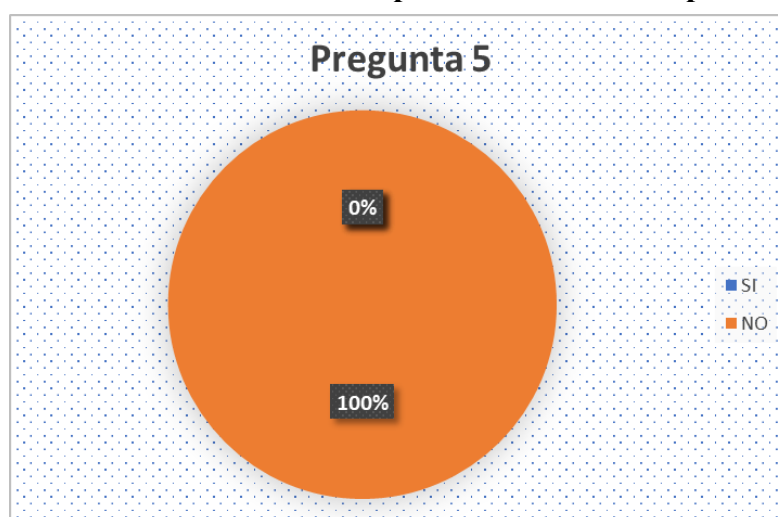


Fuente: Autores

El análisis revela que la mayoría de los empleados perciben la carga de trabajo físico como pesada o muy pesada, representando el 82.35% de las respuestas. Solo el 11.76% la describe como moderada. Estos resultados indican una percepción generalizada de una carga laboral física considerable entre los empleados encuestados. Es crucial abordar esta preocupación para garantizar la salud y el bienestar de los trabajadores, potencialmente mediante la implementación de medidas ergonómicas y de seguridad en el lugar de trabajo.

Pregunta 5: ¿Se le ha proporcionado información sobre la importancia de realizar pausas activas y estiramientos sobre su jornada laboral?

Figura 21: Información sobre la importancia de realizar pausas activas.

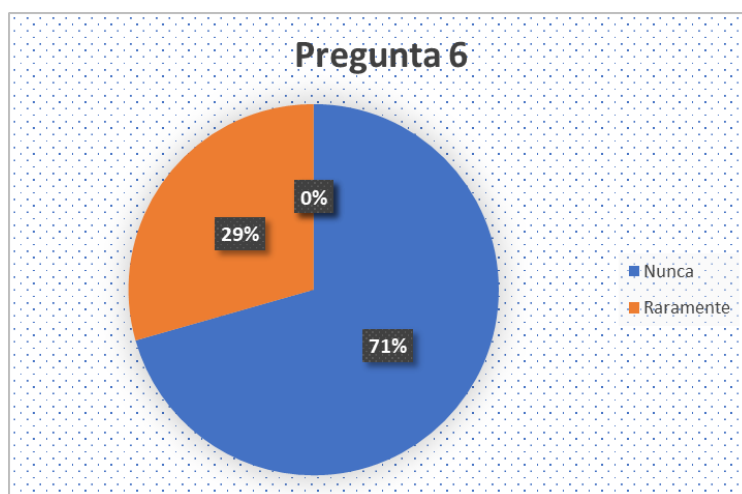


Fuente: Elaboración Propia.

La totalidad de los encuestados, representando el 100%, indicaron que no se les ha brindado información sobre la relevancia de realizar pausas activas y estiramientos durante su jornada laboral. Esta omisión resalta una necesidad de implementar programas educativos y de concientización acerca de la importancia de estas prácticas para la salud y el bienestar de los empleados. La integración de pausas activas y estiramientos puede ayudar a reducir el riesgo de lesiones laborales y mejorar tanto la comodidad como la productividad en el entorno laboral.

Pregunta 6: En base a la pregunta anterior, con qué frecuencia realiza pausas programadas durante su jornada laboral para descansar y estirarse.

Figura 22: Pausas programadas durante su jornada laboral para descansar y estirarse.

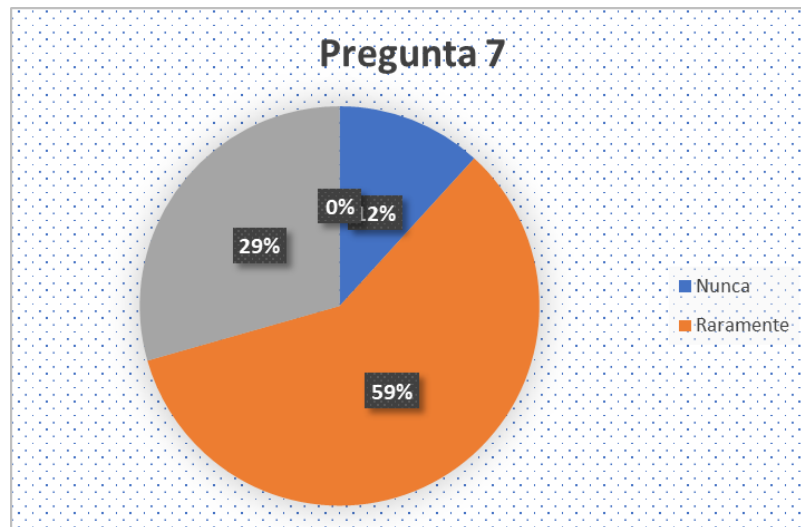


Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de la encuesta revela que la gran mayoría de los encuestados, representando el 70.59%, nunca realizan pausas programadas durante su jornada laboral para descansar y estirarse. Esta situación sugiere una falta de conciencia sobre la importancia de estas pausas para prevenir lesiones y mejorar el bienestar general en el entorno laboral. La ausencia de pausas programadas puede aumentar el riesgo de fatiga, estrés y lesiones relacionadas con el trabajo. Por lo tanto, es crucial implementar medidas para fomentar y promover estas prácticas entre los trabajadores.

Pregunta 7: ¿Con qué regularidad ha colaborado en evaluaciones ergonómicas para analizar y mejorar las condiciones de su estación de trabajo?

Figura 23: Colaboración en evaluaciones ergonómicas para mejorar las condiciones de su estación de trabajo

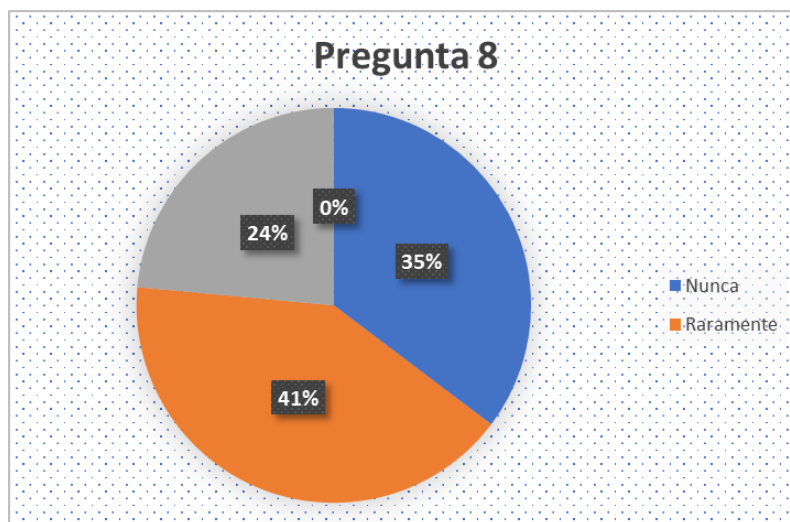


Fuente: Elaboración Propia.

El análisis revela que la mayoría de los encuestados, aproximadamente el 58.82%, colaboran raramente en evaluaciones ergonómicas para mejorar sus condiciones laborales. Esta tendencia sugiere una posible falta de conciencia sobre la importancia de estas evaluaciones para identificar y mitigar riesgos ergonómicos en el entorno laboral. La falta de participación puede derivar en una subestimación de los riesgos para la salud y el bienestar de los empleados. Por lo tanto, es esencial fomentar una cultura organizacional que promueva una participación activa en la identificación y abordaje de riesgos ergonómicos para garantizar un ambiente laboral seguro y saludable.

Pregunta 8: ¿Cada que tiempo la empresa le proporciona herramientas o equipos ergonómicos específicos para facilitar sus tareas?

Figura 24: Suministros ergonómicos específicos para facilitar tareas

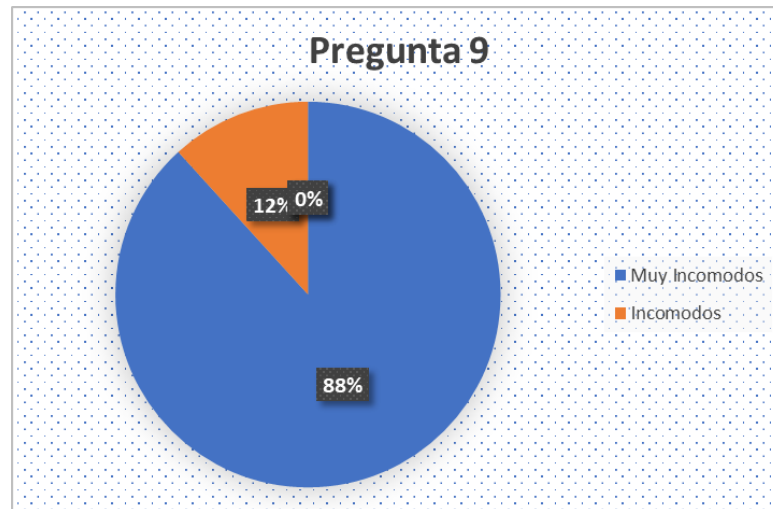


Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de la pregunta revela que la mayoría de los encuestados, aproximadamente el 76.47%, indican que la empresa proporciona herramientas o equipos ergonómicos específicos ocasionalmente o raramente. Esta respuesta sugiere una oportunidad de mejora en la empresa para garantizar la provisión regular de herramientas ergonómicas adecuadas para facilitar las tareas de los empleados. Proporcionar equipos ergonómicos de manera consistente puede contribuir significativamente a reducir el riesgo de lesiones relacionadas con el trabajo y mejorar la comodidad y productividad de los empleados. Es fundamental que la empresa considere aumentar la frecuencia de suministro de estos elementos para promover un entorno laboral más seguro y saludable.

Pregunta 9: ¿Cómo calificaría la comodidad de los asientos y la disposición de los controles en la maquinaria que opera?

Figura 25: Comodidad de los asientos y disposición de controles

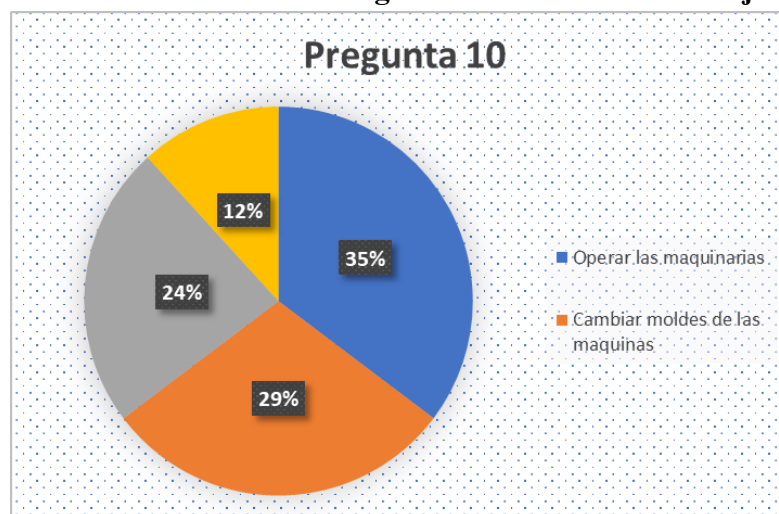


Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de esta pregunta revela que la mayoría abrumadora de los encuestados, aproximadamente el 88.24%, califican los asientos y la disposición de los controles en la maquinaria que operan como "Muy Incómodos". Esto indica un problema significativo en cuanto a la comodidad del equipo utilizado en el lugar de trabajo. La falta de comodidad puede tener un impacto negativo en la salud y el bienestar de los empleados, así como en su productividad. Es crucial que la empresa tome medidas para abordar estas preocupaciones y mejorar las condiciones ergonómicas de las máquinas para garantizar el confort y la seguridad de sus trabajadores.

Pregunta 10: ¿Cuál considera que es la tarea más demandante ergonómicamente en su trabajo diario?

Figura 26: Tareas más demandantes ergonómicamente en el trabajo diario



Fuente: Elaboración Propia.

Según las respuestas recopiladas, la tarea más demandante ergonómicamente en el trabajo diario varía entre los encuestados. Un 35.29% considera que operar las maquinarias es la tarea más exigente, seguido de cerca por el cambio de moldes de las máquinas con un 29.41%. Un 23.53% mencionó que operar el molino es la tarea más demandante, mientras que un 11.76% señaló que eliminar las rebabas es la actividad que más demanda ergonómicamente. Estos resultados resaltan la importancia de identificar y abordar los desafíos ergonómicos específicos asociados con cada tarea para mejorar las condiciones laborales y prevenir lesiones relacionadas con el trabajo.

4.5 Resultados del Takt-Time

El proceso de evaluación de los procesos productivos de Plásticos Chempro Cia. Ltda., identificó que la máquina inyectora VANDORN 300 tiene un Tak-Time de 0.46 minutos por unidad, lo cual significo que la máquina tarda aproximadamente 0.46 minutos en completar la fabricación de una unidad de producto.

Tabla 7: Resultados del Takt-Time antiguo

Takt-Time		
Demanda del cliente	12000	Unid/mes
Días de trabajo	480	Minutos /día
Días laborables de un mes	14	días
Minutos de descanso	30	Minutos/día
Disponibilidad de la maquina	90%	
Porcentaje de scrap	2%	1,02
Tiempo de trabajo	405	
Producción requerida	874	

Fuente: Autores

Nota: esta tabla muestra el resumen de una orden de compra de la empresa en cuestión, la cual facilita información para calcular el Tak-Time.

$$Takt-Time = \frac{TIEMPO DE TRABAJO}{PRODUCCION REQUERIDA}$$

$$Takt-Time = \frac{405}{874}$$

$$Tak - Time = 0,46 \text{ min/und}$$

Por otro lado la adquisición de la Máquina Inyectora Haitian MA 3200 resulta en una mejora significativa en la eficiencia de los tiempos y procesos productivos, como se refleja a continuación:

Tabla 8: Resultado del Takt-Time nuevo

Takt-Time		
Demanda del cliente	12000	UND/MES
Días de trabajo	480	Minutos /día
Días laborables de un mes	14	días
Minutos de descanso	30	Minutos/día
Disponibilidad de la maquina	90%	
Porcentaje de scrap	2%	1,02
Tiempo de trabajo	297,16	
Producción requerida	874	

Fuente: Autores

$$Takt-Time = \frac{TIEMPO DE TRABAJO}{PRODUCCION REQUERIDA}$$

$$Takt-Time = \frac{297,16}{874}$$

$$Takt - Time = 0,34 \text{ min/und}$$

Se observó que la máquina inyectora Haitian MA 3200 indica que tiene un Takt-Time de 0.34 minutos por unidad; es decir, que la máquina fue más eficiente en comparación con la máquina VANDORN 300, ya que pudo producir una unidad de producto en menos tiempo. En términos generales, se presentó una oportunidad significativa para Plásticos Chempro Cia. Ltda., ya que esta máquina ofreció una mejora notable en la eficiencia de los tiempos y procesos productivos, como se refleja en su menor Takt-Time en comparación con la máquina anterior.

Con un Takt-Time de 0.34 minutos por unidad, la Haitian MA 3200 permitió una producción más rápida y eficiente, lo que se traduce en una mayor capacidad de producción dentro del mismo marco temporal. Esta mejora en la eficiencia no solo optimiza los recursos de la empresa, como la mano de obra y la energía, sino que

también puede conducir a una reducción en los costos operativos y a una mayor rentabilidad a largo plazo.

Además, la introducción de la Haitian MA 3200 abrió nuevas posibilidades para Plásticos Chempro CIA. LTDA. en términos de competitividad en el mercado. Al tener la capacidad de producir unidades a un ritmo más rápido, la empresa pudo cumplir con las demandas de los clientes de manera más efectiva, ofreciendo tiempos de entrega más cortos y mejorando la satisfacción del cliente, esta mayor eficiencia también brinda margen para la exploración de nuevos mercados o la expansión de la cartera de productos, ya que la empresa puede adaptarse con mayor agilidad a las fluctuaciones en la demanda o a las nuevas oportunidades comerciales.

4.6 Evaluación económica

Para llevar a cabo la evaluación económica de la implementación de la Máquina Inyectora HAITIAN MA 3200, se realizaron análisis detallados de los costos asociados con la adquisición, operación y mantenimiento de la nueva maquinaria. Los resultados de esta evaluación se presentan a continuación:

Tabla 9: Precio de la Máquina HAITIAN MA 3200

SERIE MARTE (MAQUINAS SERVO MOTOR)	
PRECIO	
Precio Unitario FOB Ningbo, energía 460v, 60v, 3 fases	\$ 60.868,80
UPS y regulador de voltaje	\$ 655,20
Una válvula de aire	\$ 280,00
Un noyo adicional	\$ 280,00
imán para la tolva	\$ 49,60
Barra mecánica	\$ 1.149,00
Resistencias de repuesto	\$ 880,00
SUB TOTAL SERIE	\$ 64.162,60
Descuento del 4%	\$ 2.566,50
TOTAL PRECIO FOB NINGBO	\$ 61.596,10

Fuente: Autores

Tabla 10: Análisis de la matriz de riesgo

Factores	Descripción	Valor Numérico/ Porcentaje	Riesgo Asociado	Responsable
Costo de adquisición	Costo total de la adquisición de la maquinaria	\$ 61.596	Alto	Gerente de Finanzas
Reducción de costos operativos	Reducción en los costos operativos anuales	25%	Nulo	Jefe de Operaciones
Aumento en la productividad	Incremento en la producción diaria	30%	Nulo	Gerente de Producción
Rentabilidad	Mejora en la rentabilidad del negocio	15%	Bajo	Gerente General
Flexibilidad	Capacidad de adaptación a cambios en la demanda	Alta	Bajo	Gerente de Producción
Mantenimiento	Costos de mantenimiento y reparación de la maquinaria por año.	\$ 3400	Moderado	Jefe de Mantenimiento

Fuente: Autores

El análisis de la matriz de riesgo revela una combinación de factores de riesgo que deben ser cuidadosamente gestionados para garantizar el éxito de la adquisición de la maquinaria. En primer lugar, se identifica un riesgo alto asociado al costo de adquisición, lo que sugiere que la inversión inicial requerida es considerable y podría representar una carga financiera significativa para la empresa. Este riesgo debe ser mitigado mediante una cuidadosa planificación financiera y la búsqueda de opciones de financiamiento adecuadas.

Por otro lado, se identifican riesgos bajos asociados tanto al aumento en la productividad como a la rentabilidad. Aunque estos factores presentan un riesgo menor, aún deben ser monitoreados de cerca y gestionados eficazmente para asegurar que los objetivos de rendimiento sean alcanzados. Es esencial implementar medidas para maximizar el aumento en la productividad y garantizar que cualquier mejora en la rentabilidad sea sostenible a largo plazo. En general, el análisis de la matriz de riesgo

destaca la importancia de una gestión proactiva de los riesgos identificados, así como la necesidad de un enfoque integral para garantizar el éxito de la adquisición de la maquinaria y la consecución de los objetivos empresariales.

4.7 Resultados del cálculo del VAN

A continuación, analizaremos el VAN de la inversión que va realizar la empresa, considerando una tasa del 15%:

Tabla 11: Flujo de caja de la inversión

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
-\$ 61.596	\$ 20.000	\$ 32.000	\$ 35.000	\$ 40.000	\$ 50.000

VAN	\$ 50.734
------------	------------------

Fuente: Autores

El análisis del flujo de caja de la inversión muestra una tendencia positiva a lo largo del tiempo, con una inversión inicial en el Año 0 de -\$61.596, seguida de un retorno positivo en el Año 1 y años posteriores. Este flujo de efectivo indica que la inversión comienza a generar beneficios a partir del segundo año, con un incremento constante en los ingresos en los años sucesivos. La presencia de flujos de efectivo positivos en todos los años proyectados es un indicador alentador de la viabilidad financiera del proyecto a largo plazo. Además, el Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$50,734 confirmó la rentabilidad del proyecto, sugiriendo que los ingresos generados superan los costos asociados con la inversión inicial y los flujos de efectivo futuros.

Este análisis del flujo de caja y el VAN respaldaron la decisión de inversión en el proyecto, ya que demostró que la inversión inicial se recuperará en un período de tiempo razonable y generará beneficios adicionales a lo largo de la vida útil del proyecto. Los flujos de efectivo positivos a lo largo de los años indicaron un retorno sostenible y

rentable de la inversión, lo que proporcionó una base sólida para la toma de decisiones financieras. Esto sugiere que el proyecto tuvo el potencial de generar un retorno atractivo para los inversionistas y contribuir al crecimiento y la rentabilidad general de la empresa.

4.8 Resultados del cálculo del Payback

$$\text{PayBack} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Flujo de efectivo neto actual}}$$

$$\text{PayBack} = \frac{\$ 61.596}{\$ 50.734}$$

$$\text{PayBack} = \mathbf{1.21 \text{ años}}$$

El análisis del Payback, que mostró un período de recuperación de la inversión de aproximadamente 1.21 años, indicó que la empresa espera recuperar el monto de la inversión inicial de US\$ 61,596 en un poco más de un año después de la adquisición de la maquinaria. Este resultado fue alentador ya que sugirió una rápida recuperación del capital invertido. Sin embargo, es importante considerar que el PayBack no tiene en cuenta los flujos de efectivo más allá del período de recuperación, por lo que puede no proporcionar una imagen completa de la rentabilidad a largo plazo del proyecto. A pesar de ello, un PayBack de 1.21 años indica una inversión relativamente segura y con una rápida recuperación de la inversión inicial, lo que sugiere que el proyecto tiene un potencial sólido para generar retornos positivos en el futuro.

Conclusiones

Conclusión 1:

En conclusión, tras una evaluación exhaustiva de las características técnicas y capacidades de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200, quedó claro que esta máquina está perfectamente alineada con los requisitos y objetivos de producción de la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA. Su capacidad de inyección precisa, combinada con velocidades ajustables y un diseño robusto, garantizó una producción eficiente y confiable de una amplia variedad de productos plásticos. La versatilidad de la HAITIAN MA 3200 permitió adaptarse a las demandas cambiantes del mercado, mientras que su avanzado sistema de control minimizó los costos operativos, en general la HAITIAN MA 3200 no solo cumplió con los requisitos técnicos de la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA., sino que también prometió mejorar significativamente la eficiencia y calidad de su proceso de producción.

Conclusión 2:

Por otro lado, al identificar los requisitos específicos de producción de la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA. en términos de capacidad, velocidad y calidad, quedó evidente que la adquisición de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200 es completamente justificada. Con capacidades de inyección precisas y una fuerza de cierre de 320 toneladas, la HAITIAN MA 3200 pudo manejar piezas de gran tamaño y complejidad, cumpliendo así con los requisitos de capacidad de producción de la empresa.

Además, su velocidad de inyección de 394 g/s y capacidad para inyectar piezas de hasta 1127 g aseguran una producción rápida y eficiente, mientras que su enfoque en la calidad garantizó la satisfacción del cliente y la consistencia en los productos finales.

Conclusión 3:

Se concluyó a partir del análisis comparativo entre la adquisición de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200 y otras posibles soluciones o máquinas, se confirmó su posición como la opción más favorable para la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA. en términos de costos, riesgo ergonómico, eficiencia y retorno de inversión. Si bien es cierto que existen otras máquinas en el mercado, como la BORCHE BE 350 y la KRAUSS MAFFEI PX160, la HAITIAN MA 3200 se destacó por su equilibrio entre precio y prestaciones. Con un costo de adquisición competitivo y una reducción significativa en los costos operativos, la HAITIAN MA 3200 ofreció un retorno de inversión más rápido en comparación con otras alternativas. Además, su rendimiento y eficiencia superan a otras máquinas, como se evidencia en su capacidad para aumentar la productividad en un 25% y en su impresionante reducción.

En términos generales, la adquisición de la máquina inyectora HAITIAN MA 3200 representó un paso estratégico hacia la mejora y optimización de las operaciones de la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA. Su integración en la cadena de producción no solo impulsó la eficiencia y productividad de la empresa, sino que también fortaleció su competitividad en el mercado al garantizar la entrega oportuna de productos de alta calidad. Con un enfoque en la innovación y la excelencia operativa, la empresa está posicionada para alcanzar nuevos niveles de éxito y satisfacción del cliente gracias a la incorporación de esta avanzada tecnología de inyección de plástico del tiempo

Recomendaciones

- Se recomendó realizar evaluaciones periódicas de desempeño y mantenimiento de la HAITIAN MA 3200 lo cual garantizó su óptimo funcionamiento a lo largo del tiempo. Estas evaluaciones pueden incluir pruebas de rendimiento, inspecciones técnicas y análisis de datos operativos lo que identificó posibles áreas de mejora y optimización. Además, la capacitación continua del personal en el manejo y mantenimiento de la máquina contribuyó maximizar su eficiencia y prolongar su vida útil.

- También, se estableció un sistema de monitoreo continuo de la demanda y los requisitos de producción de la empresa Plásticos Chempro CIA. LTDA., la HAITIAN MA 3200 se adaptó según las necesidades cambiantes del mercado. Esto pudo implicar la implementación de herramientas de planificación de la producción, análisis de tendencias de mercado y retroalimentación regular de los clientes para ajustar los parámetros de producción y maximizar la utilización de la máquina.

- Por último, se recomienda realizar una revisión periódica del mercado y de las tecnologías emergentes en el sector de inyección de plástico para evaluar constantemente la competitividad y relevancia de la HAITIAN MA 3200 en comparación con otras soluciones disponibles. Mantenerse al día con las innovaciones en maquinaria y procesos de la empresa, lo que le permitirá tomar decisiones informadas sobre posibles actualizaciones o inversiones adicionales para mantener su ventaja competitiva.

Referencias Bibliográficas

- Aeromaquinados. (2019). *Tipos de inyectoras de plástico*. Obtenido de <https://aeromaquinados.com/tipos-de-inyectoras-de-plastico/>
- Alvarez, A. (2021). *GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA MEJORAR*. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8550/Alvarez%20Villalobos%2C%20Luis%20Anthony.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Baño, E. (2021). *Proceso de inyección en el plástico*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/326284-Proceso-de-inyeccion-en-el-plastico.html>
- Beltran, M., & Arcilla, A. (2015). *MOLDEO POR COMPRESIÓN*. Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16981/1/TEMA6_compresion.pdf
- Castro, A. (2023). *Moldeo por inyección de plásticos: inyectoras, materiales y tendencias*. Obtenido de <https://www.pt-mexico.com/articulos/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos-principios-y-mejores-practicas>
- Chemical Safety Facts . (2022). *Poliestireno - Información sobre la seguridad química*. Obtenido de <https://es.chemicalsafetyfacts.org/chemicals/polystyrene/>
- Garcia, I. (2024). *Definición de Valor Actual Neto (VAN)*. Obtenido de <https://economiasimple.net/glosario/valor-actual-neto>
- Garcia, M. (2021). *Propuesta metodológica de aplicación de investigación mixta en el desarrollo de Tesis de Arquitectura*. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10852/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1>

- Hidalgo, G. (2020). *GESTIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS PARA EL PERSONAL OPERATIVO DE MAQUINARIA*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Infinitia Industrial Consulting. (2021). *Materiales plásticos: Tipos, composición y usos*.
Obtenido de <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-plasticos-tipos-composicion-usos/>
- Infinitia Industrial Consulting. (2021). *Materiales plásticos: Tipos, composición y usos*.
Obtenido de <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-plasticos-tipos-composicion-usos/>
- Mancheno, J. (Agosto 2021). *Determinación de la viabilidad para la creación de una empresa empaadora al vacío de alimentos en el Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo*. Riobamba: Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo.
- Morales, L. (2021). *Manufactura esbelta para la optimización de la productividad en la línea de ensamble de puertas de refrigeración*. Guayaquil: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.
Maestría en Producción y Operaciones Industriales.
- Muñoz, D. (2023). *¿Qué son y cómo funcionan las inyectoras de plástico?* Obtenido de <https://www.plastico.com/es/noticias/que-son-y-como-funcionan-las-inyectoras-de-plastico>
- Muñoz, D. (2023). *Moldeo por soplado: todo lo que necesita saber*. Obtenido de <https://www.plastico.com/es/noticias/moldeo-por-soplado-todo-lo-que-necesita-saber>
- Muñoz, D. (2023). *Polipropileno: qué es y sus características*. Obtenido de <https://www.plastico.com/es/noticias/polipropileno-que-es-y-sus-caracteristicas>

- Ortiz, D. (2023). *Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en el proceso de producción de suelas para calzado en la empresa Preplast*.
Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.
- Ovalle, O. (2021). *Propuesta de mejora de la productividad en la confección de pantalones para mujer aplicando herramientas Lean Manufacturing*. Guayaquil: Salesiana.
- Perez, P., & Chavarro, J. (2015). *Diseño y construcción de una máquina de termoformado*. Obtenido de <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/1976>
- plastico, T. d. (2023). *Extrusoras de plástico: todo lo que debe conocer*. Obtenido de <https://www.plastico.com/es/noticias/extrusoras-de-plastico-todo-lo-que-debe-conocer>
- Porcile, F. (2020). *Servicio de operación, mantención y administración*. Santiago, Chile.
- Portal Produktowy Grupy PCC. (2020). *PLASTICA* . Obtenido de <https://www.products.pcc.eu/es/k/plastica/>
- Quintana, I. (2019). *Medida, analisis y control del ruido industrial*. Madrid: Escuela Técnica superior de ingenieros industriales.
- TRIANA . (2020). *Así funciona un inyectora de plástico*. Obtenido de <https://blog.iptriana.com/asi-funciona-un-inyector-de-plastico/>