

POSGRADOS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS MENCIÓN GESTIÓN DE PROYECTOS

RPC-SO-30-NO.502 -2019

OPCIÓN DE TITULACIÓN: PROYECTOS DE DESARROLLO

TEMA

PROYECTO DE DESARROLLO PARA LA
OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE
MANUFACTURA MEDIANTE EL USO DE
TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL ÁREA
DE EXTRUSIÓN EN LA EMPRESA PLASTIGAMA
AUTOR(ES)
PEDRO ANDRÉS BARROS BENAVIDES
MIGUEL ÁNGEL SALTOS ROJAS

DIRECTOR: NICOLÁS SUMBA NACIPUCHA

GUAYAQUIL-ECUADOR 2022



Autores:



Pedro Andrés Barros Benavides
Ingeniero Eléctrico
Candidato a Magíster en Administración de Empresas por la Universidad Politécnica Salesiana— Sede Guayaquil.
pbarrosb@est.ups.edu.ec



Miguel Ángel Saltos Rojas
Ingeniero Eléctrico
Candidato a Magíster en Administración de Empresas por la Universidad Politécnica Salesiana— Sede Guayaquil.
msaltosr@est.edu.ec

Dirigido por



Nicolas Armando Sumba Nacipucha

Magister en Administración de Empresas
Director de carrera de Administración de Empresas
Sede Guayaquil
_nsumba@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2022 Universidad Politécnica Salesiana. GUAYAQUIL – ECUADOR – SUDAMÉRICA BARROS BENAVIDES PEDRO ANDRÉS SALTOS ROJAS MIGUEL ANGEL



DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación es dedicado a Dios, quien me ha permitido tener las fortalezas para no rendirme en los momentos de adversidad, a toda mi familia, en especial a mis sobrinos quienes son los hijos con lo que hasta ahora la vida me ha premiado. Que este proyecto de investigación me permita sembrar en ellos una visión que puedan alcanzar y sea a la vez un estímulo de superación y crecimiento tanto personal como profesional, que puedan tener la convicción que con esfuerzo y dedicación todo lo que se propongan será posible.

Miguel Ángel Saltos



DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a la memoria de mi padre Eduardo Barros que goza de la Gloria de Dios, su bendición siempre me acompaña en todo momento y puedo sentir su inmenso amor por cada situación que se presenta en mi vida.

Lo dedico también este proyecto a mi madre Narcisa y a mi hermano Eduardo por quienes siento un amor profundo e incondicional, juntos somos un gran equipo.

Dedico este trabajo de titulación a todas las personas que están iniciando su vida universitaria, para que no desistan y continúen en este sendero que está lleno de momentos gratificantes.

Andrés Barros



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar esta maestría en la cual he podido conocer personas maravillosas que han aportado a mi vida.

A mi familia, a mi mamá, a mis hermanos que siempre han confiado en mí y me han apoyado durante todo este largo camino.

A mi mejor amigo Miguel Ángel que fue el empuje que necesitaba para recorrer juntos esta travesía universitaria y que me ha dado su apoyo incondicionalmente.

A mi amada novia Glenda que me apoya siempre, me cuida, me ayuda a ser una mejor versión de mí y me guía siempre para hacer las cosas mejor.

A mis docentes y en especial a mi tutor por su guía, entrega y compromiso en el desarrollo de este trabajo para que cumpla con todos los requerimientos indicados.

Gracias a todas las personas que han aportado en el desarrollo y término de este proyecto de titulación, sus aportes están plasmados en el mismo.

Andrés Barros



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme gozar de una vida saludable y despertar el día a día lleno de voluntad para continuar el camino propuesto y alcanzar la meta trazada.

A mis padres, familiares y amigos que siempre han sido la voz de aliento y la fuerza invisible que me ha empujado a mantener la convicción de avanzar en el ámbito personal, profesional y educativo, brindándome su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos e inundando sus rostros de alegría y gozo en cada éxito o fracaso que he logrado.

A mis queridos docentes quienes con paciencia y sabiduría impartieron sus conocimientos y saberes, en especial a mi tutor el Msc. Nicolás Zumba quien me ha guiado con paciencia y dedicación en el trayecto del desarrollo y ejecución de este proyecto de investigación.

Agradezco a mi amigo Pedro, hermano que la profesión me regaló y con el cual desarrollé el presente trabajo. A mis compañeros maestrantes que siempre me brindaron su apoyo y amistad durante las horas de clases.

Miguel Ángel Saltos



Tabla de Contenido

DEDICATORIA	3
DEDICATORIA	4
agradecimiento	5
agradecimiento	6
resumen	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1 Situación problemática	15
DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2 Formulación del problema	
JUSTIFICACIÓN	17
1.3 Teórica 1.4 Practica 1.5 Objetivos	18
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	19
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	20
2.1. Marco conceptual	20 22
2.1.4 Innovación tecnológica	25



2.1.6 Optimización de procesos administrativos	29
2.2 Antecedentes de investigación	31
2.3. Bases teóricas	34
2.3.1 Industria 4.0: descripción específica, características y	
POSIBILIDADES ASOCIADAS AL DESARROLLO EMPRESARIAL	34
2.3.2 Implementación de procesos de optimización de procesos	
Manufacturas a través de la industria 4.0	38
2.3.3 Desafíos de adoptar la industria 4.0	
2.3.3.1 Sistemas ciber-físicos (scf)	
2.3.3.2 Internet de las cosas (IoT) e internet de los servicios (IoS)	
2.3.4 Implementación de la industria 4.0 para optimización de	
PROCESOS	50
2.3.4.1 Fomento y desarrollo de innovación en el uso de tecnologías	
INNOVACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS	51
2.3.4.2 Innovación y optimización de procesos productivos	
2.3.4.3. Entorno del uso de la tecnología de la industria 4.0	
2.4. SÍNTESIS LITERARIA	
Z. I. JIIVI LJIJ LII LIVII (III)	
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA	59
3.1 Tipo de investigación	59
3.2 Enfoque de investigación	
3.3 Unidad de Análisis	
3.4 Población y muestra	
3.5 Técnica de recolección de datos	
3.6. Herramientas para análisis e interpretación de datos unidad de an	
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
4.1 Resultados de investigación de encuesta	
4.2 Esquema de revisión de resultados de encuesta	63
4.2.2 Resultados de revisión de situación actual de procesos de manufa	ACTURAS
EN ÁREA DE EXTRUSIÓN	64
4.2.2 Resultados del uso de tecnologías de la industria 4.0 en	
Procesos de innovación y mejoramiento continuo en área de	7
EXTRUSIÓN	75
4.2.3 Síntesis de resultados del uso de tecnologías de la indus	STRIA 4.0
	85
5. PROPUESTA	89
5.1 Implementación de tecnologías de la industria 4.0	
5.1.1 ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA	
5.2 Desarrollo de la propuesta	
5.2.1 VISIÓN 4.0	97
5.2.2 Optimización de procesos de diseño y producción:	
AUTOMATIZACIÓN E INTERCOMUNICACIÓN	
5.2.3 Niveles de ejecución de la propuesta	
5.2.4 Estudio económico del impacto de la industria 4.0 en los proceso	
MANUFACTURA	
5.2.4.1 Análisis de mercado	
5.2.4.2 Inversiones y gastos necesarios	
5.2.4.3 Financiamiento	
5.2.4.4 Rentabilidad	123
CONCLUSIONES	127



RECOMENDACIONES	130
REFERENCIAS	131



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Muestra de investigación	61
Tabla 2. Resultados de escenario de fabricación de objeto plástico	65
Tabla 3. Resultados de escenario de fabricación con procesos mecánio	COS
O TECNOLÓGICOS	66
Tabla 4. Resultados de datos de utilización de materia prima para	
FABRICACIÓN	
Tabla 5. Resultados de datos de fabricación por extrusión y a inyección	ИĈ
Tabla 6. Resultados de datos de filtros de contaminantes y bultos du	ROS
EN EL PROCESO DE MANUFACTURA	
Tabla 7. Resultados de datos de aplicación de modelos de coextrusión	
Tabla 8. Resultados de recolección de datos para ejecución de tareas	76
Tabla 9. Resultados de adaptación de datos de máquinas en	
REQUERIMIENTOS	
Tabla 10. Resultados de información de datos digitalizados	80
Tabla 11. Resultados de identificación de impacto en modelos de	
SIMULACIÓN	
Tabla 12. Resultados de implementación de tecnología de la industria	
Tabla 13. Síntesis de resultados de uso de tecnologías de la industria	
T	
Tabla 14 . Criterios de propuesta para transformación digital industr	
4.0	
TABLA 15. VARIABLES DE CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO	
TABLA 16. MODOS VARIABLES DE AMBICIÓN DEL PROYECTO	
TABLA 17. MODOS VARIABLES DE SITUACIÓN DE LA EMPRESA.	
TABLA 18. PLANEACIÓN DE RECURSOS, MATERIALES Y REQUERIMIENTOS	
TABLA 19. IMPLEMENTACIÓN DE PROCESO DE LA INDUSTRIA 4.0 PLASTIGAMA	
TABLA 20. RED DE LA PLANTA EN OPERATIVIDAD EXTRUSIÓN 4.0	
TABLA 21. ANÁLISIS DE MERCADO	
TABLA 22. GASTOS PREVIOS	
TABLA 23. INICIO DE ACTIVIDADES	
Tabla 24. Flujo de Caja	123



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Implementación de capacidades de industria 4.0	37
Figura 2. Clasificación conceptual de los desafíos de Big Data	44
Figura 3. Proceso de desarrollo e implementación de la innovación	
PRODUCTIVA	55
Figura 4. Marco de la tecnología organizacional para mejorar el	
ENTORNO	57
Figura 5. Datos de fabricación de moldes de manufactura en área de	
EXTRUSIÓN	
Figura 6. Datos de fabricación por compresión	69
Figura 7. Datos de fabricación por soplado	
Figura 8. Datos de utilización de extrusión por troquelado	
Figura 9. Datos de aplicación de elementos operativos de tecnologías	
INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA	
Figura 10. Datos de aplicación adecuada de procesos de manufactura e	
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	77
Figura 11. Datos de utilización de inteligencia artificial en análisis de	
DATOS	
Figura 12. Datos de procesos automáticos dentro del área de extrusión	
Frank 12 Ditto De Liveritation de la liveritation d	81
FIGURA 13. DATOS DE IMPLEMENTACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	
FIGURA 14. DESARROLLO ESTRUCTURADO DE LA PROPUESTA	
FIGURA 15. MODELO DE LÍNEA DE MANUFACTURA PARA EXTRUSIÓN	104
FIGURA 16. DIGITALIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN EN ÁREA DE	40.
EXTRUSIÓN CON LÍNEA DE MANUFACTURA EXTRUSIÓN 4.0	
FIGURA 17. PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PRODUCTO (EXTRUSIÓN 4.0)	
FIGURA 18. MARGEN, ROTACIÓN Y RENTABILIDAD DE MERCADO	
Figura 19. Participación de mercado de empresas fabricantes de plástic	
FIGURA 20 FINIANCIAMIENTO DEI REOVECTO	
FIGURA 21. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO	
FIGURA 21. ESTIMACIÓN DE GASTOS MENSUALES	
FIGURA 22. UMBRAL DE CRECIMIENTO ECONÓMICO	
FIGURA 23. PORCENTAJE ESTIMADO DE CRECIMIENTO	126



PROYECTO DE DESARROLLO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE MANUFACTURA MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL ÁREA DE EXTRUSIÓN EN LA EMPRESA PLASTIGAMA.

AUTOR(ES):

Pedro Andrés Barros Benavides Miguel Ángel Saltos Rojas



RESUMEN

La presente investigación se desarrolló para promover la optimización de procesos de manufactura mediante el uso de tecnología de la industria 4.0 en el área de extrusión de Plastigama, para ello, se revisaron los procesos de manufactura sobre la situación actual, a través de un estudio directo in situ, que ejecutó una revisión sistematizada del escenario en el área. La metodología de investigación fue cualitativa – cuantitativa, considerando que se cualificaron los procesos de manufactura sobre la situación actual de la organización en el área de extrusión, a través de un test de preguntas analizadas en escala Likert sobre una muestra de 21 personas, que demostró la situación actual. Asimismo, se analizó el uso de tecnologías de la industria 4.0 en el área de extrusión, como parte de conocer si existieron procesos de innovación y mejoramiento continuo para el área de extrusión. Los resultados demostraron que la empresa no cuenta con elementos de innovación y desarrollo tecnológico en una de sus principales áreas, ya que es en el área de extrusión donde se fabrican los productos plásticos. En consecuencia, se propuso un sistema denominado Extrusión 4.0 que implementa máquinas de extrusión digitalizadas con tecnología actual para optimizar la productividad, mejorar la calidad y ejecución de los procesos industriales en la empresa. El estudio económico demostró viabilidad en el proyecto, con un financiamiento de US\$160,995.00, VAN a 5 años en \$14,207,315,1 y una TIR de 65%. En conclusión, se prevé incrementar en 15% el crecimiento de la empresa en el mercado.

Palabras clave:

Manufactura, tecnología, Industria 4.0, extrusión



ABSTRACT

The present investigation was developed to promote the optimization of manufacturing processes through the use of industry 4.0 technology in the Plastigama extrusion area, for this, the manufacturing processes were reviewed on the current situation, through a direct study in situ, which carried out a systematized review of the scenario in the area. The research methodology was qualitative - quantitative, considering that the manufacturing processes were qualified on the current situation of the organization in the extrusion area, through a test of questions analyzed on a Likert scale on a sample of 21 people, which showed the actual situation. Likewise, the use of industry 4.0 technologies in the extrusion area was analyzed, as part of knowing if there were innovation and continuous improvement processes for the extrusion area. The results showed that the company does not have elements of innovation and technological development in one of its main areas, since it is in the extrusion area where plastic products are manufactured. Consequently, a system called Extrusion 4.0 was proposed that implements digitized extrusion machines with current technology to optimize productivity and improve the quality and execution of industrial processes in the company. The economic study demonstrated viability in the project, with a financing of US\$160,995.00, (VAN at 5 years in \$14,207,315.1 and an IRR of 65%. In conclusion, it is expected to increase the growth of the company by 15% in the market.

Keywords: Manufacture, technology, Industry 4.0, extrusion.



1.INTRODUCCIÓN

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Plastigama Wavin constituye una organización privada, que se desempeña como empresa dentro del área comercial e industrial de categoría de tuberías y conexiones plásticas para viviendas residenciales, hoteles, aeropuertos, urbanizaciones, y elementos urbanísticos en general dentro del sector de plásticos (Plastigama-Wavin, 2022). Su propósito está orientado al desarrollo de soluciones en el ambiente del hogar, relacionado a conexiones y elementos de conducción de fluidos. La empresa ha gestionado su imagen corporativa, basada en la responsabilidad e innovación de sus productos hacia el público, considerando elementos de evolución del mercado y demandas actuales de las necesidades en el área logística, industrial y de complementariedad con la construcción en acabados de fluidos principalmente.

La situación problémica se evidencia desde las áreas de operatividad y procesos, donde se gestiona la productividad de la organización para mantener su proceso productivo y comercial en su desempeño administrativo, empresarial e industrial, considerando la calidad productiva de la organización, siendo que, al día de hoy, se ha mantenido por más de 60 años en el mercado nacional, con un impacto comercial orientado al cliente ecuatoriano. Por ello, el escenario del problema se plantea como la causa sobre las falencias de actualización de los procesos que mantiene la organización en su aplicación y ejecución operativa, en el área de extrusión que desarrolla una labor central en el manejo de manufactura y operaciones. Sobre tal escenario, el efecto que se genera de ello, son los retrasos en la elaboración de artículos, productos y demás objetos que comercializa la organización, afectando directamente a su administración, comunicación interna, relaciones externas e ingresos económicos.

Desde el año 2017 – 2020, Plastigama Wavin, ha presentado un descenso en su productividad sobre estas áreas, de un 27% menos en relación con periodos similares a estos años (2014 – 2016), lo cual es contrastado debido al problema que se genera por falencias de actualización en técnicas, directrices y procesos organizados, actualizados y avanzados en el área de producción y operatividad con tecnologías actuales e



herramientas inteligentes que fomenten la innovación en el desarrollo industrial de la empresa, que mantenga su competitividad en el área comercial y de mercado donde desempeña sus actividades industriales, para brindar un producto adecuado y realizado con las herramientas industriales y tecnológicas de uso internacional actualizado en el desarrollo de productos plásticos (Plastigama-Wavin, 2022). En consecuencia, la implementación de un proyecto de desarrollo para la optimización de procesos de manufactura que integre el uso de tecnologías de la industria 4.0 en el área de extrusión en la empresa, representa un avance en el manejo adecuado de la organización, como pionera en su área comercial, motivando y fomentando el proceso de mejoramiento continuo para su sector productivo y brindando productos de mayor calidad a sus clientes.

Este escenario problémico resalta la gran perspectiva de actualización y el importante aspecto industrial que representa para los procesos de fabricación de productos plásticos en el área de manufactura de Plastigama Wavin, es por ello por lo que desde el año 2017, la administración de la empresa busca implementar procesos de mejoramiento continuo e innovación a través del uso de tecnologías de la industria 4.0, que adhieren a la organización tecnología y tecnificación para su mantenimiento en la competitividad industrial, empresarial y comercial que la lleve a mantenerse en la delantera tecnológica y de crecimiento frente a sus clientes, posibles clientes y partes interesadas en el mercado en general donde se desempeña. La Industria 4.0 se caracteriza por sistemas ciber físicos que permiten fusionar mundos reales y virtuales en tiempo real, ofreciendo beneficios significativos a la cadena de valor de fabricación. Estos beneficios incluyen, pero no se limitan a, productividad y eficiencia mejoradas, mayor intercambio de conocimientos y trabajo colaborativo, flexibilidad y agilidad, cumplimiento más fácil de las regulaciones, mejor experiencia del cliente, costos reducidos y mayores ingresos.



DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo la implementación de tecnologías de la industria 4.0?, fomentarían el desarrollo y optimización de los procesos de manufactura en el área de extrusión en la empresa Plastigama?

1.2.1. FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

 ¿Cómo se desarrolla actualmente el proceso de manufactura en el área de extrusión de la empresa para estimar su funcionalidad operativa en la organización?

JUSTIFICACIÓN

1.3 TEÓRICA

La justificación teórica se define sobre la importancia que constituye la innovación y evolución industrial en los procesos operativos de las empresas, considerando la adecuación de la utilización de las nuevas tecnologías, como la que se aplica en la industria 4.0, para el crecimiento industrial, empresarial y productivo, con elementos actuales de herramientas tecnológicas y digitales, utilizadas en el desarrollo, maximización y optimización de los procesos de manufactura en Plastigama. Por ello, la literatura actual de la temática se enfoca en los procesos de manufactura en el área de extrusión, que prevé un concepto horizontal y vertical para implementar elementos de actualización en los procesos de fabricación, acordes a la industria 4.0, en beneficio y mejoramiento del área de extrusión, con procesos innovadores para la fabricación, aportando a la creación de valor, en productos elaborados de acuerdo a las nuevas corrientes tecnológicas que aportan desarrollo y tecnología a la fabricación industrializada, especialmente en los productos elaborados a partir del plástico, maximizando su valor y ciclo de vida en la utilización y calidad de los artículos comercializados.



El propósito de la integración horizontal y vertical es desarrollar protocolos en toda la organización que involucren a todos los grupos laborales y productivos en las áreas relacionadas a la extrusión y fabricación en general de los productos de plástico, con el propósito de fomentar intercambio de información y datos en el momento adecuado, especificando la calidad de la cadena de valor y automatización de procesos (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018). La integración de ingeniería de extremo a extremo implica la integración de la máquina y la integración del cliente como partes del sistema de producción, junto con la integración de producto a servicio a través de la supervisión directa del fabricante, centrándose en el diseño del producto, la producción y el cliente; con lo que, se fomenta uno de elementos fundamentales de desarrollo e innovación para los diseños promovidos por la empresa, a partir de la utilización de la industria 4.0, como elemento de uso tecnológico y productivo, que es la interoperabilidad, y su idea central de integración. Estas integraciones han estado en constante uso por parte del sector manufacturero en función de sus ventajas como entidades singulares o como combinación, con lo que, se adhiere adecuadamente a los intereses de Plastigama para el desarrollo y optimización operativos.

1.4 PRACTICA

Con ello, el presente estudio prevé implementar un enfoque de integración horizontal para establecer una comunicación efectiva entre las áreas departamentales que deben estar coordinadas con la ejecución de procesos, información y datos, para una gestión organizada y adecuada en la operatividad de fabricación de productos plásticos. Asimismo, el estudio se justifica sobre la política del Estado para la promoción de la productividad y la innovación en los procesos administrativos, empresariales y de mercado, que constituyen un factor central para la expansión empresarial desde el fomento gubernamental para el fortalecimiento de la matriz productiva, que debe ser potencializada en el desarrollo e innovación, considerando la importancia en la práctica de las herramientas tecnológicas, que representan un elemento de maximización de recursos y actualización de competencia para las empresas en la industria que se desempeñan en el mercado nacional (Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, 2010).



Con esto, la implementación de la Industria 4.0 promoverá una arquitectura de comunicación flexible para una integración vertical que podría permitir a Plastigama conectar directamente sus sistemas de TI con sus plantas de fabricación, transfiriendo información como indicadores clave de rendimiento para respaldar la ejecución de procesos ya preestablecidos entre las diferentes áreas, y así promover la toma de decisiones acorde a las necesidades y características del proceso de fabricación de plásticos, según su requerimiento, y especificaciones de desempeño técnico para cada etapa de ejecución. En consecuencia, esta investigación, elaborada para la empresa Plastigama en su proceso de innovación y desarrollo tecnológico, se justifica en su realización, como un aporte al desarrollo empresarial, administrativo e industrial, como parte de la transformación innovadora y promoción de las herramientas digitales de utilización actual en todo el mundo, que fomentan y promueven el cambio de época en la elaboración de productos plásticos, llevando a esta importante industria a mejorar todos los ámbitos productivos en Ecuador y América Latina.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Realizar un proyecto de desarrollo para la optimización manufacturera en el área de extrusión de la empresa Plastigama, a través del uso de tecnologías de la industria 4.0.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar los procesos de manufactura sobre la situación actual de la organización en el área de extrusión.
- Analizar el uso de tecnologías de la industria 4.0, como parte de los procesos de innovación y mejoramiento continuo para el área de extrusión en la empresa Plastigama.
- Proponer procesos de manufactura que implementen las tecnologías de la industria 4.0, que incremente la operatividad productiva, optimizando la calidad y ejecución industrial.
- Efectuar un estudio económico del impacto de la Industria 4.0 en los procesos de manufactura del área de extrusión de Plastigama.



2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Industria 4.0

Representa un nuevo enfoque de desarrollo y productividad interconectada de manera actual, es decir que se transmiten datos al momento de manera coordinada y comunicada, para que todos los colaboradores y áreas involucradas, puedan actuar de manera integrada al momento de la elaboración, fabricación de los productos, con sistemas ciber físicos, fabricación inteligente, fábricas inteligentes, computación en la nube, computación cognitiva e inteligencia artificial (Arriaga-Atanacio & Zarco, 2020). Esta automatización crea un sistema de fabricación mediante el cual las máquinas en las fábricas se complementan con conectividad inalámbrica y sensores para monitorear y visualizar un proceso de producción completo y tomar decisiones autónomas. La conectividad inalámbrica y el aumento de las máquinas avanzarán enormemente con el despliegue completo de nuevas tecnologías digitales, proporcionando tiempos de respuesta más rápidos, lo que permitirá una comunicación entre sistemas casi en tiempo real.

La cuarta revolución industrial también se relaciona con las tecnologías de gemelos digitales; estas tecnologías digitales pueden crear versiones virtuales de instalaciones, procesos y aplicaciones del mundo real (Motta, Morero, & Ascúa, 2019). Luego, estos pueden probarse de manera sólida para tomar decisiones descentralizadas rentables, que representan copias virtuales que se pueden crear en el mundo real y vincularse, a través de Internet de las cosas, lo que permite que los elementos de tecnología y sistemas integrados, puedan comunicarse entre sí, y cooperar de acuerdo a los requerimientos operativos y laborales del área de incidencia, en identificación de tareas y objetivos de personal humano para crear un proceso de automatización e intercambio de datos en tiempo real para la industria.

La fabricación en la industria 4.0, dentro del elemento de automatización incluye interconectividad entre procesos, transparencia de la información y asistencia técnica



para decisiones descentralizadas (Severino, Flores, Tzitzihua, & Sánchez, 2019). En síntesis, esto debería permitir la transformación digital, promoviendo la fabricación automatizada y autónoma con sistemas unidos que pueden cooperar entre sí. La tecnología industrial 4.0, ayudará a resolver problemas y rastrear procesos, al mismo tiempo que aumenta la productividad, considerando que ya se ha demostrado a través de modelos comerciales como la programación fuera de línea y el control adaptativo para la soldadura por arco, llevando los elementos tecnológicos para la ejecución y elaboración coordinada de productos, en el taller de producción, como el área de operatividad indicada para diseño e intercambio de datos, según el mercado hacia donde está orientada la industria en el desempeño de la empresa en el sector comercial. Asimismo, existen procesos en empresas que implementan Industria 4.0 en la fabricación de automóviles y una variedad de fábricas inteligentes en todo el mundo.

Por tanto, es claro que la industria 4.0, está relacionada con empresas inteligentes en las que las áreas de producción se reemplazan con máquinas y las empresas se han vuelto altamente automatizadas, cambiándose las formas de trabajo más antiguas y las unidades de producción y las máquinas pueden tomar decisiones inteligentes a través de la integración de sensores, máquinas y personas (Casado & Santos, 2021). Además, debido a la revolución de la tecnología digital, se espera mejorar el tiempo de producción, el uso eficiente de los recursos y la calidad de la producción. Siendo así, los procesos de la cadena de suministro, como una importante parte de la industria en la fabricación de productos plásticos, se pueden planificar y administrar de manera efectiva a través de la disponibilidad de datos en tiempo real, dispositivos inteligentes y sistemas inteligentes, tal como se prevé establecer para la empresa Plastigama S.A., como un elemento fundamental de desarrollo e innovación en el sector de mercado donde se desenvuelve.

Sobre tales elementos, las tecnologías digitales pueden crear industrias ecológicas, las cuales se desarrollan mediante la gestión y el seguimiento efectivo de la sobreproducción, el consumo de energía y el desperdicio. Además, estas tecnologías brindan información precisa y oportuna que ayuda a superar la incertidumbre en todos los procesos y reduce el riesgo de errores humanos a través de la automatización, mejorando el tiempo de producción, ahorrando energía y reduciendo la incertidumbre



y el desperdicio de información, lo que ayuda a mejorar el desempeño de sostenibilidad de la empresa (Cabrera, Rodríguez, González, & Medina, 2020). Junto con eso, brinda a las empresas manufactureras especialmente en la industria del plástico, algunas oportunidades y desafíos con respecto al crecimiento sostenible, considerando la naturaleza comercial de esta importante área en la industria nacional.

2.1.2 Proceso de manufactura

El proceso de manufactura se presenta en esta investigación desde un enfoque de desarrollo tecnológico industrializado para los procesos de fabricación y producción, considerando que la digitalización está alterando los modelos comerciales tradicionales y remodelando las estructuras organizacionales y para comprender mejor la digitalización de los procesos de manufactura como fenómeno, se examina cada vez más los ecosistemas digitales, desde un punto de vista donde los ecosistemas de negocios digitales y las plataformas digitales, constituyen un elemento central en el proceso de fabricación, de acuerdo a la demanda de mercado y tipo de producto destinado para su elaboración.

Por tanto, el proceso de manufactura, desde el ámbito de desarrollo en línea, o digitalizado, de presenta desde varias perspectivas y se discuten utilizando una variedad de nomenclaturas. Los estudios de Sistemas de Información presentan a las plataformas digitales dentro de los mercados bilaterales y multilaterales desde donde se fundamentan los elementos centrales para el proceso de producción, considerando las variaciones de los mercados en tiempo actual (Cabrera, Rodríguez, González, & Medina, 2020). Es decir, que los procesos de fabricación no solamente se ejecutan desde un ámbito operativo y físico, sino que, además, se tiene en cuenta el desarrollo tecnológico que integran las herramientas digitalizadas para conocer la evolución del mercado y de su demanda en el momento, y con ello predeterminar los procesos de manufactura para los diferentes tipos de productos donde se ha destinado el segmento comercial y ámbito de fabricación productiva, basados en la ventaja competitiva. Los procesos de manufactura integran a los ecosistemas digitales, que no tienen valor si no forman parte de un ecosistema empresarial, considerándose como una comunidad económica respaldada por una base de organizaciones e individuos que interactúan entre sí para



promover un proceso de fabricación organizado y acorde a la evolución constante y continua del mercado (Gálvez & Fernández-Concha, 2018). Esta comunidad económica produce bienes y servicios de valor para los clientes, quienes a su vez son miembros del ecosistema; por lo que, el organismo también incluye proveedores, productores líderes, competidores y otras partes interesadas como elementos esenciales a considerar para la consecución de los procesos de manufactura en su sector de mercado.

Con el tiempo, los procesos de manufactura evolucionan conjuntamente en sus capacidades y roles, y tienden a alinearse con la dirección establecida por una o más empresas centrales, que representan los elementos constituyentes del sector industrial, donde los procesos de manufactura, fabricación y elaboración de productos, se fundamenta dentro de las nuevas corrientes tecnológicas en la evolución del mercado y la digitalización de los elementos que fluyen dentro de la operatividad industrial actual (Burbano & Montalvo, 2020). Siendo así, las empresas que implementan procesos de manufactura digitalizados, en uso de las nuevas tecnologías actuales, tienen roles de liderazgo y pueden cambiar con el tiempo, con lo que, la comunidad valora la función de líder del ecosistema porque permite a los miembros avanzar hacia visiones compartidas para alinear sus inversiones y encontrar roles de apoyo mutuo que integren a sus clientes y demandas, dentro del proceso de fabricación de los productos que comercializa.

2.1.3 Proceso de extrusión

La extrusión es un proceso simple de formación de metales por compresión; en este proceso, se utiliza un pistón o émbolo para aplicar fuerza de compresión en la pieza de trabajo. Estos procesos se pueden sintetizar de la siguiente manera:

- a. Se produce el primer tocho o lingote (pieza de trabajo de metal de tamaño estándar).
- b. Este tocho se calienta en extrusión en caliente o permanece a temperatura ambiente y se coloca en una prensa de extrusión (la prensa de extrusión es como un dispositivo de cilindro de pistón en el que el metal se coloca en el cilindro y es empujado por un pistón. La parte superior del cilindro está equipada con un troquel).



- c. Ahora se aplica una fuerza de compresión a esta parte mediante un émbolo instalado en la prensa que empuja el tocho hacia la matriz.
- d. El troquel es una abertura pequeña de la sección transversal requerida; esta alta fuerza de compresión permite que el metal de trabajo fluya a través de la matriz y se convierta en la forma deseada.
- e. Finalmente, en el proceso de extrusión la parte extruida se retira de la prensa y se trata térmicamente para obtener mejores propiedades mecánicas.

En consecuencia, la extrusión, representa un proceso en el que se fuerza el metal u otro material a través de una serie de troqueles para crear las formas deseadas; por lo que, muchos artículos se fabrican por extrusión, porque el proceso permite una producción continua y eficiente (Carreño & Mesa, 2020). En una extrusora comercial de tipo tornillo, un tornillo sinfín fuerza continuamente el material de alimentación de plástico a través de un orificio o matriz, lo que da como resultado formas simples como varillas y tuberías cilíndricas, barras sólidas y huecas rectangulares y placas largas. En la metalurgia, la extrusión convierte un tocho de metal en una longitud de sección transversal uniforme forzando el tocho a través del orificio de una matriz; el aluminio se extruye fácilmente.

Según la temperatura de trabajo, existen dos tipos de extrusión, en caliente y en frio. En primer lugar, la extrusión en caliente se determina si el proceso de extrusión tiene lugar por encima de la temperatura de recristalización, que es aproximadamente el 50 – 60% de su temperatura de fusión, el proceso se conoce como extrusión en caliente. Las ventajas que de ello se desprenden es que se requiere poca fuerza en comparación con el trabajo en frío, es fácil de trabajar en caliente, y el producto está libre de endurecimiento de manchas (Arriaga-Atanacio & Zarco, 2020). Las desventajas son que el acabado superficial es bajo debido a la formación de incrustaciones en la pieza extruida que afecta a su ejecución, aumentando con ello, el desgaste del troquel y requiriendo alto mantenimiento, elementos que pueden ser abordados en tiempo real a través de la implementación de herramientas digitalizadas en uso de la tecnología para promover una revisión continua de los procesos de extrusión en la industria.

La extrusión en frío se determina si el proceso de extrusión tiene lugar por debajo de la temperatura de cristalización o temperatura ambiente, el proceso se conoce como



extrusión en frío; latas de aluminio, cilindros, tubos colapsables, etc. son ejemplo de este proceso. Las ventajas son altas propiedades mecánicas, alto acabado superficial y sin oxidación en la superficie del metal. Las desventajas son que se requiere mucha fuerza y el producto se logra con endurecimiento por deformación (Cárdenas, 2020). Sobre ello, los procesos de extrusión pueden integrar elementos de innovación y desarrollo tecnológico que promueva el mejoramiento organizado y coordinado de la industria acorde a la evolución tecnológica y digital de las herramientas industriales en el crecimiento y expansión comercial, de mercado e industrial, adhiriendo elementos como las tecnologías de la industria 4.0, en el fortalecimiento corporativo, administrativo, productivo, empresarial e industrial en las áreas de desempeño y crecimiento empresarial.

2.1.4 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

La innovación tecnológica influye profundamente en las poblaciones organizacionales al alterar los mercados, cambiar la importancia relativa de los recursos, desafiar las capacidades de aprendizaje organizacional e incluso la forma de implementar las estrategias de marketing de las compañías (Cueva & Sumba, 2016). Según la caracterización de Schumpeter (2016), respecto de la innovación tecnológica como un proceso de destrucción creativa, la investigación de este reconocido autor respalda la idea de que las tecnologías evolucionan con el tiempo a través de ciclos de largos períodos de cambio incremental, que mejoran e institucionalizan una tecnología existente, puntuados por discontinuidades tecnológicas en las que las nuevas tecnologías radicalmente superiores desplazan viejos, inferiores, haciendo posibles mejoras de orden de magnitud o más en el desempeño organizacional.

La nueva tecnología puede mejorar la competencia, basándose en el conocimiento existente y reforzar las posiciones de los titulares, o destruir la competencia, volviendo obsoleto el conocimiento existente y haciendo posible que los recién llegados se conviertan en competidores tecnológicamente superiores (Uribe, Lemus, Martínez, & Torres, 2020). El fermento tecnológico generado por la discontinuidad termina con el surgimiento de un diseño dominante, una arquitectura única que establece el dominio en una clase de producto y el avance tecnológico vuelve a las mejoras incrementales de



la tecnología dominante, como el elemento central para el crecimiento y productividad de las empresas en el mercado y su sector industrial de desempeño, considerando con ello, la evolución del mercado y su demanda, que debe ser consecuente con la innovación tecnológica y productiva como una corriente de mercado a considerar en todo el mundo y con ello, en América Latina y Ecuador, para mantenerse competitivos a través del tiempo.

Aunque se debate la universalidad de este ciclo tecnológico, ha demostrado ser esclarecedor en una amplia variedad de industrias, por lo que, la innovación tecnológica crea oportunidades para que los empresarios creen nuevas organizaciones y establezcan posiciones competitivas a medida que decaen las fuentes de ventaja de los titulares. En este sentido (Guerra, Torres, Sumba, & Cueva, 2021) señalan la importancia de la transformación digitan en los negocios, y que esta debe estar presente en los diversos procesos de las empresas para que sea efectiva y colabore eficazmente con los objetivos organizacionales.

Siendo así, la innovación tecnológica también crea incertidumbre y riesgo para los titulares porque sus resultados solo pueden anticiparse de manera imperfecta (Suárez, Salazar, & Hernández, 2020). A partir de ello, la innovación tecnológica se constituye en el elemento central del desarrollo y evolución industrial, considerando que la implementación de herramientas tecnológicas y digitalizadas en la operatividad industrial, representa el elemento central para la consecución de los procesos productivos que buscan mantener vigente a la empresa en el mercado, garantizando su competitividad a través del tiempo. En consecuencia, la innovación tecnológica se representa como el ámbito de desarrollo estructural, funcional y operativo de la empresa y su sector industrial en el desempeño competitivo frente a otras organizaciones de su mismo sector productivo, que, al integrar procesos de innovación tecnológica, se garantiza mantener en alta demanda y calidad de sus productos en el mercado.

Es posible que no se conozca el impacto de una innovación hasta que sea demasiado tarde para que los titulares que utilizan conocimientos más antiguos compitan con éxito con los nuevos competidores; apostar demasiado pronto por una innovación



determinada puede poner en peligro la supervivencia de un escenario comercial si resulta que esa tecnología no se vuelve dominante (Martínez, Gómez, Carrasco, & Caballero, 2017). Por lo tanto, las tecnologías subyacentes y la innovación tecnológica pueden influir profundamente en la evolución y la dinámica competitiva de las poblaciones organizacionales en consecuencia, los procesos dan forma al cambio tecnológico innovador y puede profundizar la comprensión de los ciclos tecnológicos al examinar la dinámica del apoyo organizacional a las nuevas tecnologías.

2.1.5 Productividad empresarial

La productividad empresarial se refiere a los niveles actualizados con que la empresa, dentro de su segmento industrial y sector comercial, fomenta su desempeño y desarrollo, con una perspectiva de expansión de mercado y crecimiento de demanda a la que pueda hacer frente de manera competitiva, en uso de las nuevas tecnologías y elementos de digitalización, que promueven mayor agilidad en la productividad empresarial, haciendo más competitivo su rol en el mercado y garantizando su mantenimiento a corto, mediano y largo plazo (Benavente & Suaznábar, 2018). Se puede estimar a partir de la productividad de una fábrica según el tiempo que tarda en producir un bien específico; asimismo, en el sector servicios, por otro lado, donde no existen unidades de bienes, es más difícil de medir en el enfoque de productividad empresarial.

Por ello, algunas empresas de servicios basan su medición en la cantidad de ingresos que genera cada trabajador; luego dividen esa cantidad por su salario. Continuando en el entorno institucional, una empresa de fábrica de productos o artículos se puede medir la productividad dividiendo la producción total por el número de trabajadores. De esta manera, la productividad empresarial se presenta sobre dos aspectos fundamentales en la ejecución y mantenimiento de su vigencia en el mercado de manera competitiva, y es que el ámbito de productividad generada por los trabajadores representa el elemento de mayor importancia para poner en marcha todos los procesos productivos dentro de la organización, y otro elemento fundamental es la productividad de crecimiento productivo y operativo que se genera en la empresa (Llanez-Font & Lorenzo, 2021). Consecuentemente, la productividad empresarial debe estar enfocada en la productividad desde el punto de desarrollo laboral de los colaboradores, y la ejecución



de procesos y tareas en el desempeño operativo de la industria donde desarrolla actividades.

Por lo general, los modelos de proceso de productividad se pueden utilizar para el cálculo de indicadores clave de rendimiento que describen el comportamiento de los sistemas físicos en determinadas condiciones y para el análisis hipotético y la predicción del rendimiento en el área de industria donde se desempeña la empresa (Iturralde & Hernández, 2021). Por ello, la metodología de desarrollo empresarial se aplica en el contexto de productividad que amplía y actualiza significativamente la importancia y la usabilidad de los modelos de crecimiento laboral y comercial, desde la implementación de herramientas tecnológicas que integren a sus procesos productivos como las actualizaciones que manifiesten la vigencia de la empresa en la industria de intervención en su ámbito comercial y de mercado.

Por tanto, la productividad empresarial es fundamental para el mantenimiento competitivo y operativo de la organización a través del tiempo, considerando que a partir de ello, se prevé una representación virtual que refleja y simula un objeto físico (por ejemplo, un producto, un proceso, un servicio o un sistema), su entorno e interacción, proporcionando una imagen lo más precisa posible de cómo se comporta ese objeto en tiempo real y con ello, reflejando las perspectivas de desarrollo productivo para la empresa (Arriaga-Atanacio & Zarco, 2020). En los modelos de proceso ya no son solo herramientas pasivas de diseño o pronóstico que reflejan el estado de los sistemas físicos, sino componentes activos que interactúan con los sistemas físicos de manera bidireccional.

En consecuencia, el estado actual del modelo de productividad empresarial se actualiza utilizando la información recibida de los sensores instalados, y con el uso de herramientas de decisión apropiadas, como optimización, aprendizaje automático y análisis, los modelos pueden habilitar, monitorear y evaluar la aplicación de diferentes tipos de estrategias para determinados periodos mediante la realización de acciones correctivas y preventivas habilitadas desde actuadores instalados en el sistema físico, con lo que, se prevé el mejoramiento de los desempeños operativos y a través de ello, su productividad empresarial (Severino, Flores, Tzitzihua, & Sánchez, 2019). Siendo así,



es fundamental que las empresas del sector industrial consideren a elementos de desarrollo laboral y operativo como dos elementos centrales en la consecución de los objetivos de mercado, los cuales promueven el desarrollo y expansión de la empresa en el sector industrial donde se desarrolla, aportando así al crecimiento e innovación de los sectores productivos del Ecuador desde las localidades para fomentar y motivar el mejoramiento de procesos y uso de las tecnologías y herramientas acorde a las corrientes de desarrollo industrial.

2.1.6 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS ADMINISTRATIVOS

La optimización de procesos administrativos para la empresa, se presenta cuando se habla de la automatización de tareas de bajo valor agregado, la inferencia suele ser tareas administrativas, ingreso manual de datos y trabajo de verificación tedioso (Uribe, Lemus, Martínez, & Torres, 2020). Sin embargo, los procesos administrativos juegan un papel central en el corazón operativo de las empresas; estos procesos forman la columna vertebral de la organización, tal como auditoría, suministros, la sala de correo, reservas de salas de reuniones, limpieza y mantenimiento, trabajo de secretaría, archivo, condiciones de trabajo, etc. Este término genérico cubre una gama extremadamente diversa de trabajos y procesos.

Precisamente porque los procesos administrativos son esenciales para el buen funcionamiento del negocio, es necesario hacer una distinción entre las tareas que consumen mucho tiempo y no tienen valor agregado y el trabajo que debe seguir siendo realizado por personas. Por lo tanto, optimizar los procesos significa afirmar el valor del personal administrativo al tiempo que aumenta la calidad y la productividad empresarial (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018). De manera más general para la empresa, también es una oportunidad para eliminar los cuellos de botella que pueden constituir algunos de estos procesos, dichos cuellos de botella son un problema no solo para el departamento de administración en cuestión, sino para toda la organización. Detrás de la idea general de automatizar el ingreso de datos, estructurar flujos de trabajo y concentrar el esfuerzo humano en agregar valor, las principales áreas para la optimización de procesos administrativos son:



- a. Analizar una perspectiva diferente y mejorar sus métodos de trabajo por procesos de modelado a nivel funcional.
- b. Eliminar la entrada manual de datos y cualquier tarea innecesaria en general.
- c. Dejar de usar papel, por lo que se debe digitalizar la información y los flujos de datos para facilitar su uso y mayores posibilidades de consolidación.
- d. Mejorar la seguridad de acceso, garantizar la seguridad a largo plazo de los datos, proporcionar un registro de auditoría
- e. Automatizar y acelerar los flujos de datos, la circulación de información y alertas
- f. Incluir los procesos administrativos dentro del sistema de información general.

Tomando como referencia de procesos vinculados a la consolidación de libros de pedidos dentro de empresas mayoristas o subcontratistas de fabricación, el personal administrativo debe visitar regularmente los sitios web de varios clientes y socios y consolidar nuevos datos con los datos recopilados anteriormente, teniendo en cuenta los cambios que puedan ocurrir al revisar la información ya almacenada (Ispizua, 2020). Finalmente, se prevé que el equipo defina y delegue las nuevas tareas y responsabilidades y desarrolle los indicadores clave de desempeño para asegurar el seguimiento óptimo y la mejora continua sobre elementos tales como:

- a. Resultados esperados
- b. Proceso administrativo simplificado
- c. Identificación de cuellos de botella y su gestión optimizada
- d. Optimización de la productividad y aumento del nivel de servicio
- e. Aumento de la rendición de cuentas y la participación y concienciación de los empleados
- f. Eliminación de residuos y aumento de la productividad
- g. Reducción del tiempo de procesamiento
- h. Aumento de la capacidad de los recursos
- Reducción de costos a corto y largo plazo y aumento de la rentabilidad.

Todo este proceso implica una gran cantidad de trabajo manual, que incluye comprobaciones dobles repetitivas y cambios menores, recuperar datos de origen en



diferentes formatos (Excel, capturas de pantalla, reingreso manual de datos) antes de compararlos con el libro de pedidos actual y luego haciendo ajustes en el sistema ERP, tomando cada orden abierta de una en una (Arriaga-Atanacio & Zarco, 2020). A través de ello, la optimización de procesos administrativos se fundamenta en el desarrollo operativo y laboral de la empresa para la implementación de procesos modernos e innovadores que promuevan el desarrollo comercial e industrial, acorde a las corrientes del mercado en el mundo, aportando al país en el mejoramiento de nuevos procesos automatizados y en la maximización de recursos y la eliminación de residuos, evitando pérdidas para la industrial y generando crecimiento económico y productivo en las áreas del mercado de la innovación y producción.

2.2 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

La revisión de la literatura presenta investigaciones referenciales a la temática de estudio, que sustentan y fundamentan el presente documento, para conocer el escenario actual de los procesos de manufactura mediante el uso de tecnología 4.0 en la industria donde desarrolla actividades la empresa Plastigama, y con ello, se prevé aportar a la consecución de las conclusiones generales y elementos consecutivos de ejecución para el presente trabajo.

Román (2020), en su estudio de Maestría publicado por la Escuela de Ingeniería y Empresa de la Universidad de Deusto, denominado, Industria 4.0 en la transformación digital de la industria, mantiene coherencia con la necesidad de introducir a América Latina en un proceso de innovación y cambio que conlleve a mejorar sus relaciones económicas, comerciales y productivas con el resto del mundo, poniendo al sector industrial de cada país en el centro de la discusión empresarial sobre la importancia de

implementar un proceso de desarrollo para la optimización de sus procesos en áreas de producción, manufactura y desarrollo industrial en general. Por tanto, la industria 4.0 se centra en el desarrollo de modelos comerciales y de estandarización, implementando la digitalización para aumentar la eficiencia y la calidad del producto, así como reducir costos, proponiendo diferentes herramientas relacionadas con la gestión para facilitar la transformación de la industria actual.



Cortez, Izar, Bocarando & Osorio (2017), en su caso de estudio para la implementación de procesos de optimización en áreas específicas de la industria, se fundamenta en términos de sistemas físicos cibernéticos, internet de las cosas, internet de los servicios y fábrica inteligente, que es promovido por la investigación de estos autores en el Instituto Tecnológico de México, que promueve el desarrollo industrial a través de la innovación y la investigación empresarial, razón por lo que, desarrolló el estudio denominado: El entorno de la Industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras, en el cual motivan y exhortan a las empresas y sectores industriales de América Latina a incluirse en el constante trabajo de la evolución industrial y de procesos tecnológicos, como parte de la inclusión en la transformación digital de la producción. A través de ello, los autores procedieron a utilizar esta definición para proponer seis principios de diseño que pueden ayudar a las empresas a identificar e implementar escenarios de Industria 4.0; estos son: interoperabilidad, virtualización, descentralización, capacidad en tiempo real, orientación al servicio y modularidad.

Ispizua (2020), en su estudio referido a la interoperabilidad se refiere a la capacidad de los sistemas y la fuerza laboral de una empresa para comunicarse, intercambiar datos y coordinar actividades. La virtualización está vinculada al monitoreo de procesos físicos ya sea por un recurso virtual de múltiples recursos físicos o múltiples recursos virtuales de un recurso físico. La descentralización se refiere a la transición hacia los componentes del sistema en lugar de un sistema central para mitigar los riesgos e infundir flexibilidad en las operaciones. La capacidad en tiempo real significa la recopilación y el procesamiento de datos en tiempo real que permite una toma de decisiones informada y oportuna. La capacidad de utilizar análisis de *big data* para obtener un análisis predictivo que pueda ayudar a comprender mejor las necesidades de los clientes se denomina orientación al servicio y modularidad se refiere a la capacidad de las empresas para adaptarse de manera flexible a los requisitos cambiantes y las necesidades de la industria.

Arellano & Castaño (2017), señalan en su tesis de doctorado en administración empresarial, que existe una falta de preparación entre las empresas no solo para la adopción de la Industria 4.0, sino también para su implementación. Una cosa es decidir adoptar la Industria 4.0 y una tarea completamente diferente implementarla



correctamente, considerando que no existen enfoques estandarizados disponibles. Es importante resaltar primero los desafíos para la adopción de la Industria 4.0 y luego pasar a la implementación; con lo cual, su adopción incluye, entre otros, poca comprensión de las implicaciones de la Industria 4.0, falta de conocimiento y liderazgo unificado, incapacidad para estimar con precisión el retorno de la inversión, problemas legales, propiedad de datos, falta de cultura digital, falta de mano de obra digitalmente competente, falta de infraestructura y servicios basados en Internet, comportamiento reacio hacia la Industria 4.0, problemas de seguridad y limitaciones financieras. Estos son elementos complejos y se vuelven más desafiantes cuando se avanza hacia la implementación de Industria 4.0.

Franco, Lovato & Abad (2018), en su caso de tesis, señalan, que las empresas deben comprender desde el departamento administrativo y operativo, que las innovaciones tecnológicas afectan la visión y los objetivos de la empresa y requieren un plan estratégico para asegurar no solo su implementación, sino el buen funcionamiento de las operaciones a largo plazo. Estas innovaciones tecnológicas ayudarán a planificar actividades y obtener los beneficios potenciales de los avances tecnológicos. Esto muestra que existe la necesidad de una hoja de ruta estratégica que pueda respaldar la implementación de la Industria 4.0 y que a su vez permita una acogida positiva por parte de la fuerza laboral de la organización. Esto implica aspectos como la expresión de los requisitos del cliente, el desarrollo y diseño del producto, el reciclaje, la ingeniería de producción, los servicios de producción, la planificación y el mantenimiento de la producción.

Según Parra, Contreras, Vázquez y Fuentes (2019), desde la integración de un extremo a otro, cada etapa se puede reutilizar para el mismo modelo de producto; consecuentemente, los efectos del diseño del producto en los servicios y la producción se pueden predecir utilizando una herramienta de software en la cadena para asegurarse de que los productos sean personalizables. Por tanto, la integración e implementación de la industria 4.0 en la organización, representa un avance tecnológico en perspectiva al desarrollo y expansión comercial y de mercado, beneficiando tanto al entorno administrativo de la organización como a los colaboradores que intervienen en el proceso operativo.



En síntesis, la Industria 4.0 es el futuro de la fabricación global y por ello, se desea aplicar en la industria ecuatoriana, debido a que agrega las ideas existentes a una nueva cadena de valor que juega un papel crucial para transformar las cadenas de valor completas del ciclo de vida de los bienes mientras se desarrollan servicios y productos innovadores en la industria manufacturera que implica la conexión de sistemas a cosas que crean un control dinámico y auto organizado dentro de una organización. Siendo así, la Industria 4.0 describe un escenario futuro de la producción industrial que se caracteriza por los aspectos de un nuevo nivel de control, organización y transformación de toda la cadena de valor con el ciclo de vida de los productos, resultando en una mayor productividad y flexibilidad a través de tres tipos de integración efectiva que son integración de ingeniería horizontal, vertical y de extremo a extremo.

Por lo tanto, estos pueden predecir la degradación del rendimiento del producto y gestionar y optimizar de forma autónoma las necesidades de servicio del producto y el consumo de recursos, lo que conduce a la optimización y reducción de costos (Morales-Cervantes, Tellez, Carevo, & Espinoza, 2020). Por ello, la creación de redes de valor entre empresas dinámicas, optimizadas en tiempo real y auto organizadas a través de los sistemas ciber físicos tales como Internet de las cosas, inteligencia artificial, fabricación aditiva, computación en la nube y otros, se agregan en el proceso. Se espera la empresa Plastigama, se adecue a los nuevos procesos de optimización que, con la orientación y las habilidades técnicas adecuadas, pueda promover un impacto positivo en la industria, la cadena de valor y la productividad del mercado local y nacional.

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1 Industria 4.0: descripción específica, características y posibilidades asociadas al desarrollo empresarial

Cuando se trata del concepto mismo de Industria 4.0, es posible indicar con bastante precisión cuándo se hizo público por primera vez; el término fue acuñado en la Feria de Hannover en 2011 referenciando a la revolución y expansión del mercado industrial. Históricamente, la primera de estas fases (Industria 1.0) tuvo su consecución a finales de 1784 y supuso la introducción de una máquina de vapor en los sistemas mecánicos de producción. La siguiente fase de la Revolución Industrial (Industria 2.0) se inició a



finales 1870 con la aparición de los sistemas masificados de la producción, basados en el uso de la electricidad como elemento de energía para el desarrollo industrial de las áreas respectivas. La tercera fase (Industria 3.0) comenzó a fines de la década de 1960 a 1969; se asoció con el uso de sistemas electrónicos y de Tecnologías de la Información (TI) en el proceso de mayor automatización de la producción (Medina, Fajardo, & Shiller, 2020).

La fase cuatro (Industria 4.0) está asociada principalmente a las viabilidades y posibles elementos de desarrollo que se constituyen en el contexto de combinar los mundos real y virtual, a partir del uso de sistemas de producción ciber físicos. Otros términos utilizados en este contexto son internet industrial, empresa conectada, proceso de fabricación inteligente, internet de las cosas, industria digital (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018). Existen varias definiciones del concepto Industria 4.0, entendiéndose todas en el término de la próxima fase de digitalización del sector manufacturero; a partir de ello, se hace referencia a más de una docena de innovaciones clave en el campo de desarrollo tecnológico en base del desarrollo TI, para tecnologías de la información, como herramientas de crecimiento, innovación y productividad, que en la última década se ha impulsado con la modernización y actualización de la tecnología para la industria, transformando con ello, a los sectores como el energético y el productivo.

Este término debe entenderse como la digitalización de extremo a extremo de todos los recursos físicos y su integración con ecosistemas digitales creados con socios de la cadena de valor (Crespo & Tenecela, 2021). Consecuentemente, la esencia del término Industria 4.0 se reduce a incorporar la innovación y el uso e implementación de tecnología a través de elementos de informática y elementos ciber físicos para la actualización y vigencia de los procesos industrializados en la fabricación de productos, para una industria altamente competitiva. Acorde a ello, también se puede definir a la Industria 4.0 como una combinación de tecnologías físicas y digitales que permite la creación de una empresa digital que no solo está completamente conectada, y que es consecuente con una digitalización de interacción en tiempo real a través de herramientas tecnológicas que hacen posible una operatividad



innovadora, promoviendo mayor competitividad industrial y desarrollo empresarial, más holísticas e informadas. En síntesis, es posible señalar cuatro rasgos que caracterizan a la Industria 4.0, que son:

- a. Redes verticales de sistemas de producción inteligente.
- Integración de elementos organizativos y coordinación horizontal a través de una nueva generación de cadena de valor global.
- c. Ingeniería de desarrollo industrial, adaptada de manera integral en toda la cadena de valor.
- d. Aceleración mediante tecnologías exponenciales.

Al mismo tiempo, es posible señalar varios factores que estimulan el desarrollo del concepto Industria 4.0, tales como:

- a. Crecimiento exponencial de la cantidad de datos disponibles y desarrollo del fenómeno *Big Data*.
- b. Desarrollo de analítica avanzada.
- La aparición de nuevas formas de interacción hombre máquina, como la realidad aumentada.
- d. Los avances en los flujos de información entre el entorno digitalizado y los ámbitos de operatividad y crecimiento laboral en el entorno físico (transferencia de digital a físico), por ejemplo, la impresión en 3D.

Con ello, a su vez, se señalan las tres categorías de impulsores tecnológicos de la cuarta revolución industrial, es decir, físicos, biológicos y digitales. La primera de estas categorías incluye mega redes tecnológicas como vehículos autónomos, impresión 3D, robótica avanzada o nuevos tipos de materiales (Zamorano & Quiroga, 2021). Estos elementos de innovación tecnológica y desarrollo de herramientas digitales, representan la evolución de una industria que debe estar acorde a las demandas continuas del mercado, las cuales se prevé estén integradas dentro de elementos actuales que reconocen dicha demanda para adaptar a los elementos de producción y fabricación, maximizando recursos y evitando el desperdicio, llevando a las industrias innovadoras a procesos ecológicos y ambientalmente responsables dentro de los diferentes sectores de mercados e industrias donde intervienen.



En el campo de la biología, se trata de avances en la investigación genética, la biología sintética o el uso de la tecnología 3D en medicina (bioimpresión). En cuanto a los factores digitales, se incluyen tecnologías como *blockchain*, las plataformas tecnológicas para el desarrollo de la economía bajo demanda o el Internet de las Cosas (IoT). Al mismo tiempo, los datos y el análisis se indican como las capacidades principales, sobre lo que se prevé tres posibilidades esenciales relacionadas con el concepto de Industria 4.0, tales como se presentan en la figura 1:

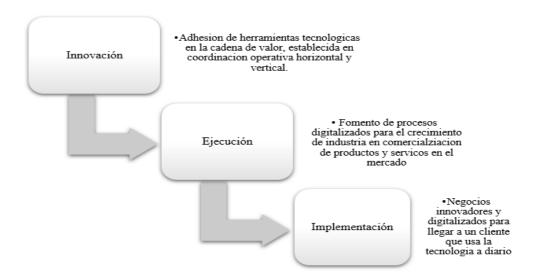


FIGURA 1. IMPLEMENTACIÓN DE CAPACIDADES DE INDUSTRIA 4.0

Fuente: (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018)

En consecuencia, la evolución de este sector de la industria a través de la innovación con la integración de la industria 4.0, representa un cambio en la forma de ejercer el desarrollo productivo y la forma en cómo se ha llegado a los clientes, a través de procesos de innovación, ejecución e implementación de herramientas tecnológicas, las cuales han evolucionado a lo largo de los años a un ritmo exponencial y han alcanzado el nivel de madurez adecuado tales como computación en la nube, dispositivos móviles, plataformas IoT, tecnologías de detección de ubicación, interfaces avanzadas de máquina a hombre, tecnologías de autenticación en la exposición de elementos de posibles falencias operativas, reconocidas por herramientas y análisis digitalizado inteligente, integrado a la *Big Data*, mediante procesos de interacción entre la tecnología y el personal que desarrolla los trabajos físicos en coordinación con las máquinas e industria de producción basados en sistemas de creación de perfiles de



clientes, realidad aumentada/vestibles, que constituyen las herramientas de implementación de las capacidades de la industria en uso diario (Suárez, Salazar, & Hernández, 2020).

2.3.2 Implementación de procesos de optimización de procesos de manufacturas a través de la industria 4.0

Las empresas, con el fin de asegurar el valor deseado por el cliente, diseñan y refinan continuamente sus procesos comerciales a través, entre otros, de la identificación y eliminación de todas las formas de desperdicio, que tienen un impacto adverso en el flujo y los efectos del trabajo (Llanez-Font & Lorenzo, 2021). En empresas bien organizadas que optimizan constantemente sus rutas de flujo (información, materiales, productos semielaborados y rutas de productos), un mapa de procesos definido permite identificar tanto, las fuentes de creación de productos de valor agregado como los desechos. El conocimiento avanzado de los procesos es característico de las empresas de sectores como automoción, electrodomésticos, electrónica y eléctrica, consumo masivo y sector alimentario; sin embargo, también en otras ramas es posible encontrar empresas que basan su actividad en el concepto de *lean management*, siendo normalmente líderes en su sector.

Los residuos se definen como un amplio espectro del ejercicio operativo el cual no genera desarrollo o valor a la organización, acorde a una ruta de flujo no regulada en las que la falta de cultura *lean* es endémica para el desarrollo y expansión de la operatividad e innovación de la industria en intervención de mercado (Severino, Flores, Tzitzihua, & Sánchez, 2019). Por tanto, la implementación de procesos de optimización de manufactura, se constituye como las herramientas necesarias para el mantenimiento innovador de los sectores de la industria a los que la comercialización de productos se ha estructurado de manera actualizada, es decir, con herramientas tecnológicas y digitales, que integran los nuevos modelos de operatividad y de medición de la demanda de mercado para promover los procesos de desarrollo industrial que responda a ello. Mientras que, en empresas con conocimiento avanzado de procesos, la búsqueda, reducción y prevención de desperdicios ocultos es obligatoria, en organizaciones con trayectoria de flujo no regulada este fenómeno no es unívocamente caracterizado y por



lo tanto subjetivo, y adicionalmente puede tener un impacto decisivo en la rentabilidad del negocio.

Organizaciones que no mapean sus propios procesos de negocio, se exponen a brechas de procesos, que no integran sus actividades con las necesidades y requerimientos del cliente, prolongando el tiempo de flujo, y como resultado degradan su propia liquidez contable (Alba, Palencia, & Suárez, 2020). La falta de estabilización de las vías de flujo es típica de empresas con bajo nivel de estandarización de operaciones, trabajan a ritmos inestables con un pequeño número de actividades repetitivas, con la necesidad de prestar atención a los detalles del producto, especialmente en empresas donde hay ninguna cultura *lean* arraigada y desarrollada, independientemente del campo de actividad.

Por supuesto, hay soluciones especializadas dedicadas a empresas productoras de piezas o pequeños lotes que integran flujos mediante el uso de sistemas de clase ERP, mediante el procesamiento de datos sobre la demanda, la disponibilidad de materiales,

las capacidades técnicas y tecnológicas de maquinarias y equipos, y cualquier otra información necesaria para brindar un plan de producción óptimo (Blanco, Fontrodona, & Poveda, 2021). Sin embargo, los sistemas de esta clase a menudo son inalcanzables para muchas pequeñas y medianas empresas y su implementación y mantenimiento están asociados con costos significativos. En consecuencia, desde esta perspectiva, es crucial que en la era del desarrollo del concepto Industria 4.0, existan soluciones de TI ampliamente disponibles en el mercado que respalden a las organizaciones con una ruta de flujo no regulada en la optimización empresarial al reducir efectivamente el desperdicio dentro de los procesos.

2.3.3 Desafíos de adoptar la industria 4.0

Este elemento de desarrollo y expansión de la industria de la innovación como ámbito de mejoramiento productivo y competitividad, se fundamenta como parte de la evolución de los procesos de manufactura y de manera general, en el uso de las tecnologías de la innovación, se presentan como parte de:

a. Sistemas ciber-físicos,



- b. Big data,
- c. Fabricante en la nube (cloud manufacturing),
- d. Realidad aumentada, y
- e. Fabrica inteligente

Basados en ello, los desafíos a adoptar por parte de las empresas que inician su evolución hacia el desarrollo de la innovación se adecuan a los procesos actuales que marca el uso de las nuevas tecnologías en competitividad directa en el mercado de la evolución de la productividad y operatividad que representa la industria 4.0, como un elemento y herramienta actual de expansión comercial y productiva, para una industria que debe ser cada vez más competitiva en el mercado, con el propósito de incrementar su productividad y mantenerse activa en el tiempo, especialmente a corto y mediano plazo, para garantizar su estabilidad de manufactura y producción en competitividad directa con otras empresas del mismo sector industrial para el desarrollo de la matriz productiva del país (Cárdenas, 2020).

2.3.3.1 SISTEMAS CIBER-FÍSICOS (SCF)

En la evolución de la tecnología de la industria actual, que referencia a la industria 4.0, se prevé la falta de un marco teórico unificado de red y recursos físicos, que es el principal desafío al desarrollar los sistemas ciber físicos. Por ello, se pueden encontrar otros problemas al observar los estándares de SCF, como el ruido en la medición, la inexactitud de la recopilación, la interferencia ambiental y las fallas en el proceso de cálculo del marco unificado (Montero & Rea, 2019). Para reducir la complejidad de diseñar y mantener la esencia de los problemas abstractos, es esencial crear un modelo que pueda abstraerse fácilmente, para generar desarrollo e innovación dentro de los elementos de productividad industrial, aportando nuevas herramientas que generen mayor eficiencia en los procesos operativos y mejor desempeño laboral y de confianza entre los colaboradores industriales en la ejecución de tareas en la empresa.

El diseño de los sistemas ciber físicos enfrenta problemas principales como la escalabilidad, la solidez, el rendimiento y la coincidencia (Burbano & Montalvo, 2020).

En general, se enfrenta a una serie de problemas debido a su complejidad, como la abstracción del desarrollo del conocimiento para su operatividad, ya que las empresas



e industria en general, se enfrentan a grandes procesos de cambio que generalmente no se encuentran previstas en su aplicación, teniendo en cuenta que los colaboradores y las herramientas tecnológicas no se han actualizado comúnmente en el entorno empresarial, por lo que, la integración de sistemas ciber físicos, representa un desafío en la forma de cómo producir y competir en un mercado de rápidos cambios y demandas, donde la calidad del servicio de los componentes y la ingeniería del conocimiento, es fundamental para mantener la vigencia a través del tiempo.

La cuestión clave es cómo gestionar la compleja interacción dinámica entre los sistemas de red y los sistemas físicos para el investigador del SCF; por ello, hasta ahora, no se puede utilizar completamente con la tecnología existente sin tomar en consideración elementos de conocimiento en la educación y fomento del conocimiento para los colaboradores en operatividad y manejo de las nuevas herramientas tecnológicas que integren dichos conocimiento con la utilización eficiente de las nuevas tecnologías (Martínez, Gómez, Carrasco, & Caballero, 2017). Por lo tanto, debe explorarse e investigarse más a fondo para que la SCF sea más aplicable dentro de la evolución de las tecnologías implementadas para el desarrollo de la industria actual, como un elemento que fomenta el crecimiento y la expansión de la industria, acorde a la evolución de las nuevas tecnologías en la operatividad y competitividad comercial.

2.3.3.2 Internet de las cosas (IoT) e internet de los servicios (IoS)

El internet de las cosas representa la integración de tecnologías heterogéneas y se utiliza en muchas áreas diferentes, como detección, recopilación, acción, procesamiento, gestión, transmisión, notificación y almacenamiento de datos; por lo tanto, los investigadores enfrentan diferentes problemas y desafíos (Gálvez & Fernández-Concha, 2018). A partir de ello, se estima que los principales problemas y desafíos de investigación incluyen la heterogeneidad, la interoperabilidad, la escalabilidad, la seguridad y la privacidad, y la calidad del servicio; en consecuencia, la siguiente parte explica más detalladamente los desafíos individuales.

En primer lugar, uno de los principales enfoques del internet de las cosas es la heterogeneidad, ya que se utilizan dispositivos heterogéneos como diferentes



tecnologías, sensores, varios *software* y estrategias de procesamiento. La causa de la heterogeneidad son las condiciones de operación, la funcionalidad, las resoluciones de la plataforma de *hardware*, el patrón de servicio, los modos de interacción y la adopción (Cortés, Izar, Bocarando, & Osorio, 2017). Los desafíos en la adopción de internet de las cosas son el uso de diferentes lenguajes de programación y diferentes sistemas operativos como Android, iOS, etc.

Estas nuevas aplicaciones incluyen nuevos dispositivos, protocolos, métodos de conectividad de red y modelos de aplicación resultantes; al mismo tiempo, existen diferentes tipos de áreas de aplicación y tecnologías de comunicación disponibles, incluso cuando las organizaciones cuentan con protocolos estandarizados adecuados (Iturralde & Hernández, 2021). El uso del internet de las cosas para admitir diferentes tipos de aplicaciones no funciona, ya que se estima que los referentes (empleados de empresas) aplicantes carecen de los recursos adecuados, como conocimientos técnicos, tiempo y recursos de procesamiento, que puedan resolver los dispositivos y redes restringidos.

En segundo lugar, la interoperabilidad es uno de los principales desafíos en el internet de las cosas, ya que existen diferentes limitaciones para diferentes dispositivos, como restricciones de energía, requisitos de ancho de banda de comunicación, capacidades informáticas y de seguridad. Además, los sistemas del internet de las cosas no pueden desarrollar todo su potencial debido a la falta de interoperabilidad, ya que más del 60% del valor potencial está actualmente en desarrollo para las empresas en países de primer mundo, y en países de América Latina y específicamente Ecuador, aún se está tratando de adaptar al sistema empresarial e industrial (Casalet, 2018).

El tercer desafío del internet de las cosas es la escalabilidad, para mantener o aumentar la calidad del servicio, monitorear, asegurar y administrar la cantidad de dispositivos por lo que, requiere un aumento proporcional en los recursos, por ello, su aplicación debe tener la capacidad suficiente para admitir la creciente cantidad de dispositivos integrados, usuarios, funciones de aplicaciones y capacidades analíticas. Además, enfrenta desafíos con respecto a las redes y la comunicación entre una gran cantidad de dispositivos diferentes (Guerra, Guzmán, Barragán, & Cantú, 2021). Otro desafío es la



seguridad y la privacidad, considerando que la protección de la información es un gran desafío debido a la naturaleza de recursos limitados de los dispositivos de internet de las cosas; al mismo tiempo, la cantidad de atacantes potenciales aumenta debido al acceso y la conexión globales, lo que significa que cualquiera puede acceder a los dispositivos del internet de las cosas.

El último reto es la calidad de servicio en las aplicaciones del internet de las cosas, por lo que, es un tema de investigación nuevo y sin expandir. En la perspectiva del internet de las cosas y calidad del servicio, tiene desafíos severos que requieren resolución, como disponibilidad, confiabilidad, movilidad, rendimiento, escalabilidad, interoperabilidad, seguridad, administración y confianza. Sobre ello, se estima que, algunas de las posibles soluciones para proporcionar calidad del servicio a varias aplicaciones de internet de las cosas, se mencionan a sobre arquitectura de calidad del servicio específico de la aplicación (Uribe, Lemus, Martínez, & Torres, 2020). Asimismo, se prevé, diseñar elementos de control y manejo en el desempeño operativo y manejo de las nuevas herramientas, como un entorno eficiente para lidiar con la eficiencia energética, el rendimiento y el retraso.

2.3.3.3 BIG DATA

Se estima que existen tres categorías principales de desafíos en *big data*, los cuales se han fundamentado en relación a las perspectivas de crecimiento industrial enfocados en los ciclos de producción para la vida de los elementos fabricados, especialmente en este documento para la fabricación de productos plásticos, donde la *big data* representa un acervo de datos e información para la consecución de los procesos productivos, que responden a los desafíos de datos, procesos y gestión de las áreas involucradas. A través de ello, se refieren a las características de los datos en sí, como el volumen, la variedad, la velocidad, la veracidad, la volatilidad, la calidad, el descubrimiento y el dogmatismo de los datos, los cuales están integrados y coordinados entre si para presentar elementos digitalizados y en tiempo real de datos e información operativa y productiva que representan los elementos centrales de desarrollo para la industria donde se aplica su ejecución (Fernández-Concha, Navarrete, Suárez-González, & Navas, 2021).



Además, los desafíos del proceso incluyen varias técnicas, que son fundamentales para llegar a la consecución de la implementación de procesos de *big data* dentro del entorno empresarial, productivo e industrial, tales como capturar datos, cómo integrar datos, cómo transformar datos, cómo seleccionar el modelo adecuado para el análisis y cómo proporcionar los resultados que prevén el desarrollo operativo dentro de la organización (Ávila, Albarrán, Maraboto, Ibarra, & Paredes, 2017). Así, se establecen nuevos procesos productivos e industriales, mejorando y fomentando el crecimiento administrativo de los colaboradores que pueden realizar sus labores de manera programada y efectiva.

Consecuentemente, la implementación de dichos procesos, representan una evolución en la forma de hacer las cosas al interior de la empresa, mejorando la perspectiva de desarrollo industrial, aportando innovación en el crecimiento del mercado y marcando un antes y un después del entorno productivo nacional, que constituye un cambio laboral, operativo y productivo en las empresas (Montero & Rea, 2019). Finalmente, existen desafíos de gestión relacionados con la privacidad, la seguridad, la gobernanza y las perspectivas éticas. En la figura 2 se puede ver una síntesis de los desafíos:

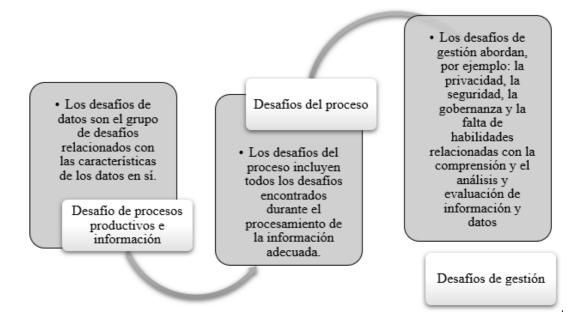


Figura 2. Clasificación conceptual de los desafíos de Big Data

Fuente: (Arellano & Castaño, 2017)

En consecuencia, se prevé que las organizaciones enfrentan desafíos tecnológicos en la evolución de su operatividad industrial a niveles organizacionales y ambientales durante



la adopción de la Industria 4.0 que representa una evolución y desarrollo para los procesos operativos a través del uso de la tecnología en las empresas. Consecuentemente, los desafíos que enfrentan la mayoría de las organizaciones son referidos a procesos de estandarización, el apoyo a la gestión, las habilidades y los costos (Alba, Palencia, & Suárez, 2020).

La mayoría de las empresas enfrentan desafíos y compatibilidad de datos, asimismo, se estima que, algunas empresas enfrentan los desafíos de complejidad, seguridad de la información, escalabilidad y externalidades de red, como parte de sus proyectos de desarrollo para la optimización de procesos de manufactura en el uso de las tecnologías de la industria 4.0. En síntesis, se puede decir que los desafíos más críticos son la estandarización, el apoyo a la gestión, las habilidades y los costos, como parte de una base de datos sólida, que promueven la evolución productiva de la empresa, en un proceso de transformación operativa y productiva dentro de cada sector industrial, para la evolución de las nuevas tecnologías de fabricación con elementos de información en tiempo real, que fomentan la maximización de recursos y evita las pérdidas previstas en dicho proceso.

2.3.3.4 FABRICACIÓN EN LA NUBE: DESARROLLO DE FABRICACIÓN INDUSTRIAL

Desde una perspectiva histórica sobre los desarrollos de la fabricación industrial y sus paradigmas y desafíos, se pueden entender los efectos de la fabricación en la nube; sobre ello, se estima que existen cinco desafíos principales a los que se enfrentan las empresas manufactureras (como Plastigama). El primer desafío son los diseños de productos complejos; el desarrollo y diseño de nuevos productos requiere la integración de aplicaciones, *software*, servicios y estructuras de conocimiento altamente complejos y avanzados; y el segundo desafío es la falta de un servicio de seguimiento (Severino, Contreras, Vázquez, Fuentes, & Cruz, 2022). El servicio de seguimiento es un elemento importante para aumentar las oportunidades comerciales y la creación de valor adicional; sin embargo, las empresas no ofrecen eso.

En tercer lugar, muchas organizaciones, deben hacerse cargos de los nuevos escenarios tecnológicos y productivos, que han digitalizado a la industria, con elevados costos de



subcontratación, mientras que el costo operativo en la elaboración, fabricación, producción y manufactura de productos, pueden generar nuevos costos de subcontratación (Cortés, Izar, Bocarando, & Osorio, 2017). Por lo tanto, los costos de subcontratación se vuelven cada vez más necesarios en las empresas, ya que el desarrollo del producto se vuelve cada vez más importante y complejo. En cuarto lugar, las empresas e industrias en ello, enfrentan el desafío de establecer un equilibrio entre las órdenes de fabricación, la capacidad de los recursos y la capacidad.

La razón por la que las empresas no pueden completar los pedidos de fabricación es la falta de equipos avanzados; asimismo, otras empresas cuentan con este equipo avanzado, pero carecen de pedidos de clientes. Este problema entre el proveedor de recursos y los consumidores de recursos se denomina problema de coincidencia de recursos; consecuentemente, el último desafío es la falta de modo de compartir recursos y capacidades (Uribe, Lemus, Martínez, & Torres, 2020). Estos temas señalan problemas y dificultades para que las empresas sean competitivas mientras dependen únicamente de sus recursos y capacidades internas como parte fundamental del desarrollo empresarial y operativo para el desarrollo de un proceso de innovación adecuado en el uso de la tecnología.

Por tanto, el desarrollo de procesos de operatividad para la optimización de una manufactura digitalizada, prevé ser más competitiva, donde las organizaciones tienen que resolver estos problemas de cambio en su plataforma operativa del uso de la nueva tecnología, basándose en un paradigma de fabricación como los servicios de soporte de fabricación. Para ello, se promueve la integración del uso de tecnologías de la industria 4.0, para compartir recursos escalables y económicos y una colaboración coordinada dentro de todas las etapas de la organización, acordes a la jerarquía empresarial para el fomento de una productividad eficiente y adaptada a los nuevos requerimientos de la industria 4.0, como elementos de maximización de recursos, y expansión de la industria basada en las nuevas tecnologías y la digitalización de la información para fomentar y promover el desarrollo empresarial.



2.3.3.5 REALIDAD AUMENTADA: DISEÑO Y FABRICACIÓN

Existen cuatro desafíos principales que incluyen precisión, registro, problemas de latencia y tecnología de interfaz de realidad aumentada en aplicaciones en la fabricación. En primer lugar, se requieren altos niveles de precisión para las aplicaciones de realidad aumentada en la fabricación para lograr el seguimiento y la superposición de información aumentada. Los sistemas incluyen sistemas externos e internos; donde los sistemas externos aplican GPS y técnicas de seguimiento interno (Martínez, Gómez, Carrasco, & Caballero, 2017). Los sistemas internos y un alto nivel de precisión en el seguimiento de la posición y la orientación suelen ser necesarios para las actividades de diseño y fabricación; por tanto, los sistemas internos comprenden técnicas de seguimiento de visión artificial, internas e híbridas, además, los sistemas híbridos incluyen láser, identificación por radiofrecuencia (RFID) y otros tipos de dispositivos de detección para promover una operatividad eficiente.

En segundo lugar, el registro es otro tema central en la realidad aumentada e incluye dos tipos de errores. El primero se denomina error estático que surge de la imprecisión presente en los dispositivos sensores, desalineaciones entre sensores y/o algoritmos de registro incorrectos; el siguiente son los errores dinámicos que son menos predecibles, que pueden deberse a problemas de latencia entre flujos de datos debido a retrasos fuera del *host*, sincronización y retrasos computacionales (Saa & Quiroga, 2021). En tercer lugar, los problemas de latencia pueden considerarse un problema importante, por lo que, la realidad aumentada requiere una latencia extremadamente baja para mantener los objetos virtuales en una posición estable, y así poder mantener un proceso operativo adecuado dentro de los propósitos empresariales e industriales en beneficio de una manufactura eficiente para promover y fortalecer una operatividad integrada dentro de todas las funciones laborales.

Por lo tanto, la diferencia de tiempo entre el momento en que se mueve un observador y el momento en que aparece la imagen que corresponde a la nueva posición del observador es una fuente importante de errores de alineación (Cabrera, Rodríguez, González, & Medina, 2020). En cuarto lugar, la tecnología de interfaz de realidad aumentada presenta cuatro factores principales que deben establecerse, que incluyen



los lugares de destino, los contenidos de realidad aumentada, el módulo de seguimiento y el sistema de visualización en el entorno.

Las tendencias y métodos de creación de prototipos son integrales para crear un entorno de realidad aumentada para la interacción del usuario final, proporcionando con ello, tres características que consisten en observación intuitiva, visualización

informativa e interacción inmersiva, y en el desarrollo de prototipos interactivos aumentados (Casado & Santos, 2021). Además, estas tres características contribuirán a la integración de la tecnología de realidad aumentada y al desarrollo de simulaciones 3D personalizadas en el proceso de fabricación.

2.3.3.6 FÁBRICA INTELIGENTE

Dentro de la literatura actual que prevé la optimización de procesos mediante el uso de nuevas y actualizadas herramientas tecnológicas, a través de procesos digitalizados, que eliminan posibles problemas de industrias en desarrollo con elementos de operatividad inteligentes que incluyen un mecanismo inteligente de toma de decisiones y negociación, *Big Data* específico de fabricación y su análisis, y seguridad cibernética y de propiedad (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018). Estos se explicarán a continuación:

- a. Mecanismo inteligente de toma de decisiones y negociación. Hoy en día, las capacidades autónomas y sociales son los facilitadores clave para la adopción de un sistema de fabricación auto organizado porque las máquinas inteligentes pueden tomar decisiones por sí mismas en lugar de recibir instrucciones directas y pueden negociar entre sí y con productos inteligentes.
- b. Big Data específico de fabricación y su analítica. Big Data es la tecnología clave de fábrica inteligente (Smart Factory) y los problemas de Big Data son relacionados a qué datos deben recopilarse, cómo se pueden recopilar estos datos, cómo formular, cuál es el significado y cómo analizar; como se mencionó anteriormente.
- c. Seguridad cibernética y propiedad. La seguridad es el elemento más importante en fábrica inteligente porque ninguna fábrica puede ponerse en



servicio sin seguridad. Las fábricas inteligentes enfrentan problemas en comparación con las aplicaciones tradicionales de Internet.

En consecuencia, toda la información sobre clientes, proveedores, estrategias comerciales y conocimientos se almacena en la nube pública, lo que significa que la información puede ser revelada por piratas informáticos. Por otro lado, los actores de la cadena de suministro están todos conectados por la nube, que incluye máquinas, objetos físicos y personas (Martínez, Gómez, Carrasco, & Caballero, 2017).

En síntesis, los problemas con el mecanismo de control darán lugar a que estos objetos funcionen de manera incorrecta y a la pérdida de propiedad, por tanto, es fundamental que los sistemas de operatividad que se implementen dentro de los procesos de desarrollo que aporta la tecnología, se vean beneficiados por una funcionalidad de trabajadores que responda de manera adecuada y acertada a los requerimientos que necesita la organización en beneficio de su productividad e innovación, que representa la implementación de la industria 4.0, en el crecimiento operativo, logístico, funcional y de desarrollo de nuevos modelos de manufactura para la empresa.

2.3.3.7 DESAFÍOS GENERALES DE LA ADOPCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 INNOVACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS

La implementación de nuevos procesos en el uso de herramientas tecnológicas y elementos de información digitalizada en este nuevo modelo de industria para la maximización de recursos y datos operativos, tendrá un profundo impacto en los empleados de las empresas manufactureras como Plastigama en el entorno administrativo que revisa este documento; considerando que, los empleados requieren calificaciones para poder aplicar esta nueva tecnología, como: relevancia de la Industria 4.0 en personal adecuado, es decir, disposición para aprender, social y/o interpersonal, tal como una resolución creativa de problemas en entornos sociales, relacionado con la acción, como la capacidad para encontrar soluciones prácticas y competencias relacionadas con el dominio, como comprender las tecnologías de red, así como el análisis y procesamiento de datos. Consecuentemente, un desafío importante para los fabricantes es desarrollar u obtener estas calificaciones.



Además, la aceptación de las tecnologías de Industria 4.0 por parte de los empleados es un desafío en la fabricación. Dado que la Industria 4.0 es una tecnología nueva, generará preocupaciones y ansiedades entre los empleados sobre la transparencia de los datos, la dependencia de los sistemas de asistencia técnica y la seguridad en el lugar de trabajo en los sistemas de interacción hombre – máquina. Por ello, se aconseja a las empresas mejorar la confianza y solucionar las inquietudes y angustias de los empleados; las ansiedades de los empleados tendrán un impacto negativo en la adopción de nuevas tecnologías.

2.3.4 Implementación de la industria 4.0 para optimización de procesos

La implementación de nuevos elementos de desarrollo tecnológico, para la maximización de recursos y elementos de operatividad, constituyen un cambio en la manera de cómo las empresas en cada sector industrial, promueven procesos de innovación, actualización y mejoramiento continuo, dentro de un escenario que responde a la evolución del mercado, para fomentar la transformación tecnológica en la modernización de la industria. Por ello, para conocer el proceso de innovación y el contexto al que se enfrentan las innovaciones, como el contexto tecnológico, organizacional y ambiental. Además, con base en el proceso de innovación, el autor de este documento, estima un modelo para la adopción de la innovación tecnológica en una organización para responder a ambos requerimientos de calidad productiva y administrativa eficiente (Cabrera, Rodríguez, González, & Medina, 2020).

Asimismo, se estima el propio elemento de desarrollo operativo para la optimización y maximización de recursos, que representa el elemento central para poder analizar el estado de adopción de la empresa Plastigama, como ámbito generador de desarrollo para la optimización de procesos de manufactura mediante el uso de la tecnología de la industria 4.0., en el área de extrusión (Severino, Flores, Tzitzihua, & Sánchez, 2019). A través de ello, la implementación de nuevas tecnologías prevé el desarrollo de la empresa y la expansión comercial como un resultado de la innovación de procesos que se estima a través del crecimiento funcional y operativo en las organizaciones.



2.3.4.1 FOMENTO Y DESARROLLO DE INNOVACIÓN EN EL USO DE TECNOLOGÍAS INNOVACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS

La importancia del desarrollo de nuevas tecnologías para la industria, presentó el modelo de difusión de innovaciones en 1962 que se ha ampliado y modificado un poco durante las últimas cuatro décadas debido a la investigación y el desarrollo teórico

adicionales (Parra, Contreras, Vázquez, & Fuentes, 2019). El marco teórico que fundamenta la implementación y aplicación necesaria de las nuevas tecnologías en el escenario evolutivo e innovador de la transformación empresarial e industrial, constituye el elemento central de innovación que deben llevar a cabo las organizaciones para mantenerse vigentes y competitivas en el sector de mercado donde se desenvuelven, considerando que el fomento de desarrollo e innovación en el uso de nuevas tecnologías, como la de industria 4.0, representa un salto en la forma cómo las empresas han desarrollado su ámbito operativo y productivo, marcando un antes y un después en su proceso de desarrollo y expansión.

Por ello, dichos procesos que integran a las nuevas tecnologías y herramientas de uso de digitalización de la información, se visionan como un aspecto transformador de la industria moderna, que actualiza sus procesos acorde a la evolución y demanda del mercado actual, basados en la unidad de adopción que se percibe como nueva; por ello, la novedad percibida de la innovación por parte del individuo es central, ya que determina la reacción del individuo ante ella (Román, 2020). A continuación, se explican las diferentes tasas de adopción de innovaciones según los atributos percibidos de las innovaciones en el uso de tecnologías para la industria:

- a. La ventaja como elemento relativo de desarrollo, constituye el beneficio de la adopción de las nuevas tecnologías en la forma como se ha realizado la operatividad en la industria.
- b. Compatibilidad se presenta como el elemento de innovación que es adaptado de manera coherente dentro del escenario de producción de la industria, para adherirse a la evolución del mercado y las necesidades que estos requieren como maximización de recursos potenciales.

c.



- d. Complejidad es el escenario que presenta la adopción de la innovación tecnológica dentro de la industria para su comprensión y utilización.
- e. Capacidad es el escenario que la prueba de implementación prevé en su adaptación dentro de la industria, y cómo esta se puede experimentar con una innovación de forma limitada.
- f. Observabilidad es el escenario que se prevé en el resultado del cambio operativo para la industria, que debe ser evidente en el desempeño productivo, operativo y laboral frente a los demás.

En general, se puede decir que las innovaciones que se perciben con una puntuación más alta, constituyen la pieza de desarrollo y expansión que necesitan las empresas en su sector industrial, como ventaja relativa y de maximización de la competitividad del mercado, poniendo un escenario de antes y después en el proceso de innovación para la implementación de nuevas tecnologías respecto a estos atributos de innovación es probable que se adopten más rápidamente (Velásquez, Alba, Palencia, & Suárez, 2020). Los elementos comunicativos que representa la implementación de las nuevas tecnologías para la revisión constante y continua de la información y análisis de datos en tiempo real, constituyen un avance oportuno y acorde a los nuevos retos de producción que la industria debe asumir en su transformación tecnológica, como un tipo particular de comunicación. Por lo cual, los canales de comunicación se refieren a los caminos por los cuales se intercambian mensajes entre individuos.

A través de ello, se distinguen los canales de los medios masivos (efectivos para distribuir rápidamente información sobre la innovación) y los canales interpersonales (efectivos para persuadir a las personas a adoptar una innovación). El tercer escenario que se manifiesta dentro de los elementos de desarrollo e implementación de la nueva tecnología, se fundamenta sobre la difusión de información adecuada y en tiempo real para la operatividad que puede medirse por la relativa precocidad o retraso con que se adopta una innovación, establecidos en base a cinco categorías de adoptantes, tales como: innovadores, primeros adoptantes, mayoría temprana, mayoría tardía, rezagados (Aragón & Cisneros, 2019). Los cuales representan elementos de operatividad y clasificación operativa de acuerdo a la capacidad productiva en la innovación del sector industrial y maximización de recursos.



Siendo así, los argumentos y escenarios que se establecen del entorno laboral y productivo para la industria, pueden describirse como el entorno en el que tiene lugar el proceso de difusión, definiendo este entorno como un elemento de desarrollo, crecimiento y expansión de la productividad empresarial en los procesos de fabricación y producción, donde la implementación de las nuevas tecnologías y herramientas de información digitalizadas, representan un elemento de maximización de recursos en materia laboral y de manufactura, que evita los problemas y alcanza un objetivo establecido para la industria en el mercado (Motta, Morero, & Ascúa, 2019). Asimismo, se estima que los individuos pueden asumir diferentes roles dentro de estos sistemas sociales; en consecuencia, los líderes de opinión brindan a otros miembros del sistema social información y asesoramiento sobre innovaciones.

2.3.4.2 Innovación y optimización de procesos productivos

La literatura actual de la administración empresarial y el desarrollo operativo de tecnologías de la industria ha definido el proceso de innovación en una organización en cinco etapas, dos durante el subproceso de iniciación y tres durante el subproceso de implementación (Medina, Fajardo, & Shiller, 2020). La iniciación se refiere a la recopilación de información, la conceptualización y la planificación para la adopción de una innovación. El resultado del subproceso de iniciación es una decisión sobre la adopción.

La implementación, por otro lado, se refiere a todas las actividades requeridas para poner la innovación en uso (Villareal & Corzo, 2020). Como se puede ver en la figura 3, el subproceso de iniciación incluye dos actividades, establecimiento de agenda y emparejamiento; por tanto, el establecimiento de la agenda comienza con un problema organizacional que desencadena la necesidad de una innovación e inicia todo el proceso de innovación.

Tal problema organizacional se puede encontrar en una brecha de desempeño, una brecha entre las expectativas de la organización y su desempeño. El establecimiento de la agenda en las organizaciones consiste en la estructuración de planes de acción y elementos operativos ya establecidos en el tiempo, para fomentar un desarrollo y



expansión programado de las organizacionales y la búsqueda de innovaciones como posibles soluciones a estos problemas.

El siguiente paso del subproceso de iniciación es el emparejamiento, que se refiere a adaptar un problema organizacional de la agenda con una innovación operativa, que representa el elemento de transformación de los resultados en la producción de la empresa en el sector industrial al que pertenece, maximizando sus recursos e incrementando la competitividad a través del tiempo, frente a los demás actores de la industria (Burbano & Montalvo, 2020).

Durante esta etapa, la organización intenta determinar qué tan adecuada es la innovación para resolver el problema; si la organización llega a la conclusión de que la innovación no es adecuada para resolver el problema, el proceso de innovación se determina en esta etapa (Alba, Palencia, & Suárez, 2020). Sin embargo, si una innovación se considera apropiada para resolver el problema, se inicia el subproceso de implementación, con el cual, se establecen los pasos apropiados y definidos por la organización para la ejecución programada de dichos pasos, con instrumentos de conocimiento en el uso y manipulación de las nuevas tecnologías y herramientas digitalizadas, que maximicen los recursos de la industria.

En la tercera etapa de redefinición/reestructuración se ajusta la innovación a las necesidades y estructuras organizativas. Pero no es sólo la innovación la que se está ajustando, también la organización se ajusta a la innovación (Franco, Lovato, & Abad, 2018). En algunos casos, se establecen nuevas unidades organizacionales para ajustar la organización; las innovaciones radicales a veces conducen a la incertidumbre dentro de una organización que se estima en resistencia contra la innovación.

Estas incertidumbres suelen ocurrir durante la adopción de tecnologías informáticas; considerando que algunas innovaciones son tan radicales que crean nuevas industrias, como el comercio electrónico y los procesos automatizados de la industria 4.0. En la etapa de aclaración, la innovación se pone en uso gradualmente en la organización para aclarar su significado para los miembros de la organización (Ávila, Albarrán, Maraboto, Ibarra, & Paredes, 2017). Esta etapa también se puede considerar como un proceso



social, ya que los miembros de la organización obtienen un entendimiento común de la innovación al hablar sobre ella.

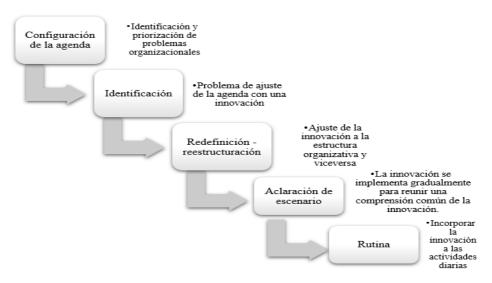


FIGURA 3. PROCESO DE DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA INNOVACIÓN PRODUCTIVA

Fuente: (Dragún, Ernst, Díaz, & Klüber, 2021)

Durante la etapa de rutina, la innovación se ha incorporado a las actividades de la organización y ya no se considera separada de otras actividades organizativas (Arriaga-Atanacio & Zarco, 2020). Esta etapa tiene el propósito de asegurar que la innovación continúe siendo utilizada más allá del final del proceso de implementación; consecuentemente, esta etapa marca el final del proceso de innovación, sobre lo que, se estima un proceso más simple de innovación tecnológica que consta de cinco pasos:

- a. Conciencia problema
- b. Coincidencia selección
- c. Adopción compromiso
- d. Implementación
- e. Rutinización

Se estima que estas cinco etapas se refieren al proceso de innovación desde la perspectiva del usuario y que el proceso se ve diferente desde la fuente de la innovación. Además, se enfatiza que la etapa de rutinización tiene el propósito de lograr un entendimiento común de la innovación en la organización (Morales-Cervantes, Tellez, Carevo, & Espinoza, 2020). En consecuencia, se prevé que el modelo de difusión busca Página **55** de 136



ser más completo en un proceso de optimización de procesos, donde aplica elementos de desarrollo tecnológico para que la industria incremente sus beneficios de productividad en el desarrollo empresarial a mediano y largo plazo.

2.3.4.3. Entorno del uso de la tecnología de la industria 4.0

Se estima que el marco de tecnología – organización – ambiente, para la adopción de innovaciones tecnológicas en la optimización de procesos de fabricación y/o manufactura (Benavente & Suaznábar, 2018). El marco considera tres elementos de las adopciones de innovación: contexto tecnológico, contexto organizacional y contexto ambiental; estos tres elementos influyen en la decisión de adopción de la innovación como un modelo de desarrollo operativo para la ejecución y transformación de los procesos de operatividad dentro de la empresa y su ámbito de industria, como escenario de evolución e innovación en el uso de la tecnología para la expansión de sus capacidades y demandas de mercado, específicamente en la etapa de manufactura, como un elemento apropiado en el entorno del uso de la tecnología de la industria 4.0.

El contexto tecnológico incluye todas las tecnologías que son relevantes para la empresa en cuestión, tanto las que ya se aplican en la organización como las que están surgiendo. Las tecnologías existentes se pueden utilizar como una medida del ritmo al que la organización puede adaptar los cambios tecnológicos, mientras que las tecnologías emergentes muestran a las empresas cómo la tecnología puede ayudarlas a evolucionar (Ávila, Albarrán, Maraboto, Ibarra, & Paredes, 2017). El contexto organizacional en el fortalecimiento de la administración de empresas, se relaciona con las características de una organización como su ámbito de desarrollo, operatividad, maximización de recursos y elementos de uso tecnológico, que constituyen los argumentos centrales de una administración empresarial acorde a los nuevos desafíos de la evolución industrial, tal como se puede ver en la figura 4.



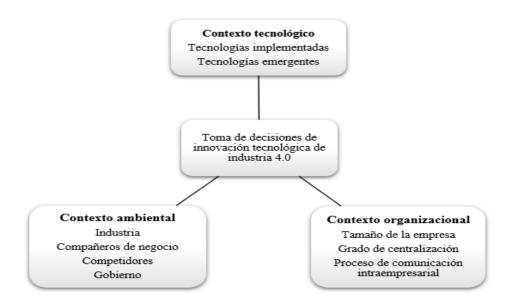


FIGURA 4. MARCO DE LA TECNOLOGÍA ORGANIZACIONAL PARA MEJORAR EL ENTORNO

Fuente: (Ispizua, 2020)

Los vínculos entre las subunidades de una organización influyen positivamente en la innovación y, por lo tanto, influyen en la adopción y la implementación (Granillo & Macías, 2021). En consecuencia, se prevé que las organizaciones orgánicas y descentralizadas con énfasis en los equipos y la comunicación lateral se adaptan mejor a la fase de adopción, mientras que las estructuras mecanicistas con énfasis en las relaciones formales y roles claramente definidos se adaptan mejor a la fase de implementación.

2.4. SÍNTESIS LITERARIA

En la revisión de la literatura presentada, los referentes teóricos fundamentan el proyecto de desarrollo para la optimización de procesos de manufactura mediante el uso de la tecnología de la industria 4.0, como un proceso de innovación y fortalecimiento para la organización y su productividad desde un enfoque empresarial administrativo. Asimismo, el contexto ambiental se establece sobre el ámbito de operatividad de la organización, esto incluye, la industria, los socios comerciales, los competidores y el gobierno administrativo, consecuentemente, estos factores externos pueden presentar oportunidades y desafíos para las innovaciones demostrando que la competencia intensa que influye en el desempeño y operatividad de manera positiva para el



establecimiento de procesos de innovación que fomente el crecimiento y expansión industrial, con organizaciones líderes en las cadenas de valor pueden influir en sus socios de la cadena de valor para innovar.

El marco se ha desarrollado para conocer el escenario actual de las herramientas tecnológicas para la innovación productiva, laboral, empresarial e industrial, que presenta la industria 4.0, desde una previsión de desarrollo de la industria manufacturera. Sin embargo, el marco de desarrollo y optimización de la industria, se considera un argumento fundamental para la continuidad y vigencia de las empresas en competitividad directa de incidencia para el desempeño productivo en el proceso de innovación – adopción. Además, a partir de ello, se tiene un fuerte apoyo en la difusión de la innovación fundamentado en las características externas de la organización; en consecuencia, puede considerarse coherente para su implementación y ejecución en los procesos de mejoramiento continuo, considerando que la Industria 4.0 cambiará la infraestructura, como los sistemas de tecnología de la información, así como los dispositivos y diseños en la fabricación.

Además de aquello, esta investigación prevé analizar en la etapa de metodología referente al lugar de investigación en la empresa Plastigama del cantón Durán, la perspectiva de los empleados sobre la Industria 4.0, que induzca cambios importantes en los procesos de fabricación y manufactura convencionales. En otras palabras, uno de los principales propósitos de esta innovación, puede definirse como el marco de un antes y un después en la ejecución de procesos productivos en la organización. Por tanto, las soluciones de actualización se fundamentan en el propósito de esta solución para permitir una implementación gradual de la tecnología de industria 4.0, como elemento central de este proyecto de desarrollo para la optimización de procesos de manufactura.



3. Materiales y metodología

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio es descriptivo, considerando que se describen los elementos operativos en el ejercicio y ejecución operativa para la maximización y optimización de los procesos de manufactura en la empresa Plastigama del cantón Durán, específicamente en el área de extrusión, para analizar el uso de la tecnología 4.0, como parte de los procesos de transformación productiva e innovación continua dentro de la organización. Esto se desarrolla como un avance en el crecimiento administrativo – empresarial, en el sector donde se desenvuelve, buscando integrar a la empresa dentro de los nuevos enfoques de competitividad de mercado y desarrollo administrativo para fomentar una estructura organizativa adecuada dentro del trabajo del área analizada (extrusión) y con ello, generar procesos de innovación y tecnología que promuevan el posicionamiento de la empresa a mediano y largo plazo.

3.2 Enfoque de investigación

Se manifiesta un enfoque de estudio cualitativo — cuantitativo, considerando que se cualificarán los datos e información sobre los actuales procesos de extrusión en la manufactura de productos que realiza la empresa Plastigama, para poder obtener una visión actualizada del escenario donde se desarrollan las actividades y operatividad dentro de la organización. Asimismo, es una investigación cuantitativa, considerando que se cuantificará la información a través del análisis de información obtenida de manera directa de los empleados del área de extrusión para conocer las falencias y necesidades operativas y administrativas que se requieren para optimizar dichos procesos y poder llegar a la consecución de los objetivos de investigación en la aplicabilidad y uso de nuevas tecnologías para la operatividad y productividad de la empresa dentro del sector industrial al que pertenece, con la previsión de incrementar su competitividad y crecimiento innovador. En consecuencia, su posición en el mercado en complemento con la competitividad creciente en el segmento donde desempeña sus actividades se prevé desarrollar y maximizar acorde al uso de nuevas tecnologías que



implementen un escenario de antes y después para la empresa, en su previsión de expansión y mejoramiento operativo a través del tiempo.

3.3 Unidad de análisis

Se define sobre los procesos de manufactura de Plastigama, específicamente en el área de extrusión de la organización, ubicada en el sector comercial del cantón Durán. Para ello, se tomará como fuente de datos a todo el departamento de esta área de la empresa, como un referente que evidencie el escenario actual para implementar un proceso adecuado de optimización de los procesos de manufactura, integrando nuevos procesos en el uso de la tecnología e innovación de desarrollo operativo para el mejoramiento industrial y expansión de la empresa en su sector directo de competitividad.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Se establece sobre el número de personas que realizar labores al interior del área de extrusión de la empresa Plastigama, para los procesos de manufactura de plástico que representan el elemento comercial de la organización en el mercado. Por tanto, población y muestra en este estudio se establece sobre el mismo grupo de talento humano de esta área y no ha hecho falta la implementación de una fórmula para la determinación de la muestra de manera estadística. El personal de investigación se establece consecuentemente sobre 21 personas que laboran en el área de extrusión de la empresa basada en el cantón Durán.

A partir de ello, se revisarán los procesos de manufactura los cuales se aplican como elementos de descripción y desarrollo de estudio in situ para el área específica de extrusión en la empresa.



TABLA 1. MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

Datos	Descripción	
Número de personas (muestra)	21 miembros del personal	
Departamento	Área de Extrusión de la empresa Plastigama	
Lugar	Durán	
Temporal	2022	

Elaborado por: Los autores

3.5 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica de recolección de datos es la encuesta, que se realizará al personal de la empresa, sobre el área de extrusión de Plastigama, ubicado en el cantón Durán, sobre lo cual se estimarán interrogantes relacionadas a los procesos de manufactura que servirán para conocer el escenario que se desarrolla actualmente al interior de la empresa, para la ejecución de procesos operativos en el desempeño laboral y funcional del área de extrusión para la organización. En consecuencia, se establecerá un test de preguntas para el conocimiento y análisis de datos e información que servirán en la consecución de los objetivos específicos del estudio, tales como:

- Revisión de los procesos de manufactura y operatividad especifica en el área de desempeño operativo de extrusión en la empresa.
- 2. Análisis del uso e implementación de nuevas tecnologías y herramientas de datos digitalizados como elemento innovador para promover el mejoramiento continuo en el área de extrusión de la empresa de estudio

En consecuencia, se prevé realizar una revisión de la operatividad del área, procesos de producción y funcionalidades donde interviene la eficiencia del personal y la eficacia administrativa de la empresa en la ejecución de tareas integradas, comunicadas y coordinadas. Por tanto, se determina como la técnica de investigación a la encuesta dentro del presente documento, la cual fue desarrollada en las fechas del 7 de febrero al 21 de marzo de 2022, en horarios laborales de 8am a 6pm, de lunes a viernes.



3.6. HERRAMIENTAS PARA ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS UNIDAD DE ANÁLISIS

La herramienta para la definición y análisis de la información se establece en el test de preguntas, que se ha establecido sobre 10 interrogantes referentes de preguntas cerradas con respuesta de opción múltiple en escala Likert. Sobre las opciones de las preguntas se estima el nivel de cálculo referencial de respuesta estadística, que representan los datos a obtener para implementar el proceso de optimización de procesos de manufactura a través del uso de tecnologías de la industria 4.0. En consecuencia, se pasa a la revisión de los resultados de la presente investigación, según lo revisado a través del documento de estudio.



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE ENCUESTA

Los resultados de investigación se han orientado a la consecución de los objetivos específicos del presente estudio, en consecuencia, como punto de partida de los resultados se prevé el análisis de revisión de los procesos de manufactura sobre la situación actual de la organización en el área de extrusión, el cual representa el cumplimiento del primer objetivo específico, para el establecimiento del estado actualizado de dichos procesos al interior de la empresa, en el área de estudio. consecuentemente, esta revisión del estado situacional de procesos, se realizó sobre los 21 miembros del personal que labora en el área de extrusión de la empresa Plastigama.

4.2 ESQUEMA DE REVISIÓN DE RESULTADOS DE ENCUESTA

Los resultados se presentan sobre la totalidad de interrogantes preestablecidas mediante test de preguntas para la situación actual en el área de extrusión y el análisis del escenario que debe ser determinado de manera situacional y actual, para poder establecer las falencias y necesidades correctivas dentro de la empresa en su operatividad e industria de intervención. Por tanto, se determinan en la primera etapa de revisión de resultados en la situación actual de procesos de manufactura, donde se presentan 3 opciones definidas con escala Likert.

En la segunda etapa se exponen los resultados del test de preguntas, como elementos de conocimiento para la implementación de tecnología e innovación para el área de extrusión, la cual se ha revisado sobre opciones en preguntas cerradas con escala Likert, de acuerdo a la definición de la interrogación en cada cuestionamiento. El análisis y tabulación de la información se ha desarrollado a través de la utilización del programa estadístico SPSS para conocer los datos exactos de resultados sobre los objetivos de investigación que se ejecutaron en la encuesta del 7 de febrero al 21 de marzo de 2022 en el área de extrusión de la empresa Plastigama.



La presentación de resultados se ha estructurado sobre figura detallada de datos estadísticos graficados y la tabla de resultados, describiendo los datos y la representatividad sobre la muestra de investigación. A continuación, se presentan los resultados del mismo:

4.2.2 Resultados de revisión de situación actual de procesos de manufacturas en área de extrusión

4.2.1.1 Primera pregunta

¿En su área de trabajo, al momento de la fabricación de un objeto plástico, se siguen estos tres pasos?

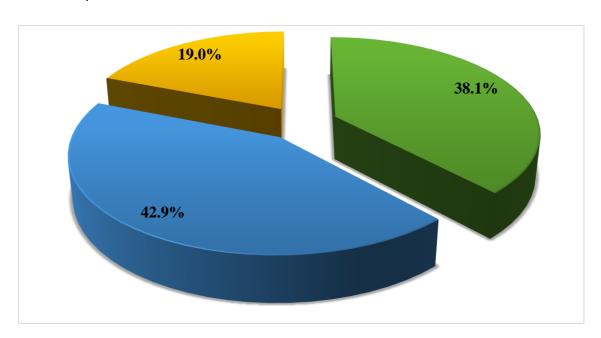




Tabla 2. Resultados de escenario de fabricación de objeto plástico

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Diseño de molde	1	8	38,1%
Fabricación de molde	2	9	42,9%
Fabricación de pieza	3	4	19,0%
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

La primera pregunta se refiere a qué área pertenece el colaborador en el momento de ejecución de las tareas para la fabricación del objeto plástico, por ello, se presenta la figura donde se detallan los porcentajes referidos a los pasos determinados en el proceso de fabricación de un objeto plástico, definidos en diseño de molde, fabricación del molde y fabricación de la pieza, para ello, dichos procesos de fabricación han presentado como resultado que el 38,1% se determina al área del diseño de molde, el 42,9% a la fabricación de molde y solo el 19,0% a la fabricación de la pieza. Este escenario manifiesta que actualmente la empresa aún mantiene procesos lineales y tradicionales de fabricación en el área de extrusión, sin mayor incidencia de la tecnología y digitalización del proceso.



4.2.12 SEGUNDA PREGUNTA

¿Para la fabricación del plástico se implementan elementos operativos basados en mecánica o tecnología?

Tabla 3. Resultados de escenario de fabricación con procesos mecánicos o tecnológicos

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Diseño asistido por ordenador	1	3	14,3%
Diseño de moldes preestablecidos manualmente	2	11	52,4%
No se ha establecido un modelo definido	3	7	33,3%
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

Análisis

La descripción del escenario de fabricación con procesos mecánicos o tecnológicos, manifiesta el estado actual de operatividad al que está enfrentado la empresa dentro del sector industrial al que pertenece, considerando que la tecnología representa un cambio y evolución en la manera como se procede a la ejecución de tareas funcionales y operativas en la productividad de la organización. Sobre ello, el 52,4% de los trabajadores respondieron que actualmente los procesos de fabricación del plástico en el área de extrusión se realizan con diseño de moldes preestablecidos manualmente, y el 33,3% indica que no se ha establecido un modelo definido para ello, sino que se realiza según el formato de producto que se va a elaborar. Esto es consecuente con el 14,3% que indica que una ínfima parte del proceso se realiza actualmente por ordenador.



4.2.1.3 TERCERA PREGUNTA

¿Cómo se fabrican los moldes para la manufactura de productos en el área de extrusión?

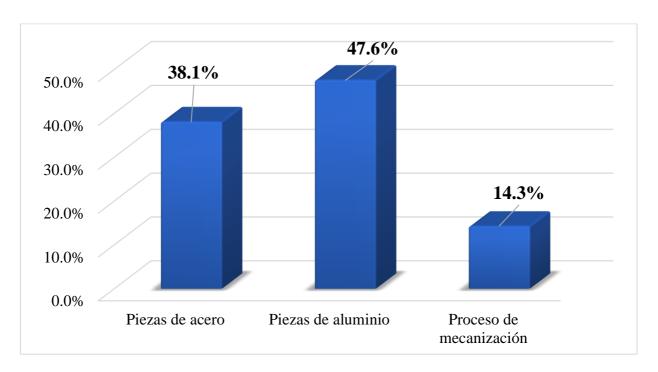


FIGURA 5. DATOS DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE MANUFACTURA EN ÁREA DE EXTRUSIÓN

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

La segunda pregunta presenta las 3 opciones definidas en la escala Likert, las cuales se establecen sobre el diseño asistido por ordenador (1), el diseño de moldes preestablecidos manualmente (2), y finalmente cuando no se haya establecido un molde definido (3), con lo que, se prevé conocer el escenario actual de desempeño operativo en dicha área, para lo cual, el 47,6% ha respondido que la fabricación de moldes para la manufactura de productos en el área de extrusión se realiza con piezas de aluminio, siendo consecuentes con las respuestas anteriores que determinan que aún se mantiene un proceso mecánico no asistido por tecnología. Asimismo, en concordancia con ello, el 38,1% manifestó que se realiza el proceso con piezas de acero y un 14,3% indicó que lo realiza como un proceso de mecanización donde se incorporan los dos procesos anteriores para la fabricación del plástico.



4.2.1.4 CUARTA PREGUNTA

¿Qué materia prima se utiliza para la fabricación de objetos plásticos?

Tabla 4. Resultados de datos de utilización de materia prima para fabricación

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Petróleo	1	13	61,9%
Gas natural, Carbón	2	7	47,6%
Productos del subsuelo	3	1	4,8%
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

La determinación de los resultados de datos en la utilización de materias primas para la fabricación de productos plásticos dentro de la empresa en su sector de la industria, se establece sobre las opciones de utilización del petróleo, gas natural, carbón y productos del subsuelo, los cuales son esenciales, cada uno dentro de su ámbito, para la elaboración de productos derivados del plástico en el proceso de extrusión para la manufactura en la empresa. Consecuentemente el 61,9% de los trabajadores indicaron que la materia prima más utilizada para la fabricación de objetos plásticos es el petróleo que está procesado, apto para la fabricación del plástico en el área de extrusión de la empresa Plastigama. Asimismo, el 47,6% respondió que el gas natural y el carbón constituyen elementos necesarios para la fabricación de los productos, consecuentes con pequeñas cantidades de productos del subsuelo, especialmente minerales procesados, sobre lo cual el 4,8% indicó que representa un componente para el producto final.



4.2.1.5 Quinta pregunta

¿Cómo se realiza la fabricación por compresión?

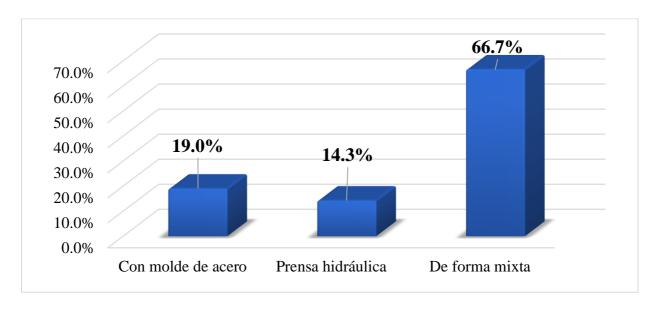


FIGURA 6. DATOS DE FABRICACIÓN POR COMPRESIÓN

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

La exposición de los resultados sobre la fabricación por compresión se presenta sobre las opciones de manifactura que se desarrollan con molde de acero (1), prensa hidráulica (2), y de forma mixta (3), los cuales representan los mecanismos de operatividad comúnmente utilizados en el ara de extrusión de la empresa Plastigama, por lo que, su referencia sobre la ejecución operativa representa el elemento diario de desarrollo para la fabricación de productos plásticos, que necesariamente avizoran elementos de información y datos de manera continua. Por ello, el 66,7% respondió que la fabricación realizada por compresión se realiza de forma mixta, es decir que se utilizan moldes de acero y prensa hidráulica como elementos para la manufactura en el proceso de elaboración de productos plásticos. Un 19,0% indicó que se realiza con molde de acero y un 14,3% con prensa hidráulica, lo cual se puede estimar de manera específica para determinados productos elaborados del plástico, aunque de forma principal se realiza de forma mixta en el área de extrusión de la empresa.



4.2.1.6 SEXTA PREGUNTA

¿En qué se diferencian la fabricación por extrusión y la de inyección?

TABLA 5. RESULTADOS DE DATOS DE FABRICACIÓN POR EXTRUSIÓN Y A INYECCIÓN

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Operatividad mecánica	1	16	76,2%
Forma de molde	2	3	14,3%
Forma de barra	3	2	9,5%
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

Los resultados de datos de fabricación por extrusión a inyección, se manifiestan según sus elementos de operatividad, los cuales pueden ejecutarse de manera mecánica (1), en forma de molde (2), en forma de barra (3), para lo cual, la extrusión en la fabricación, a través de manufactura a inyección, representan dos formas complementarias en el proceso de elaboración de productos plásticos, para lo cual, el 76,2% del personal de área de extrusión respondió que la principal diferencia en la fabricación por extrusión en relación con la de inyección, se manifiesta en la operatividad mecánica para la elaboración de los productos de plástico. Asimismo, otras diferencias se adecuan a la forma del molde, razón por lo que, el 14,3% indicó que también esta es una característica de la diferencia en concordancia con la forma de barra que fue respondida como otra diferenciación en un 9,5%, considerando que en conjunto todas representan elementos de diferenciación en el proceso de fabricación que actualmente se ejecuta.



4.2.1.7 SÉPTIMA PREGUNTA

¿En el área de extrusión se utiliza actualmente la fabricación por soplado?

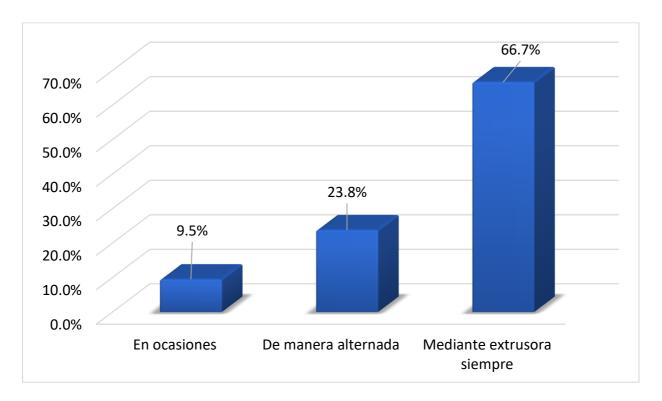


FIGURA 7. DATOS DE FABRICACIÓN POR SOPLADO

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

La fabricación por soplado es un elemento de fabricación que se utiliza de manera estructural según el tipo de producto para ejecución en resultados complementarios de nuevos productos, por ello, se ejecuta en ocasiones (1), de manera alternada (2) y mediante extrusora siempre (3), según el tipo de producto para el cual está destinado, por ello, el 23,8% respondió que en el área de extrusión actualmente se utiliza la fabricación de soplado y el 9,5% de manera alternada, dependiendo del tipo de producto que se desea elaborar, lo cual es necesario para establecer la gama de plásticos que ofrece la empresa Plastigama en el Mercado. Asimismo, consecuente con ello, el 66,7% indicó que de manera general el proceso de fabricación se realiza mediante extrusora, siempre que se haya preestablecido para productos específicos de la oferta comercial.



4.2.1.8 OCTAVA PREGUNTA

¿Actualmente cómo se filtran los contaminantes y bultos duros en el proceso de manufactura?

TABLA 6. RESULTADOS DE DATOS DE FILTROS DE CONTAMINANTES Y BULTOS DUROS EN EL PROCESO DE MANUFACTURA

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Aumentando la presión en selección de medición	1	7	33,3%
Enderezando el flujo de polímero fluido	2	8	38,1%
Eliminando la memoria de movimiento circular del tornillo	3	6	28,6%
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

En el primer resultado sobre los datos de filtros contaminantes y bultos duros en el proceso de manufactura, se presenta el aumentado de la presión en selección de medición (1), que manifiesta el elemento operativo para la selección del tipo de producto en la elaboración, en segundo lugar, está el enderezado en el flujo de polímero fluido (2) y el eliminado de la memoria de movimiento circular del tornillo (3), que son complementarios al momento de ejecutar el proceso de extrusión en la operatividad del área para la fabricación. Por ello, las respuestas obtenidas han sido acordes a la ejecución de tareas para el filtrado de contaminantes y bultos duros en el proceso de manufactura, por ello, el 38,1% respondió que se realiza mediante enderezado en el flujo de polímero fluido, el 33,3% respondió que se realiza aumentando la presión en selección de medición y el 28,6% manifestó que se realiza eliminando la memoria de movimiento circular del tornillo.



4.2.1.9 NOVENA PREGUNTA

¿Utiliza una extrusión por troquelado en el proceso de manufactura?

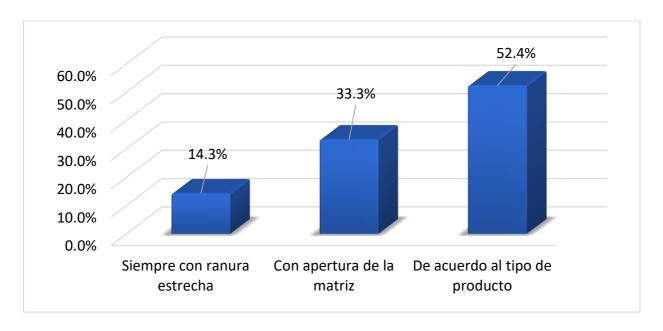


FIGURA 8. DATOS DE UTILIZACIÓN DE EXTRUSIÓN POR TROQUELADO

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

Los resultados de la utilización de elementos operativos de extrusión por troquelado en el proceso de manufactura de los productos plásticos, se desarrollan sobre tres opciones presentadas por el área de extensión en el desempeño funcional, que son la ejecución siempre con ranura estrecha (1), con apertura de la matriz (2) y de acuerdo al tipo de producto (3), los cuales obtuvieron como resultado que el 52,4% del personal del área de extrusión respondió que se utiliza una extrusión por troquelado de acuerdo al tipo de producto con que se va a trabajar en la producción para el proceso de manufactura, siendo consecuentes con el 33,3% que indicó que lo realizan con apertura de la matriz y el 14,3% lo realiza siempre con ranura estrecha. Las respuestas obtenidas exponen el escenario actual en el área de extrusión, que ejecuta procesos mixtos, dependiendo del producto que se va a fabricar, estimando que la mayor parte de la producción se realiza todavía de forma mecanizada sin mayor incidencia de la tecnología.



4.2.1.10 DÉCIMA PREGUNTA

¿En el proceso de manufactura actual se aplican modelos de coextrusión?

TABLA 7. RESULTADOS DE DATOS DE APLICACIÓN DE MODELOS DE COEXTRUSIÓN

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Siempre que sea necesario con materiales diferentes	1	11	52,4%
En la manufactura de productos compuestos	2	6	28,6%
No se aplica	3	4	19,0%
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

Para la revisión de los resultados del proceso de manufactura actual, se han aplicado modelos de coextrusión, como modelos operativos de funcionalidad física en la operación del área para la fabricación de productos plásticos, los cuales se han presentado sobre tres opciones, siempre que sea necesario con materiales diferentes (1), en la manifactura de productos compuestos (2) y finalmente si no es necesario su aplicación (3), como el elemento operativo para la consecución del proceso. Siendo así, el resultado sobre este escenario presentó que el 52,4% indicó que en el proceso de manufactura actual se aplican siempre que sea necesario con materiales diferentes, para una elaboración de calidad y duración en el producto, asimismo, el 28,6% indicó que se aplica en la manufactura de productos compuestos y el 19,0% no se aplica, siempre en cada modelado de producto se aplica el proceso según lo requiera la composición del material para la elaboración.



4.2.2 RESULTADOS DEL USO DE TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN PROCESOS DE INNOVACIÓN Y MEJORAMIENTO CONTINUO EN ÁREA DE EXTRUSIÓN

4.2.2.1 Primera pregunta

¿En la ejecución de tareas en el área de extrusión se aplican elementos operativos de tecnologías e innovación para la industria?

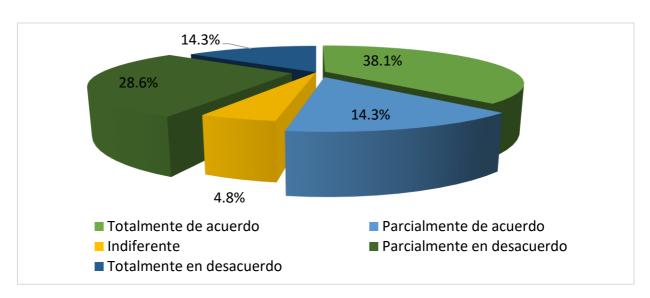


FIGURA 9. DATOS DE APLICACIÓN DE ELEMENTOS OPERATIVOS DE TECNOLOGÍAS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

La estructuración de los resultados en la consecución del segundo objetivo específico de investigación, manifiesta la adecuación del uso de la tecnología de la industria 4.0, como parte de los procesos de innovación, adecuación de elementos tecnológicos para el establecimiento de planes de acción en operatividad que implemente el proceso de mejoramiento continuo en el área de extrusión, para ello, los resultados demostraron que el 38,1% indicó estar totalmente de acuerdo en que la ejecución de tareas en el área de extrusión aplica elementos operativos de tecnologías e innovación para la industria, considerando que para la fabricación de los productos necesitan mejoramiento de tecnología. Esto se contrasta con el 28,6% que indica estar parcialmente de acuerdo,



considerando que aún falta mayor digitalización del proceso, a través de tecnologías e innovación actualizada.

4.2.2.2 SEGUNDA PREGUNTA

¿Considera usted que el porcentaje de datos que recoge la empresa de las máquinas que utiliza son los adecuados para la ejecución de tareas de fabricación?

Tabla 8. Resultados de recolección de datos para ejecución de tareas

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	1	6	28,6%
Parcialmente de acuerdo	2	7	33,3%
Indiferente	3	1	4,8%
Parcialmente en desacuerdo	4	5	23,8%
Totalmente en desacuerdo	5	2	9,5%
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

Análisis

Los resultados de recolección de datos para ejecución de tareas, que representa la consecución del uso de las tecnologías de la industria 4.0, en la empresa, expone la situación actual sobre las máquinas que se utilizan en el área de extrusión al momento de realizar las tareas y actividades laborales por parte de los trabajadores, en la ejecución de tareas de fabricación de los productos plásticos. Sobre ello, el personal en un 33,3% indicó estar parcialmente de acuerdo, considerando que el porcentaje de datos que recoge la empresa de las máquinas que utiliza no son completamente los adecuados para la ejecución de tareas, debido a que gran parte aún se realiza de manera mecánica. Por tal razón, el 28,6% indicó estar totalmente de acuerdo, estimando que sí existe de manera parcial un proceso que aplica tecnología e innovación, observando que debe ser actualizada como parte de un proceso de mejoramiento continuo en la industria donde se desarrolla la empresa.



4.2.2.3 TERCERA PREGUNTA

¿Estima usted que el sistema utilizado para almacenamiento de datos y previsión de tareas de procesos de manufactura es el adecuado de acuerdo a la innovación tecnológica?

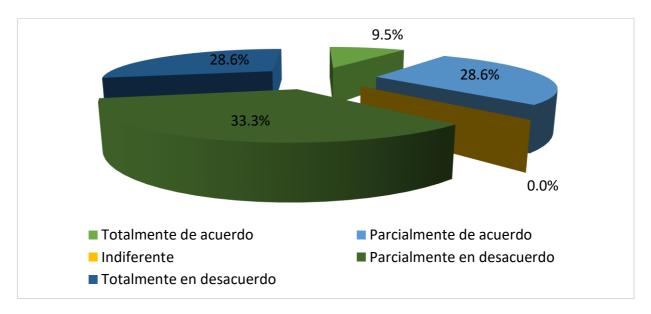


FIGURA 10. DATOS DE APLICACIÓN ADECUADA DE PROCESOS DE MANUFACTURA EN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

La exposición de resultados en la utilización del almacenamiento de datos para la previsión de tareas de procesos de manufactura, se consideran como el elemento central de acuerdo a la implementación de procesos de innovación tecnológica, por lo que, el 28,6% indicó estar parcialmente de acuerdo en que el sistema utilizado para almacenar datos y previsión de tareas de procesos de manufactura es el adecuado de acuerdo a la innovación tecnológica, siendo consecuentes con la respuesta de la pregunta anterior, que estima necesaria actualizar procesos de tecnología para la industria. En concordancia con ello, el 28,6% indicó estar totalmente en desacuerdo, debido a que consideran que ya en la actualidad el sistema ha quedado obsoleto para mantener competitividad frente a otras organizaciones del mismo sector.



4.2.2.4 CUARTA PREGUNTA

¿Los datos que suministra la máquina de operatividad o equipo utilizados, se adaptan a sus requerimientos operativos?

Tabla 9. Resultados de adaptación de datos de máquinas en requerimientos

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	1	3	14,3%
Parcialmente de acuerdo	2	7	33,3%
Indiferente	3	2	9,5%
Parcialmente en desacuerdo	4	4	19,0%
Totalmente en desacuerdo	5	5	23,8%
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

Los resultados referentes a los daros que suministra la máquina de operatividad o equipo utilizados, en el segmento de adaptación de los requerimientos operativos, representan un ámbito de continuos cambios, ya que, al no contar con información en el momento, puede variar su operatividad. Por ello, el 33,3% indicó estar parcialmente de acuerdo en que los datos que suministra la máquina de operatividad o equipos que utiliza la empresa, se adaptan a sus requerimientos operativos, considerando que las directrices que se adecuan a sus funcionalidades para la fabricación de productos plásticos no son determinantes o suficientes al momento de ejecutar tales requerimientos operativos. En consecuencia, estiman que es necesaria una adaptación de nuevos sistemas de tecnología para la industria donde desarrolla actividades Plastigama.



4.2.2.5 Quinta pregunta

¿Alguno de los análisis realizados con los datos recolectados los ejecuta con algún sistema de inteligencia artificial?

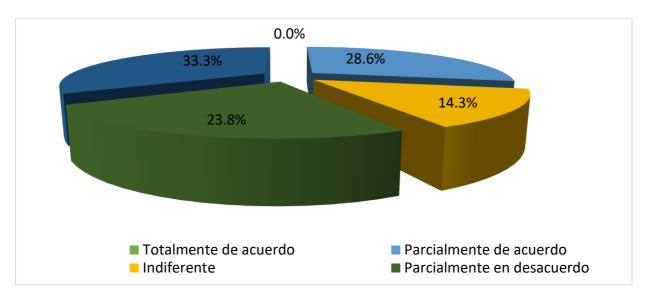


FIGURA 11. DATOS DE UTILIZACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ANÁLISIS DE DATOS

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

Los datos referidos a la recolección de información con los que se ejecutan los sistemas de operatividad en el área de extrusión de la empresa han considerado que actualmente no existe un sistema de inteligencia artificial que simplifique los procesos operativos, estructurales y funcionales para el desempeño de las labores en el área de extrusión al momento de la fabricación de los productos plásticos. Por ello, el 28,6% indicó estar parcialmente de acuerdo con ello, considerando que, aunque se utiliza un sistema de ordenador para la ejecución de procesos operativos dentro del marco funcional de actividades en la fabricación de productos plásticos, estos no mantienen un formato de inteligencia artificial como tal. Por ello, se promueve la actualización de la administración en los procesos operativos en el área de extrusión, mediante innovación y tecnología para la industria, dentro del sector que representa Plastigama.



4.2.2.6 SEXTA PREGUNTA

¿El análisis de la información que arrojan los datos recolectados de las máquinas o equipos se realiza de manera digitalizada?

TABLA 10. RESULTADOS DE INFORMACIÓN DE DATOS DIGITALIZADOS

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	1	-	-
Parcialmente de acuerdo	2	3	14,3%
Indiferente	3	4	19,0%
Parcialmente en desacuerdo	4	6	28,6%
Totalmente en desacuerdo	5	8	38,1%
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

El análisis de la información que arrojan los datos recolectados de las maquinas o equipos de manera digitalizada, se presentan como elementos de comunicación de la información que no ha sido establecida a través de un sistema propio para las indicaciones en el área de extrusión, sino que son adaptaciones de los mismos colaboradores para mantener las funcionalidades y operatividad de los procesos de fabricación, que no son formalmente representadas por un sistema o tecnología especializada para las maquinas. Por ello, el 28,6% indicó estar parcialmente en desacuerdo, considerando que no se realiza de manera digitalizada en un contexto global, es decir, se realiza de manera mecanizada para la fabricación de productos plásticos y las funcionalidades operativas de los trabajadores son organizadas dentro de un sistema informático de la empresa, que es básico en la actividad dentro del área de extrusión, más no representa una innovación de la administración y operatividad en la consecución de un modelo de tecnología e innovación en la industria 4.0 que es hacia donde se prevé llevar a la organización.



4.2.2.7 SÉPTIMA PREGUNTA

¿Existen procesos o máquinas que respondan de manera automática a los datos recolectados sin intervención de un trabajador en el área de extrusión?

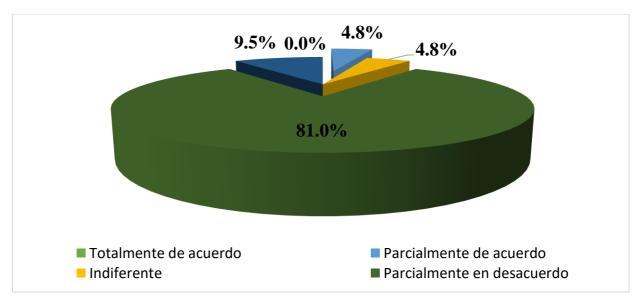


Figura 12. Datos de procesos automáticos dentro del área de extrusión

Elaborado por: Los autores

Análisis

Los resultados planteados en la existencia de los procesos o máquinas que responden de manera automática para la presentación de datos recolectados constituyen elementos prácticos no determinados de manera institucionalizada, ya que no se ha implementado un proceso de modernización en el área que integre nuevos elementos tecnológicos para el desempeño operativo del área de extrusión. Por tanto, el 81,0% de los trabajadores del área de extrusión indicaron estar parcialmente en desacuerdo, considerando que no existen procesos o máquinas que respondan de manera automática s los datos recolectados sin intervención de un trabajador, debido a que, aunque se ingresen estos datos en un sistema informático, estos no se realizan de manera automática, sino que debe hacerlo directamente el trabajador dentro de su funcionalidad para que quede registrado y exista continuidad en el proceso que se realiza.



4.2.2.8 OCTAVA PREGUNTA

¿Antes de realizar modificación en los procesos, sustitución de equipos o reconversión operativa, identifica el impacto a través de modelos de simulación?

Tabla 11. Resultados de identificación de impacto en modelos de simulación

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	1	-	-
Parcialmente de acuerdo	2	-	-
Indiferente	3	-	-
Parcialmente en desacuerdo	4	11	52,4%
Totalmente en desacuerdo	5	10	47,6%
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

Los resultados presentados sobre el escenario previo a la realización de las modificaciones de los procesos operativos se prevén sobre la sustitución de los equipos, o elementos de reconversión operativa para integrar dichos procesos a las funcionalidades de los colaboradores del área, con modelos de simulación para que puedan conocer el funcionamiento adecuado de los procesos y maquinarias en la ejecución de dicha innovación. El 52,4% indicó estar parcialmente en desacuerdo, ya que no existe una identificación de impacto a través de un modelo de simulación, considerando que estos modelados para la fabricación de los productos plásticos ya se encuentran preestablecidos al momento de iniciar con la elaboración del producto. El 47,6% indicó estar en total desacuerdo, considerando que no existe un modelado de simulación como tal, aunque ya el impacto en el área de extrusión para la fabricación de los productos plásticos ha sido evaluado y previsto de manera estructurada sin mayor intervención tecnológica, sino con estudios directos en el área de extrusión.



4.2.2.9 NOVENA PREGUNTA

¿Se ha implementado algún modelo de innovación tecnológica en el proceso de manufactura de la empresa?

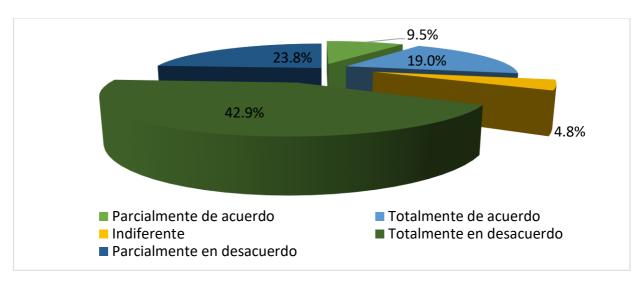


FIGURA 13. DATOS DE IMPLEMENTACIÓN DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

Actualmente dentro de los procesos de operatividad y funcionalidades dentro del área de extrusión, manifiestan que el desarrollo de elementos de innovación y actualización de maquinaria y elementos de herramientas digitales prevén que se institucionalice un proceso organizado de actualización de sistemas y procesos operativos para desarrollar elementos laborales adecuados para los trabajadores en la consecución de sus tareas al interior del área.

Consecuentemente con ello, el 42,9% indicó estar parcialmente en desacuerdo, considerando que no se ha implementado un proceso de innovación tecnológica en el proceso de manufactura, debido a que se estima que los cambios realizados en los procesos de innovación en esta área, se adecuan a elementos mecanizados y operativos para la ejecución de tareas, más no se ha innovado en tecnología y sistemas de tecnología de la industria 4.0, que promueva a la organización hacia una innovación tecnológica actualizada.



4.2.2.10 DÉCIMA PREGUNTA

¿Considera usted oportuno implementar el uso de tecnología de la industria 4?0 en el área de extrusión para la empresa?

TABLA 12. RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA 4.0

Opción	No.	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
Totalmente de acuerdo	1	17	81,0%
Parcialmente de acuerdo	2	3	14,3%
Indiferente	3	1	4,8%
Parcialmente en desacuerdo	4	-	-
Totalmente en desacuerdo	5	-	-
Total		21	100%

Elaborado por: Los autores

ANÁLISIS

Los resultados han demostrado que la importancia de la implementación de tecnología adecuada para el desempeño operativo, funcional y con elementos de digitalización de los procesos para la transmisión de la información en tiempo real, mejorando los elementos comunicativos y de coordinación, representan la pieza fundamental para la maximización de recursos y el fomento de competitividad productiva en la industria. Por ello, el 81,0% de los trabajadores del área de extrusión respondieron estar totalmente de acuerdo en considerar oportuno implementar el uso de tecnología de la industria 4.0, debido a que estiman necesario y adecuado para la ejecución de labores y elementos administrativos y operativos en la empresa, mejorando con ello, los procesos de fabricación de productos plásticos y la comunicación y coordinación entre todas las áreas involucradas en este proceso. Por tanto, los colaboradores consideran oportuno y necesario que la empresa Plastigama integre a la tecnología de la industria 4.0 en los procesos dentro del área de extrusión en la organización.



4.2.3 Síntesis de resultados del uso de tecnologías de la industria 4.0

Tabla 13. Síntesis de resultados de uso de tecnologías de la industria 4.0

No.	Pregunta	Opción	Frecuencia (Fr=21)	Porcentaje (%)
1	¿En la ejecución de tareas en el área de extrusión se aplican elementos operativos de tecnologías e innovación para la industria?	Totalmente de acuerdo	8	38,1%
2	¿Considera usted que el porcentaje de datos que recoge la empresa de las máquinas que utiliza son los adecuados para la ejecución de tareas de fabricación?	Parcialmente de acuerdo	7	33,3%
3	¿Estima usted que el sistema utilizado para almacenamiento de datos y previsión de tareas de procesos de manufactura es el adecuado de acuerdo a la innovación tecnológica?	Parcialmente en desacuerdo	7	33,3%
4	¿Los datos que suministra la máquina de operatividad o equipo utilizados, se adaptan a sus requerimientos operativos?	Parcialmente de acuerdo	7	33,3%
5	¿Alguno de los análisis realizados con los datos recolectados los	Totalmente en desacuerdo	7	33,3%



	ejecuta con algún sistema de			
	inteligencia artificial?			
6	¿El análisis de la información que	Totalmente	8	38,1%
	arrojan los datos recolectados de	en desacuerdo	Ü	20,170
	las máquinas o equipos se realiza			
	de manera digitalizada?			
7				
	¿Existen procesos o máquinas	Parcialmente	17	81,0%
	que respondan de manera	en desacuerdo		
	automática a los datos			
	recolectados sin intervención de			
	un trabajador en el área de			
	extrusión?			
	extrusion?			
8	A (1 1' 1'C' '/			
	¿Antes de realizar modificación	Totalmente	11	52,4%
	en los procesos, sustitución de	en desacuerdo		
	equipos o reconversión operativa,			
	identifica el impacto a través de			
	modelos de simulación?			
9	¿Se ha implementado algún	Parcialmente	9	42,9%
	modelo de innovación	en desacuerdo		12,5 70
	tecnológica en el proceso de			
	manufactura de la empresa?			
10	· C: 1 / 1			
	¿Considera usted oportuno	Totalmente	17	81,0%
	implementar el uso de tecnología	de acuerdo		
	de la industria 4?0 en el área de			
	extrusión para la empresa?			

Elaborado por: Los autores



La presentación de los datos se realizó a través del enfoque de preguntas preestablecidas, donde los participantes del área de extrusión de la empresa Plastigama, fueron seleccionados para comprender y descubrir lo que hacen, piensan o sienten en el análisis del uso de tecnologías de la industria 4,0 como parte del proceso de innovación en la organización y a partir de ello, poder proponer procesos de manufactura que implementen las tecnologías de la industria 4.0, que incremente la operatividad productiva, optimizando la calidad y ejecución industrial. La presentación de resultados basado en la metodología de investigación aplicada ha sido útil considerando su importancia en la comprensión de las opiniones de los participantes, o cuando una parte específica del proceso no está clara, presentando una perspectiva situacional real y actual dentro de esta área.

Cada una de las respuestas a las preguntas preestablecidas, se ha presentado con su respectivo análisis, para comprender el escenario actual, elementos de operatividad y consecución de las metas y objetivos que manifiesta la organización para mantener su competitividad industrial, a través de un área de extrusión que fortalezca la implementación de un proceso de innovación que integre a las nuevas tecnologías como parte fundamental de su desarrollo y expansión. Consecuentemente, el 81,0% de los participantes intervinientes, indicaron estar a favor de implementar este tipo de procesos dentro del área de extrusión, ya que mejoraría la respuesta laboral, coordinación, comunicación e integración de nuevas metodologías de trabajo, tanto en el ámbito operativo como funcional de las tareas coordinadas, comunicadas e integradas entre el personal del área, para poder conocer el escenario real en el momento que suceden los acontecimientos para la fabricación de los productos plásticos.

Como resultado de ello, es adecuado proponer procesos de manufactura que implementen las tecnologías de la industria 4.0, que incremente la operatividad productiva, optimizando la calidad y ejecución industrial a partir del área de extrusión, considerando las estrategias de comunicación, el beneficio operativo y la satisfacción del cliente final, integrando elementos de sustentabilidad laboral y de ejecución y fabricación de productos plásticos en todo el proceso. Por tanto, se establecen elementos de accesibilidad para la integración de la tecnología e innovación,



considerando la aceptación y determinación que manifestaron los colaboradores de dicha área, para promover el desarrollo industrial y maximización de recursos, en respuesta laboral y operativa, mejorando los procesos de la administración empresarial.



5. PROPUESTA

5.1 Implementación de tecnologías de la industria 4.0

La propuesta de estudio para la empresa Plastigama en el área de extrusión, se ha realizado como parte de los procesos de innovación y mejoramiento continuo para el área de extrusión, que beneficia a la operatividad y administración empresarial con resultados de competitividad e innovación dentro del sector industrial donde ejecuta actividades. El concepto de industria 4.0 ha sido analizado en este documento de manera literaria y operativa dentro del área de extrusión, por ello, la propuesta se enfoca en cuatro dimensiones, que manifiestan la estructuración de las bases operativas y funcionales que prevé impulsar el crecimiento, desarrollo y expansión de la organización a través del tiempo, y estas son:

- a. Tecnología,
- b. Organización,
- c. Estrategia y
- d. Talento humano.

Para cada uno de estos, se han identificado un conjunto de variables desde enfoques tanto deductivos como inductivos que constituyen diferentes tipos de modelos de industria 4.0. Están más o menos formalizados y detallados en cuanto a las variables a considerar y la forma de lograr la evolución en la empresa. Finalmente, se han diseñado modelos de madurez para apoyar a la organización que enfrenta grandes desafíos en la gestión de la transición digital; sin embargo, la industria 4.0 no está tan difundida como se esperaba, aunque ya no se discuten sus beneficios. Dos lecciones principales pueden extraerse de este trasfondo científico sobre lo que basa la propuesta.

En primer lugar, la metodología de implementación madura de esta tecnología, se construyen principalmente a partir de enfoques teóricos. Hasta cierto punto, están demasiado lejos de las situaciones industriales reales y no tienen en cuenta la diversidad de la industria; el resultado es que más o menos solo se considera un único modelo de transformación digital en la literatura, y cada dimensión se considera igual sin tener en cuenta los antecedentes de la empresa. En segundo lugar, cuando se trata de identificar



barreras y factores de éxito, los resultados suelen ser una lista ecléctica extraída de datos en el área; basándose en enfoques empíricos realizados en sectores industriales particulares y no pueden generalizarse.

Finalmente, no permite la opción de apoyar a la industria de manera eficiente porque los modelos utilizados son demasiado simplistas (un solo modelo de transición digital) o demasiado empíricos (lista ecléctica de factores de éxito). La hipótesis es que varios modelos de transición digital han resultado de una combinación de una lista corta de variables clave; en este contexto, la propuesta se presenta sobre los resultados de una investigación cualitativa en profundidad realizada en la empresa Plastigama. Su propósito es promover la transformación digital de la industria actual para identificar y analizar las variables clave en la implementación de la industria 4.0 a través de las cuatro dimensiones del concepto de industria 4.0 (tecnología, organización, estrategia y talento humano).

5.1.1 ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA

Este tema implicó recopilar datos sobre el desempeño industrial, la tecnología digital y su implementación, y el factor humano para abarcar las diferentes dimensiones. Se creó un elemento completo de investigación con habilidades complementarias para atender la complejidad del tema. Primero, el proyecto fue iniciado por una investigación dedicada al desempeño industrial desde el enfoque de la administración empresarial (presente documento), que prevé anticipar los impactos de las nuevas tecnologías digitales en las industrias para la empresa Plastigama.

El proyecto se fundamenta en la perspectiva de desarrollo que se ha establecido a través de los objetivos de investigación, que representan el elemento central del documento, previamente capitalizados por los autores, considerando que cada uno de ellos se centró en estos temas y puede contribuir de manera concreta en el proyecto. Se privilegió un enfoque cualitativo basado en una fase de observación *in situ*; para tener un análisis en profundidad, se dirigió a todas las personas involucradas en el proyecto digital desde el área de administración para la operatividad de extrusión:

- a. Director,
- b. Director de talento humano,



- c. Director financiero,
- d. Directores funcionales (industrial, ingeniería, logística y TI),
- e. Gerente de Seguridad laboral y medio ambiente,
- f. Gerente de proyecto,
- g. Técnicos (mantenimiento y TI) y operadores.

A partir de ello, se presentan los criterios de propuesta para la transformación digital para la empresa, orientado a promover la innovación en la tecnología de la industria 4.0.

Tabla 14. Criterios de propuesta para transformación digital industria 4.0

Criterio	Descripción
Contexto	La primera etapa trata sobre: contexto y organización del proyecto (costo, composición del equipo del proyecto, tecnología implementada, relación con el proveedor de tecnología, etc.)
Organización del proyecto	Cuando, cómo y con quién se construye y ejecuta el proyecto
Organización industrial antes del proyecto	Organización industrial existente objeto del proyecto de transformación digital.
Organización industrial después del proyecto	Puesta en marcha de una nueva organización industrial tras el proyecto de transformación digital
Tecnología implementada	Tecnología 4.0 implementada en el proceso industrial
Organización del trabajo antes del proyecto	Organización de trabajo existente en el límite del proyecto de transformación digital
Organización del trabajo después del proyecto	Nueva organización del trabajo tras el proyecto de transformación digital

Elaborado por: Los autores



Basados en ello, es posible caracterizar el proyecto de transformación digital según las cuatro variables y sus valores relacionados. Las cuatro variables presentan algunas similitudes y se pueden reunir para construir modelos de proyectos de transformación digital; las variables gestión del proyecto y monto de la inversión se relacionan con los recursos involucrados para ejecutar y lograr el proyecto de transformación digital. Se fusionan en una sola variable, para caracterizar la ambición del proyecto.

5.1.1.1 VARIABLES DE CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO PARA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Asimismo, las variables estrategia y nivel de madurez digital se exponen en la manifestación del escenario de hoy en día que refleja esta organización cuando se decide el proyecto. En consecuencia, se fusionan en una única variable denominada situación de la empresa. Cada variable se compone de tres modos: fuerte, débil y ambivalente. Se describen en la tabla 24 y la tabla 25; la combinación de las dos variables permite construir un modelo que da como resultado al menos cuatro configuraciones clásicas teóricas de proyectos de transformación digital.

DECODIDATÓN

TABLA 15. VARIABLES DE CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO.

CRITERIO	DESCRIPCION
ESTRATEGIA	Conjunto de argumentos, tales como aspectos socioeconómicos, que pueden ser internos y/o externos, positivos o negativos, que posibilita el proyecto respecto a estos.
	Tres subvariables a- Experiencia en gestión de proyectos
GESTIÓN DE PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL	b- Tipo de tecnología 4.0 implementada y su impacto en los sistemas productivos existentes
	c- Recursos adaptados involucrados para gestionar el proyecto
MONTO DE LA INVERSIÓN	Presupuesto destinado a la implantación de la tecnología 4.0 incluyendo costos directos como compra de tecnología e indirectos como formación, desarrollo específico, prototipos, etc.

CDITEDIA



NIVEL DE MADUREZ DIGITAL

Capacidad de la empresa para ejecutar la implementación de nuevas tecnologías TIC con respecto al sistema de producción existente (equipos y TI) y las habilidades y competencias internas existentes.

Elaborado por: Los autores

Dado que la industria es un tipo de empresa de alta intensidad de capital, se hace la hipótesis de que los proyectos con alta ambición en una situación de empresa fuerte son exitosos y los proyectos con baja ambición en una situación inicial débil fracasarían o al menos no cumplirían completamente con el objetivo. A estas configuraciones clásicas se le suman otras cinco resultantes de la combinación entre el modo ambivalente y los otros dos modos; fuerte/alto y débil/bajo. Se hace la hipótesis de que la ambivalencia no puede recuperar una debilidad en la ambición o situación. Lo más interesante es saber si la empresa es ambivalente, es decir, que la empresa se encuentra en una posición delicada o no ha movilizado los medios adecuados, puede tener éxito en su transformación y así pasar a una posición mucho mejor o fracasar en general y así seguir luchando por sobrevivir.

5.1.1.2 Elementos de consideración de la propuesta

El proceso de ejecución de la propuesta se ha estructurado sobre la combinación de estas variables que constituyen el modelo que da como resultado los tipos de proyectos de transformación digital. A partir de esto, la empresa se clasifica como exitosa o fallida con sus proyectos de transformación digital. Los principales resultados permiten identificar modelos de proyecto de transformación digital, caracterizados por la combinación de dos variables, la ambición del proyecto y la situación de la empresa, de lo cual fomenta el desarrollo, maximización de recursos e innovación de transformación digital para el área de extrusión y la empresa en general.

Consecuentemente, los elementos de consideración de la propuesta están representados por criterios de desarrollo que necesariamente se ejecutan de manera estructural, según la consecución de las áreas operativas en la producción y fabricación de la empresa. Por ello, para el área de extensión es fundamental mantener vigentes los procesos de manufactura que conozcan los datos en el momento de la ejecución operativa de dicho proceso, por tanto, la implementación de nuevas tecnologías de



desarrollo y herramientas de digitalización de procesos, aportaran mayor flexibilidad funcional al momento de que los colaboradores realicen las tareas dentro de dicha área, acorde a los sistemas que integra la tecnología 4.0, como el factor determinante de la actualización de recursos en la maximización operativa del área.

Tabla 16. Modos variables de ambición del proyecto

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
ALTA	Combinación de variables de gestión de grandes proyectos y alta inversión	Coherencia del nivel de los recursos dedicados al proyecto en un nivel alto
ВАЈА	Combinación de variables de gestión de proyectos pequeños y baja inversión	Coherencia del nivel de los recursos dedicados al proyecto en un nivel bajo
AMBIVALENTE	Combinaciones de variables de gestión de proyectos grandes e inversión pequeña o variables de gestión de proyectos pequeños e inversión alta	Gestión e inversión dedicada al proyecto no encajan bien

Elaborado por: Los autores

El análisis ha identificado cuatro variables: estrategia, gestión de proyectos, monto de inversión y modelo de madurez digital al implementar el proyecto de transformación digital. Estas cuatro variables se pueden agrupar en dos variables clave: Ambición del proyecto (gestión del proyecto y monto de inversión) y situación de la empresa (estrategia y nivel de madurez digital). Cada variable se ha caracterizado según tres modos (alto/bajo/ambivalente; fuerte/débil/ambivalente), los cuales representan cada uno un escenario de previsión para el desarrollo de la organización a través del tiempo, consecuentemente, para la descripción, la combinación de las variables de gestión en el desempeño de los proyectos de inversión, constituyen un aporte al desarrollo de la industria donde se está aplicando, con coherencia del nivel de los recursos dedicados a la ejecución operativa en la empresa.



Por tanto, los criterios de aplicación bajo y ambivalente, se manifiestan como los escenarios sobre lo que las combinaciones de variables presentan gestión de proyectos adecuadas o de baja inversión según la necesidad operativa institucional del requerimiento en el sector industrial. Razón por lo que, la gestión de la inversión debe estar necesariamente administrada por un funcionario de la empresa que conozca de manera directa los procesos operativos y funcionales que se ejecutan al interior del área de extrusión en la empresa para la maximización de recursos y garantía de ejecución de tareas.

Tabla 17. Modos variables de situación de la empresa.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
FUERTE	Combinación de variables de estrategia de crecimiento y nivel de madurez digital fuerte	El desarrollo de negocio de la compañía se apoya en la experiencia digital
DÉBIL	Combinación de las variables estrategia de disminución y nivel de madurez digital débil	La empresa está a la defensiva y no se beneficia de la experiencia digital
AMBIVALENTE	Combinación de variables estrategia de crecimiento y madurez de nivel digital débil o variables estrategia de disminución y madurez de nivel digital fuerte	Delicada situación de la empresa, que tiene fuertes activos sobre debilidades

Elaborado por: Los autores

La combinación de variables y sus diferentes modos ha demostrado que las combinaciones dan como resultado el éxito o el fracaso o una posición ambivalente. Con ello, se prevé caracterizar el proyecto de transformación digital para la innovación de la industria 4.0, considerando los antecedentes y el contexto de la empresa. Las variables clave para generar beneficios en los procesos de transformación industrial con procesos de innovación, constituyen el escenario central del cambio de la situación de la empresa



y la ambición del proyecto, basado en dos elementos que han sido abordados a través del presente documento para solventar la propuesta desde una perspectiva de cambio y transformación para la integración de nuevas modalidades de operatividad y funcionalidad en el desempeño del área de extrusión.

5.2 Desarrollo de la propuesta

El desarrollo de la propuesta que se establece sobre este documento se fundamenta en el método de 7 pasos basado en:

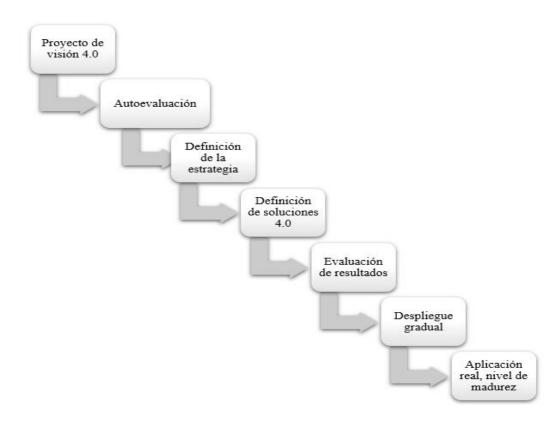


FIGURA 14. DESARROLLO ESTRUCTURADO DE LA PROPUESTA

Elaborado por: Los autores

Como se muestra, el método fue construido estratégicamente sobre la estructura PDCA (planificar, hacer, verificar y actuar) debido a las tres motivaciones siguientes:

 Los productos plásticos fabricados por Plastigama son reconocidos y de gran calidad en la competitividad del mercado, generando mayor receptividad entre los usuarios;



- Resume los conceptos básicos de gestión, facilitando la comprensión de la lógica secuencial del método; y
- c. Tiene una representación cíclica, induciendo a la cultura de que la implementación de la Industria 4.0 debe ocurrir de forma progresiva ya que, se debe hacer una transición sistémica y robusta de manera gradual, respetando la estructura organizacional.

De esta forma, cada una de las etapas se describe en el proceso y luego se ejemplifica con una representación realizada en el escenario de montaje final del sistema. Para ello, se presentan los elementos constitutivos del proceso, de acuerdo con la organización adecuada para su implementación y ejecución, basado en elementos operativos en el área de extrusión, que maximicen los recursos y establezcan de manera institucionalizada, los escenarios posibles de ejecución operativa y funcional.

5.2.1 VISIÓN 4.0

Considerado el paso más importante del método, representa la formalización de la Industria 4.0, presentado específicamente al contexto donde se implementará el método, lo que se logra a través de una escala de madurez personalizada. La escala de madurez de la industria 4.0 puede entenderse como una métrica de referencia que guía a la empresa en su clasificación respecto a los diferentes niveles de profundización.

Para la construcción de la escala de madurez personalizada, el presente trabajo desarrolló un procedimiento innovador basado en tres dimensiones:

- a. Interna,
- b. Estructural y
- c. Conceptual 4.0

Basados en estos tres entornos referenciados de la visión 4.0 propuesta para la organización, se explican y ejemplifican en el contexto de la empresa Plastigama, como un elemento de promoción y desarrollo de innovación en la administración empresarial y la operatividad de la organización para el área de extrusión.



5.2.1.1 DIMENSIÓN INTERNA

La dimensión interna que se refleja para la consecución del presente proyecto en la empresa y el área de extrusión específicamente, se manifiestan sobre las actividades y el enfoque de desarrollo y maximización de recursos a través de la implementación de herramientas tecnológicas y es responsable por la caracterización de la escala de madurez al contexto específico de la empresa. La naturaleza de la lista de actividades se obtiene del mapeo de macroprocesos, ejemplificado en cuatro pasos para el contexto de la propuesta.

- a. Procesos macro. Deben ser mapeados en base a cada producto de plástico y elemento operativo existente en el área posterior a la integración de un proyecto 4.0.
- b. Identificación de actividades macro. Basado en cada proceso macro, especialmente en la instalación de tuberías y mangueras, como elemento operativo.
- c. Las actividades macro con características similares se agrupan, formando grupos de naturaleza de la actividad.
- d. Todos los diferentes grupos de naturaleza de las actividades están identificados y enumerados para el contexto del ensamblaje final del producto. Estos clústeres representan la dimensión interna y se proyectarán en la escala de madurez personalizada posterior a la implementación de un proceso 4.0.

5.2.1.2 DIMENSIÓN ESTRUCTURAL

Corresponde a la estructura de la propia escala de madurez (número de niveles, nomenclaturas y principales características de cada nivel). Consiste en una escala de madurez genérica y puede ser obtenida de la literatura (desarrollada por otros autores) o concebida por especialistas de la empresa (capaces de construirla). Para ello, la empresa Plastigama debe trabajar en investigaciones, benchmarking, contacto con representantes comerciales, etc., fomentando con ello, procesos de:

- a. Big-Data,
- b. Fabricación Aditiva,



- c. Computación, datos e informática manifestada en la Nube,
- d. Internet de las Cosas, presentado de manera establecida en el proceso de lot,
- e. Realidad Aumentada, etc.

Con ello, se debe describir individualmente la naturaleza de las actividades (Dimensión Interna) de acuerdo con las características que debe presentar en cada uno de los diferentes niveles de madurez (Dimensión Estructural). Además, se deben complementar las descripciones, detallando las características de la etapa de madurez a la que pertenecen.

5.2.2 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE DISEÑO Y PRODUCCIÓN: AUTOMATIZACIÓN E INTERCOMUNICACIÓN

Este escenario de optimización y maximización de recursos se ha establecido sobre los elementos de desarrollo basados en el uso de la tecnología, para fundamentar el uso de la industria 4.0 para la empresa Plastigama, establece 5 elementos de mejoramiento continuo, sobre los siguientes elementos:

- a. Flexibilización de la producción
- b. Fabrica convertible
- c. Soluciones centradas en el cliente
- d. Logística optimizada
- e. Convertidor de datos en información

Sobre ello, se establece la planeación de recursos, materiales y requerimientos en el área de extrusión de la empresa, basado en demostrador de procesos de inyección, extrusión, composites, *compunding*, y valorización de residuos, tal como se exponen a continuación, y sobre la base de 3 niveles preestablecidos para la propuesta de desarrollo.

- a. Nivel 1. Control del proceso
- b. Nivel 2. Análisis del proceso y del producto
- c. Nivel 3. Red de planta



5.2.2.1 Demostrador de proceso de inyección

Las posibilidades de recolección de información y/o datos y se establece un proceso de monitorización de un sistema MES, el cual se determina como la herramienta tecnológica adecuada para la operatividad coordinada en el monitoreo, control y documentación de los procesos de gestión de desarrollo operativo y funcional para el área de extrusión, los cuales deben estar integrados dentro del uso de las tecnologías aplicadas en el área, con herramientas tecnológicas que intervengan en tiempo real con la coordinación y comunicación de los procesos de inyección para la fabricación de los productos plásticos en la empresa Plastigama, fomentando con ello, el mejoramiento de la calidad productiva y operativa y la competitividad de la industria en el mercado.

5.2.2.2 DEMOSTRADOR DE PROCESO DE EXTRUSIÓN

Se fundamenta sobre los procesos extrusivos en las líneas de producción denominadas film extruido, que se estructura sobre las bases de implementación de nuevas tecnologías para la maximización de recursos y prevención de gastos innecesarios en el proceso de extrusión, añadiendo valor y calidad a los productos fabricados, identificando los elementos de atraso para la ejecución de tareas productivas, fomentando la adecuada y oportuna toma de decisiones. Por tanto, el demostrador de procesos de extrusión representa un proceso de innovación para la empresa, como parte del nuevo modelado operativo y administrativo para la ejecución administrativa de la organización y ejecución de tareas, integrando a la tecnología de la industria 4.0.

5.2.2.3 Demostrador de proceso de Composites

Este tipo de proceso se desarrolla con la ejecución de funcionalidad y tareas operativas del técnico de la planta, el cual prevé la implementación de tareas predeterminadas para garantizar la continuidad y repetición de piezas de producción, en la fabricación de productos plásticos, los cuales son monitoreados a través de procesos de curado en molde, que debe integrarse dentro del proceso operativo que transmite la información digitalizada, para conocimiento, comunicación y coordinación en tiempo real por parte del técnico y los empleados del área de extensión en la ejecución de tareas.



5.2.2.4 Demostrador de proceso de Compounding

Este proceso se ha estructurado sobre el monitoreo, implementación de elementos de sensores para la transmisión en tiempo real de la información, recolección de datos que garantizan la coordinación y comunicación entre el área operativa y las demás dependencias operativas en el proceso de fabricación. Por ello, el establecimiento de alarmas, para cada proceso productivo, es fundamenta en este proceso, considerando que, a través de ello, se prevé conocer en tiempo real cada alerta, avance y cualquier pormenor o detalle que se suscite en la elaboración, fabricación de los productos plásticos.

Por otro lado, la consecución de los parámetros de operatividad en la fabricación y manufactura de los productos de la industria en el mercado puede estar representados por el poder de alimentación continua que se ejecuta a través de este proceso, para evitar pérdidas y daños operativos y maximizar la línea de producción de acuerdo a las cuotas preestablecidas. En consecuencia, el ahorro de tiempo se presenta como el elemento central del desarrollo operativo para la fabricación de los productos sobre este proceso al interior de la industria.

5.2.2.5 Demostrador de proceso de valorización de residuos

La consecución operativa que establece este proceso, se sitúa sobre los equipos de triturado, que establecen la separación de los residuos al momento de la fabricación de los productos plásticos, y son realmente importantes, considerando que, a través de ello, se maximizan los recursos, evitando el desperdicio en el proceso de fabricación, promoviendo el ahorro de productos, recursos y energía en el consumo adecuado que se requiere para la consecución de dicho proceso en la operación de manufactura. Por tanto, la tipología de ahorro que se determina de la valorización de recursos además aporta un componente de ahorro que va acorde a las metas y objetivos de reutilización de elementos y materiales que pueden ser revertidos en el proceso para la fabricación del producto plástico, con la misma calidad y maximización del recurso en Plastigama.

5.2.3 Niveles de ejecución de la propuesta

Los niveles de ejecución de la propuesta se han establecido sobre 3 etapas, que responden a las demandas de evolución operativa y funcional dentro de la empresa,



marcando tres niveles como control de proceso, donde se establece el centro de administración del área de extrusión acorde al área identificada y relacionadas con los demás departamentos de la empresa. Asimismo, el análisis del proceso se establece sobre la dirección y conducción de un operativo para la información que se recolecta en este nivel, y finalmente en el tercer nivel, la red de la planta es organizada por el director de calidad, estaciones de revisión, dirección de la planta y estaciones de supervisores, que son los responsables de la consecución de dicha planeación de recursos para cada etapa en la ejecución de la propuesta.

Tabla 18. Planeación de recursos, materiales y requerimientos

NIVEL	DESCRIPCIÓN	PROCESO
NIVEL 1	Control del proceso	Centro de Administración de área de extrusión
NIVEL 2	Análisis del proceso	Manejador de información total
		Director de calidad
NIVEL 3	Red de la planta	Estaciones de revisión
		Director de planta
		Estaciones supervisores

Elaborado por: Los autores



Tabla 19. Implementación de proceso de la industria 4.0 Plastigama

EJECUCIÓN CONTROL CONOCIMIENTO

CONTROL + INTELIGENCIA
ARTIFICIAL

MODELAMIENTO DE PROCESOS PARA DEFINICIÓN DE VENTANAS DE PROCESOS ÓPTIMOS

MONITOREO EN LÍNEA DATOS EN LÍNEA CON INFORMACIÓN PERSONALIZADA PARA TOMA DE DECISIONES

SENSÓRICA Y TRANSMISIÓN RECOPILACIÓN, TRANSMISIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE DATOS

RECOLECCIÓN DE DATOS ADQUISICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS DE PROCESO



Controla el proceso desde un conocimiento profundo de los efectos de cada variable



Desde el sistema se modela la física de los procesos con base en información medida en el lugar y momento indicado



Sistemas de sensórica a la medida disponibles en línea en aplicativos para toma rápida de decisiones



El sistema adquiere y sincroniza las variables medidas de forma automática en bases de datos robustas



Dataloggers para adquisición de variables de proceso

Elaborado por: Los autores

5.2.3.1 NIVEL 1: CONTROL DEL PROCESO

El control del proceso se realizará a través de la compra de equipo de líneas y moldes para el área de extrusión, denominado Extrusión 4.0, de fabricante del grupo austriaco Greiner, que actualmente se encuentra en proceso de expansión en América Latina, ayudando a empresas como Plastigama a mejorar, innovar e implementar dicha tecnología y herramientas digitales en los procesos operativos, integrando con ello, a la digitalización en la competitividad empresarial. Por ello, el proceso empieza con la selección de las maquinas adecuadas y necesarias para el área de extrusión de Plastigama, las cuales son seleccionadas a través del portal web de la empresa *Greiner Extrusión* en: https://www.greinerextrusion.com/en/products/extrusion-lines desde donde



se realizará la compra del equipo para la organización. A continuación, se presenta un modelo de líneas y moldes de extrusión que se oferta en el mercado seleccionado.



FIGURA 15. MODELO DE LÍNEA DE MANUFACTURA PARA EXTRUSIÓN

Fuente: (Grupo Greiner - Greiner Extrusion, 2022)

En consecuencia, la empresa propuesta para realizar las compras de las extrusoras que funcionan acorde a la tecnología de la industria 4.0, se encuentran en concordancia a las necesidades y niveles de competitividad que mantiene una empresa ya posicionada en el mercado como Plastigama, por lo que, se estima oportuna la revisión, compra e instalación de las mismas para el área de extrusión en la organización.



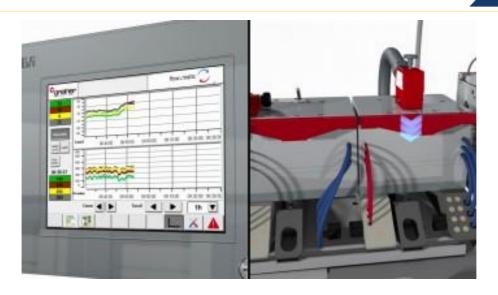


FIGURA 16. DIGITALIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN EN ÁREA DE EXTRUSIÓN CON LÍNEA DE MANUFACTURA EXTRUSIÓN 4.0

Fuente: (Grupo Greiner - Greiner Extrusion, 2022)

Por tanto, la digitalización en la manufactura de los elementos derivados de la producción, fabricación de elementos de plástico en el área de extrusión, prevé implementar elementos de innovación en tecnología de la industria 4.0 para la empresa Plastigama, como proceso de mejoramiento continuo para promover la competitividad y maximización de recursos administrativos y operativos en la organización. El valor de la maquinaria es de US\$77,500, dentro de las extrusoras de alta capacidad para potenciar y fortalecer los procesos operativos en la fabricación de los productos.

5.2.3.2 NIVEL 2: ANÁLISIS DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN 4.0

El proceso de extrusión que propone la utilización de las máquinas extrusoras 4.0, prevén fomentar procesos de extrusión automatizados, en los que, las directrices de operatividad y parámetros relevantes en el proceso, puedan ser almacenados, monitoreados y reproducidos lote a lote. Por tanto, la optimización de la productividad en la fabricación de productos plásticos de Plastigama se estima alcanzable, para garantizar un proceso de extrusión que se espera mejore todos los procesos en cada una de las funciones que ejecutan los colaboradores en el área de extrusión, como parte conjunta de las labores en el manejo operativo de las máquinas. El dispositivo se encarga de medir la viscosidad al corte y a la elongación de la resina cerca de la boquilla, con lo cual es posible analizar todo tipo de polímeros y compuestos para asegurar que sus propiedades físicas están dentro de la especificación.





Figura 17. Proceso de implementación del producto (Extrusión 4.0)

Elaborado por: Los autores

En esta etapa, se ejecuta toda la parte del proceso operativo para mantener la digitalización de manera continua, establecida en:

- a. Modelamiento
- b. Monitoreo en línea
- c. Sensórica y transmisión

En el análisis del proceso de Extrusión 4.0, se prevé que las extrusoras son dispositivos comunes en las industrias de procesamiento de plástico, metal y alimentos, y la utilización de procesos de extrusión está particularmente extendida en la fabricación de productos que utilizan polímeros como materia prima. Los productos típicos fabricados a partir de polímeros extruidos incluyen, por ejemplo, tuberías, mangueras, alambres, cables, láminas y películas aislados, y tejas. En general, las principales extrusoras se clasifican como de un solo tornillo o de dos tornillos; la primera se aplica ampliamente al procesamiento general de polímeros y la última para combinar varias fibras, rellenos y mezclas de polímeros antes del moldeo final.



Las extrusoras de doble tornillo se pueden dividir en dos tipos según las interacciones de los dos tornillos: extrusoras de doble tornillo entrelazadas y no entrelazadas. En la familia de extrusoras de doble tornillo, se ha descubierto que las extrusoras de doble tornillo contra rotativas totalmente engranadas tienen las mejores capacidades de bombeo debido a sus características de desplazamiento positivo. En la producción a base de polímeros, las extrusoras se utilizan inicialmente para la extrusión de perfiles de tuberías de cloruro de polivinilo; asimismo, las extrusoras modulares, especialmente las extrusoras para extrusión de doble tornillo contra rotatorio estrechamente entrelazado, se han sometido a un estudio experimental intensivo, por parte de la empresa *Greiner Extrusión*, que actualmente es una de las más competitivas en la tecnificación e innovación de la industria 4.0 para América Latina.

La simulación es una forma eficaz de examinar, analizar y mejorar un proceso; junto con el desarrollo histórico en la consecución de las etapas de manifactura y ejecución operativa de extrusoras, se han investigado analíticamente las condiciones y los parámetros operativos y se han presentado modelos para describir el proceso de Extrusión 4.0 que actualmente se implementa (Grupo Greiner - Greiner Extrusion, 2022). Sin embargo, este tipo de modelado sigue siendo limitado y algunos parámetros aún se eligen de forma iterativa durante la fabricación; por lo tanto, existe la necesidad de comprender el estado actual de la comprensión del proceso, los materiales y las demandas de la industria para permitir un modelado preciso de la extrusión y, posiblemente, ayudar en el desarrollo de nuevos parámetros para el área de extrusión de Plastigama.

Consecuentemente, la operatividad y productividad que se genera de este proceso es maximizada en recursos, ahorro de tiempo y fomento de conocimiento para el personal, el cual es integrado dentro del uso de las nuevas tecnologías que se desarrollan de la implementación en el área de extrusión para fomentar el crecimiento industrial y la innovación de los procesos de fabricación, con información tomada en tiempo real a través de las herramientas digitales que integran a la tecnología 4.0, en el desempeño operativo. Por tanto, es esencial que la representación de una propuesta basada en el mejoramiento continuo se integre de manera formal para promover el crecimiento organizativo y estructural en la empresa, acorde a las nuevas demandas del mercado y



el sector industrial de la fabricación de productos plásticos, que además fomenta el avance tecnológico para toda la industria en la localidad y el país, generando nuevas metodologías de desarrollo en la fabricación de los productos.

En este documento, el proceso de extrusión se revisa con base en una descripción parte por parte del proceso, la tecnología de procesamiento, los materiales, los parámetros del proceso, los efectos de los elementos de la máquina y las limitaciones estructurales para la aplicación de la extrusión en la industria de fabricación de compuestos, tal como se presentó en la etapa de resultados basados en la metodología de investigación. Esto resulta de los modelos globales integrados para entender el proceso de extrusión con materiales multifásicos donde se consideran el factor de llenado, los campos de presión, los campos de temperatura y el estado de fusión, así como la tasa de alimentación en condiciones de alimentación por inundación; sirviendo para identificar áreas que requieren desarrollo y para mejorar el rendimiento del proceso de extrusión.

5.2.3.2.1 OBSERVACIONES GENERALES

Dentro de las observaciones generales, los primeros análisis detallados del proceso de extrusión se relacionan con la extrusión clásica de un solo tornillo alimentado por inundación y se concentran en el proceso de transporte de material fundido y, más tarde, en el transporte de sólidos, que son recolectados con datos digitalizados dentro de la máquina Extrusión 4.0 de Greiner; sobre ello, se estima un modelo fundamental temprano para fundir en una extrusora de un solo tornillo. Los modelos de fusión y varios modelos completos de computadora representan la base para el desarrollo de las extrusoras de un solo tornillo alimentadas por inundación, que se prevé fortalecer en el proceso implementado.

La implementación en la extrusión de un solo tornillo, alimentado por inanición solo han comenzado muy recientemente y se centran principalmente en la capacidad de mezcla y fusión, con poca atención prestada al modelado del proceso. Por otro lado, las extrusoras de doble tornillo se usan comúnmente en la industria moderna de innovación y desarrollo tecnológico; estas extrusoras se pueden dividir según la dirección de rotación relativa de sus tornillos en dos tipos:

a. Extrusoras de doble tornillo corotativas y



b. Contrarrotatorias.

En una extrusora de doble tornillo corrotante, la velocidad máxima se encuentra en las puntas de los tornillos, mientras que, en las extrusoras de doble tornillo contrarrotante, la velocidad máxima se obtiene en la región de engrane. Se puede argumentar que el mecanismo de corrotación proporciona una mejor mezcla a medida que el material se transfiere entre los lóbulos. Sin embargo, el mecanismo de contrarrotación genera una mayor acumulación de presión, lo que lo hace más eficiente para la extrusión de perfiles y con ello se generan más datos digitalizados.

Muchos estudios realizados en pruebas de la empresa Greiner con su producto Extrusión 4.0, han experimentado con diferentes tipos de extrusoras en un esfuerzo por comprender el flujo de material en los tornillos. En ello, se compararon extrusoras de uno y dos tornillos como parte de una investigación de diseño centrada en una extrusora simplificada para países menos desarrollados de América Latina para procesar por extrusión y ejecutar materiales. Las extrusoras de un solo tornillo son fáciles de construir, pero es más probable que se obstruyan con material que las extrusoras de doble tornillo; por tanto, la extrusora de un solo tornillo es el tipo de extrusora más común y ofrece un costo de inversión relativamente bajo.

Las máquinas de doble tornillo se utilizan para un mayor rendimiento y son potenciadas en la industria 4.0; en la extrusión, la matriz es un factor crítico que influye tanto en el desempeño operativo y productivo, con incidencia directa en la calidad y estructura industrial del producto, mejorando con ello su operatividad y rendimiento en la capacidad de fabricación. La forma más fácil de aumentar el rendimiento de una extrusora es aumentar la velocidad del tornillo; esta solución fácil generalmente da como resultado una calidad de fusión deficiente causada por exceder la capacidad de fusión del diseño del tornillo y la degradación causada por la alta temperatura de fusión.

El uso de un tornillo de diámetro más pequeño puede ofrecer varias ventajas para lograr un mayor rendimiento a una mayor velocidad del tornillo, generando mayor operatividad dentro del área que es procesada dentro de la información y datos recolectadas en Extrusión 4.0. Un beneficio importante de una extrusora de menor diámetro son las mejores características de transferencia de calor, que pueden ser



aprovechadas dentro del área de extrusión; por ello, se puede lograr un mayor rendimiento a una mayor velocidad del tornillo con el uso de una extrusora de menor diámetro, ofreciendo mejores características de transferencia de calor y maximización en la recolección de información y datos digitalizados.

El objetivo de una matriz de extrusión es distribuir el polímero fundido en el canal de flujo para que el material salga de la matriz con una velocidad uniforme y una caída de presión mínima. A excepción de los troqueles circulares, es extremadamente difícil crear una geometría de canal de flujo único que pueda usarse para una amplia gama de polímeros y condiciones operativas. A través de un troquel de extrusión, la distribución de la velocidad de salida es una función de la velocidad de corte, la temperatura y la disipación de calor del polímero fundido. Tanto en la extrusión de uno como de dos tornillos, todas las matrices requieren un calentamiento adecuado y uniforme sin espacios muertos en los canales de flujo para evitar puntos calientes o fríos en el flujo del polímero que podrían alterar la viscosidad del fundido o provocar la degradación de la resina. El rendimiento de la matriz de extrusión depende del diseño de la geometría del colector y de las condiciones operativas adoptadas durante la extrusión.

5.2.3.2.2 Diseño de matriz de Extrusión 4.0

El diseño de la matriz de extrusión acorde a la tecnología de la industria 4.0, es una tarea compleja porque las dimensiones del producto extruido dependen del diseño de la matriz y de las propiedades del polímero y los parámetros del proceso de extrusión que son elementos operativos necesarios para la digitalización en el modelado de la máquina. El proceso de diseño de troqueles se puede mejorar integrando simulación computacional (Extrusión 4.0) con datos empíricos y mejorando la instrumentación de monitoreo de extrusión; consecuentemente, un diseño de troquel mejorado y desarrollado para la maximización y mejoramiento de los tiempos de producción y ahorro de recursos, para el diseño y optimización del proceso de extrusión y, por lo tanto, reduce los costos.

En las extrusoras de doble tornillo, dado que el tramo de un husillo se acopla con el canal del otro, se pueden evitar los bloqueos, mejorando así la mezcla de material en los canales de los husillos. En las extrusoras de un solo tornillo, el material se retiene



durante mucho más tiempo que en las extrusoras de doble tornillo, un fenómeno asociado con capas estancadas en la superficie del tornillo. Una extrusora de doble tornillo tiene aproximadamente tres veces más producción de material que una extrusora de un solo tornillo de tamaño y velocidad de tornillo similares, que son integradas de manera digital para la ejecución operativa maximizada, coordinada y comunicada entre áreas. Por tanto, el proceso de flujo de materiales se puede dividir en cuatro elementos:

- a. Alimentación de la extrusora,
- b. Transporte de masa,
- c. Fluir mediante la ejecución de la matriz y producción, y
- d. Salida de la estructura de la matriz y en continuidad con ello, para el procesamiento aguas abajo.

Durante el procesamiento del material, la masa se transforma principalmente por la fuerza de corte, la presión, la velocidad de enfriamiento, la conformación y el tiempo de residencia que es determinado y establecido acorde a los tiempos ya definidos en el proceso, recolectando los datos e información en la digitalización del sistema Extrusión 4.0. Convencionalmente, el canal de extrusión se divide en tres partes:

- a. Zona de alimentación,
- b. Zona de transición, y
- c. Zona de medición.

El registro digitalizado 4.0 del tiempo de procesamiento del material en la extrusora se denomina tiempo de distribución de residencia. La distribución del tiempo de residencia es un parámetro importante para la calidad del producto; la distribución del tiempo de residencia en extrusoras de doble husillo contrarrotatorias entrelazadas ha sido ampliamente revisada en la industria del plástico por la empresa Plastigama. Sobre ello, se compara la distribución del tiempo de residencia en extrusoras de doble husillo de contrarrotación y de co-rotación y se estima que se obtiene una distribución del tiempo de residencia más nítida cuando se usa la extrusora de doble husillo de contrarrotación.



La mayoría de las extrusoras comerciales con tecnología de la industria 4.0, ofrecen opciones de tornillos o secciones intercambiables que alteran la configuración de las zonas de alimentación, transición y medición. Este tipo de diseño modular digitalizado permite modificar el proceso de extrusión para cumplir requisitos específicos, como la mezcla; los tornillos alimentados se ven principalmente en extrusoras de doble tornillo. El rendimiento de la extrusora no es una función de la velocidad del tornillo en un estado estable; a diferencia de la fusión en extrusoras de un solo tornillo, los estudios de fusión en extrusoras de doble tornillo han aparecido recientemente en la etapa de innovación y digitalización de esta industria.

Basados en ello, se han desarrollado varios modelos para analizar el proceso de fusión en extrusoras de doble husillo sobre la base de estos modelos de fusión, se han desarrollado varios modelos informáticos completos, principalmente para extrusoras de doble husillo co-rotativas en la maximización de la información y recolección de datos a la que está sometida la digitalización del proceso con tecnología de la industria 4.0. Por tanto, la implementación de un proceso de innovación y mejoramiento continuo para mantener la actualización en la etapa de desarrollo y tecnificación del área de extrusión, constituyen un elemento adecuado y actual para promover la competitividad y operatividad en la empresa Plastigama.

5.2.3.3 NIVEL 3: RED DE LA PLANTA

El proceso de red de la planta se estructura sobre los colaboradores del área de extrusión, acorde a una administración eficiente, fundamentada en la ejecución adecuada y organizada de funcionalidades de los trabajadores, de los cuales depende la operatividad y continuidad de los trabajos y manipulación de las máquinas en el área y la empresa en general. Por ello, la red de planta se define para promover un trabajo coordinado y comunicado entre el personal, donde el conocimiento de los procesos de Extrusión 4.0, sean de conocimiento generalizado entre todos los miembros del equipo de trabajo, para garantizar un proceso eficiente y ejecutado de manera oportuna por cada uno de los colaboradores, según la funcionalidad, responsabilidad y tarea.

En consecuencia, la red de la planta se define sobre los siguientes colaboradores del área de extrusión, los cuales son presentados sobre el director de calidad, estación de



revisión, director de la planta de extrusión y las estaciones de supervisiones que constituyen los elementos de operatividad para la maximización de recursos en el área de extrusión y en referencia a todas las áreas involucradas de la industria que representa a la empresa Plastigama.

Tabla 20. Red de la planta en operatividad Extrusión 4.0

Función	Número de colaboradores
Director de calidad	1
Estación de revisión	2
Director de la planta de extrusión	1
Estaciones de supervisores	4
Total	8

Elaborado por: Los autores

Los 8 miembros del personal de 21 en total, en el área de extrusión, representan los colaboradores del área administrativa para el mantenimiento operativo de esta sección de la empresa, encargada de la fabricación de los productos en manipulación directa de la maquina extrusora. Por tanto, la red de la planta en operatividad, se encargará del manejo y organización de elementos digitalizados de la Extrusora 4.0 para promover continuidad en las labores que desempeña, con el propósito de minimizar los tiempos de producción, mejorar el nivel de calidad global de los productos y promover el ahorro a lo largo de todo el proceso productivo. En consecuencia, la red de planta en operatividad se encargará de coordinar lo siguiente:

- a. Sistemas de control y automatización industrial
- b. Comunicaciones y coordinación entre áreas y colaboradores
- c. Digitalización de datos



- d. Información en la nube
- e. Tecnología de comunicación máquina personal
- f. Tecnología de control integrada
- g. Tecnología de diseño y fabricación
- h. Internet de las cosas (IoT)

El principal factor innovador del modelo Industria 4.0 para implementación en la empresa Plastigama para el área de extrusión, radica en la digitalización de procesos y en la introducción de sistemas inteligentes; en particular, está dirigido a aprovechar al máximo el IoT, la disponibilidad de *Big Data*, el procesamiento inteligente de grandes cantidades de datos y las posibilidades de conexión que ofrece la tecnología Web. Siendo así, es claro que, los mercados de extrusión de plástico y sistemas de extrusión de plástico reciclado están inevitablemente interesados en la renovación impulsada por la Industria 4.0.

Los dispositivos utilizados en las etapas de reciclado y filtrado de plástico *post* consumo generan cantidades masivas de datos operativos complejos, por ejemplo, al comunicar parámetros de estado (temperatura, presión, etc.), interacciones y otra información de servicio. Sobre lo cual, se debe conocer que, los cambiadores de pantalla son dispositivos esenciales dentro de la economía de los sistemas de filtrado y reciclaje de plástico y extrusión de plástico. Hoy en día, por lo tanto, es esencial diseñar y desarrollar nuevas generaciones de cambiadores de pantalla destinados a la extrusión de plástico para integrarlos en el modelo global de digitalización de la Industria 4.0.

Dentro del sector industrial de los sistemas de extrusión de plástico posconsumo en el área de extrusión de la empresa Plastigama, se requiere gestionar y analizar estos datos para adaptarse adecuadamente a la mejora tecnológica requerida, por lo que, en esta etapa, se prevé establecer las directrices de operatividad y administración. En particular, el ciclo de extrusión de plástico reciclado necesita el desarrollo de una visualización del proceso de producción y un procesamiento inteligente. Todo esto es aún más cierto si se tiene en cuenta que los materiales plásticos a filtrar están experimentando cambios acelerados, mejorando su calidad y disponibilidad.



5.2.4 ESTUDIO ECONÓMICO DEL IMPACTO DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LOS PROCESOS DE MANUFACTURA

El estudio económico para la empresa Plastigama en el área de extrusión, prevé implementar el sistema Extrusión 4.0, como parte de la innovación y aplicación tecnológica de operatividad en este sector de la empresa. Para ello, se desarrolló un proceso de análisis del mercado actual, considerando el problema de investigación, que ha presentado un descenso en su productividad sobre estas áreas, de un 27% menos en relación con periodos similares a estos años (2014 – 2016), lo cual es contrastado debido al problema que se genera por falencias de actualización en elementos de desarrollo operativo y funcional que fomenten la innovación del crecimiento industrial de la empresa, generando mejores escenarios productivos. Por tanto, este estudio económico incluye la compra y operatividad de la máquina de extrusión, con todos sus componentes para el área de extrusión de la empresa, con el propósito de incrementar su competitividad de mercado y promover la innovación en la organización. Para ello, se revisan los competidores actuales, y sobre ello el análisis de financiamiento y económico proyectado a cinco años.

5.2.4.1 ANÁLISIS DE MERCADO

Presenta a los competidores del sector de mercado donde desarrolla actividades la empresa Plastigama.

Tabla 21. Análisis de mercado

Análisis competencia

Competidores	Ventas n	Ventas n-1	Beneficio	Activo	Cuota mercado	Crecimiento
Plásticos ecuatorianos S.A.	\$275.652	\$268.154	\$75.541	\$320.500	19,5%	2,80%
Plastikoch CIA. LTDA.	\$221.549	\$214.897	\$59.514	\$211.665	15,6%	3,10%
Inplastic S.A.	\$85.065	\$81.844	\$21.445	\$55.050	6,0%	3,94%
Plastigama	\$716.510	\$697.521	\$134.582	\$420.500	50,6%	2,72%
Plastirey C.A.	\$117.069	\$116.541	\$18.234	\$85.450	8,3%	0,45%



Promedio: \$283.169 \$275.791 \$61.863 \$218.633 20,0% 2,60%

Total: \$1.415.845 \$1.378.957 \$309.316 \$1.093.165 100,0%

Elaborado por: Los autores

El análisis de mercado presenta una cuota de mercado de Plastigama del 50,6% frente a las demás empresas competidoras directas de mercado, lo que se prevé ser incrementado a través de la aplicación y adhesión de las nuevas tecnologías de la industria en el desempeño operativo que integra a las herramientas digitales en el sector de la industria que representa la empresa. A continuación, se presenta la figura 18 y 19 con los datos graficados sobre el margen, rotación y rentabilidad de mercado de las empresas competidoras dentro del misma área comercial donde se desempeña la empresa Plastigama, y en la figura 19 sobre la participación de mercado de estas empresas en relación con la organización de estudio.



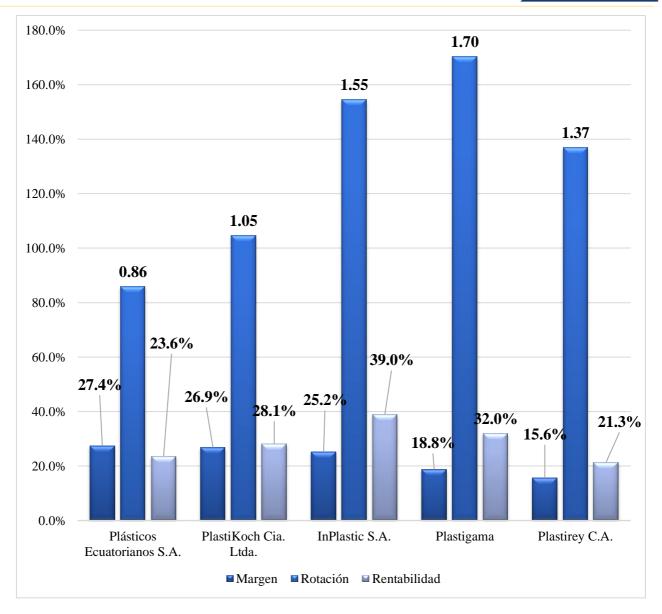


FIGURA 18. MARGEN, ROTACIÓN Y RENTABILIDAD DE MERCADO

Fuente: (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2020)

La rentabilidad de Plastigama frente a las demás organizaciones del mismo sector productivo, representa una rentabilidad de 32,0%, en consonancia con un margen de 18,8% y una rotación de 1,70%, lo cual la define como una empresa competitiva que necesita mantener procesos actualizados en consonancia con el presente estudio.



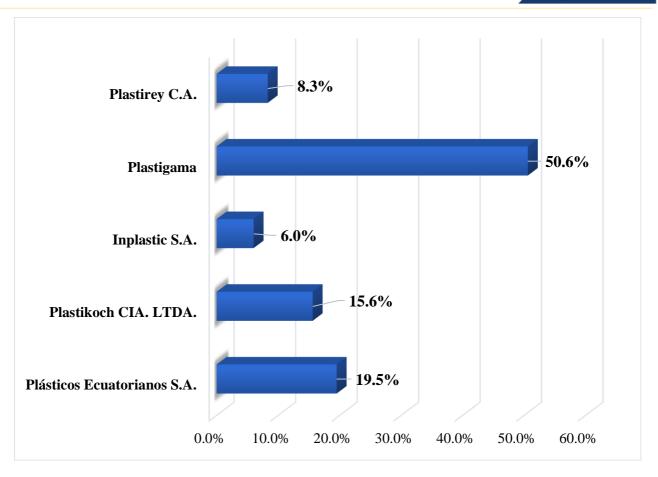


FIGURA 19. PARTICIPACIÓN DE MERCADO DE EMPRESAS FABRICANTES DE PLÁSTICO

Fuente: (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2020)

La participación de mercado de las empresas competidoras de Plastigama, se establece en 8,3% de la cuota comercial para Plastirey C.A., Implastic S.A., con 6,0%, Plastikoch Cía. Ltda., con 15,6% y Plásticos Ecuatorianos S.A., con 19,5%; sobre lo que, la empresa Plastigama mantiene el más amplio margen de participación con un 50,6% en la cuota de mercado, razón por lo que, la innovación y actualización de procesos laborales y comerciales internos con resultados externos, es fundamental para mantener su competitividad a través del tiempo.

5.2.4.2 Inversiones y gastos necesarios

Las inversiones y gastos necesarios definen los gastos de asesoramiento informativo y digitalización de la industria 4.0 para la empresa Plastigama, así como los demás elementos necesarios para el inicio de actividades, donde se integra la compra del sistema Extrusión 4.0, con la operatividad de la máquina adecuada para la implementación de la innovación en la empresa.



TABLA 22. GASTOS PREVIOS

Gastos previos	US\$
Asesoramiento informático y digitalización Industria 4.0	\$3.500,0
Asesoría Laboral de Implementación	\$1.250,0
Análisis sectorial de mercado	\$4.500,0
Oficina, libros, imprenta y materiales	\$1.200,0
Implementación de mercadeo digital para área de extrusión	\$1.250,0
Sistema Extrusión 4,0	\$77.500,0
Otros	\$550,0
Total	\$89,750,00

TABLA 23. INICIO DE ACTIVIDADES

Inicio de actividades	US\$
Socialización de sistema en área de extrusión	\$850,0
Creación de datos y procesos digitalizados en funcionalidades	\$1.275,0
Creación de registro para nueva plataforma de capacitación	\$980,0



Denominaciones en línea de la empresa	\$750,0
Pagos impositivos de la empresa	\$450,0
Adecuaciones del establecimiento central	\$5.750,0
Otros	\$2.500,0
Total	\$12,555,0

5.2.4.3 FINANCIAMIENTO

El financiamiento necesario es de US\$160,995,0, los cuales se suman del financiamiento propio de la empresa por US\$150,000,0 que constituyen las aportaciones económicas de los socios de Plastigama en conjunto de la aportación de bienes y derechos por US\$9,745,0, sumado a las subvenciones del Estado por innovación y desarrollo tecnológico en la empresa que representan US\$1,250,0. Por esta razón, no se necesitará un financiamiento externo para el proyecto.



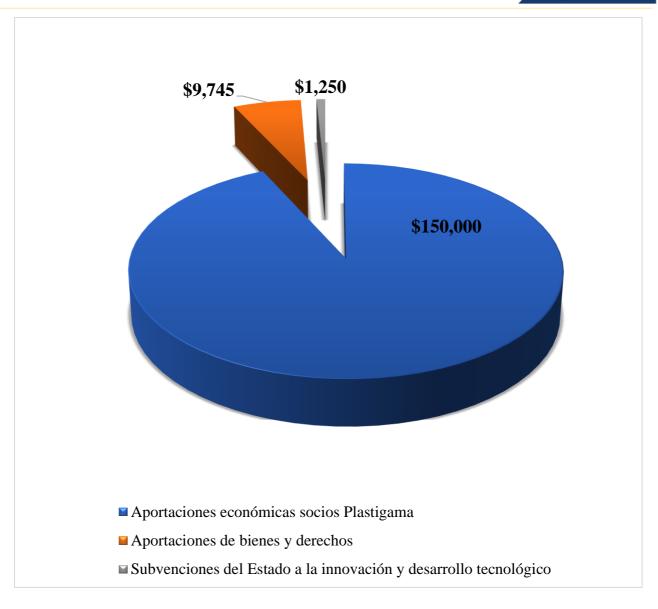


FIGURA 20. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO



Sobre ello, la estimación de los gastos mensuales tiene un total de US\$6,870,0, que son desglosados de la siguiente manera:

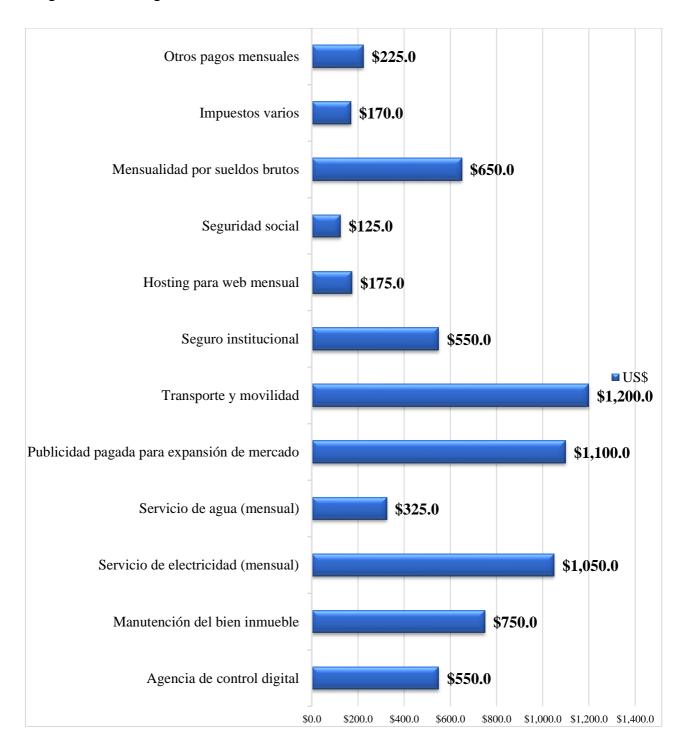


FIGURA 21. ESTIMACIÓN DE GASTOS MENSUALES

Elaborado por: Los autores



5.2.4.4 RENTABILIDAD

Se presenta la rentabilidad del proyecto a 5 años, donde se puede estimar los indicadores como montos adicionales a lo que ya se está obteniendo en la rentabilidad de Plastigama, razón por lo cual, solo se están considerando los ingresos proyectados, como los elementos relativos a la consecución de las metas y objetivos de la empresa en la implementación de los procesos de innovación en su línea de operatividad de recursos.

Tabla 24. Flujo de Caja

FLUJOS DE CAJA	AÑO INICIAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COBROS PREVISTOS	\$1.250,0	\$3.166.080,0	\$3.245.232,0	\$3.332.853,3	\$3.432.838, 9	\$3.552.988,2
INCREMENTO DE MERCADO (VENTAS)		\$3.166.080,0	\$3.245.232,0	\$3.332.853,3	\$3.432.838 <i>,</i> 9	\$3.552.988,2
POR SUBVENCIONES	\$1.250,0					
FINANCIEROS	no es necesario préstamo					
NO EXISTEN PAGOS PREVISTOS SOBRE FINANCIAMIEN TO	\$159.745,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0
DESEMPEÑO DE ACTIVIDADES DE EXTRUSIÓN 4.0		\$2.745.984,0	\$2.787.173,8	\$2.842.917,2	\$2.931.047, 7	\$3.048.289,6
SALARIOS		\$7.800,0	\$8.034,0	\$8.275,0	\$8.523,3	\$8.779,0
SEGURIDAD SOCIAL		\$3.540,0	\$3.646,2	\$3.755,6	\$3.868,3	\$3.984,3
PUBLICIDAD PAGADA PARA EXPANSIÓN DE MERCADO PLASTIGAMA		\$6.600,0	\$6.864,0	\$7.069,9	\$7.211,3	\$7.283,4
SEGUROS		\$6.600,0	\$6.864,0	\$7.069,9	\$7.211,3	\$7.283,4
SUMINISTROS (LUZ, AGUA)		\$31.800,0	\$33.072,0	\$34.064,2	\$34.745,4	\$35.092,9
MANTENIMIEN TO BIEN INMUEBLE		\$9.000,0	\$9.360,0	\$9.640,8	\$9.833,6	\$9.932,0



TRANSPORTE		\$14.400,0	\$14.976,0	\$15.425,3	\$15.733,8	\$15.891,1
OTROS GASTOS MENSUALES		\$2.700,0	\$2.808,0	\$2.892,2	\$2.950,1	\$2.979,6
INVERSIONES PREVISTAS	\$57.440,0					
INTERESES		\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0
DEVOLUCIÓN PRINCIPAL		\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0
PAGOS INICIALES	\$102.305,0					
IMPUESTO		\$66.900,9	\$108.025,8	\$116.818,5	\$119.809,8	\$120.337,5
		Flujos de caja				
DESEMBOLSO	-\$159.745,0	\$3.166.080,0	\$3.245.232,0	\$3.332.853,3	\$3.432.838, 9	\$3.552.988,2
TASA PARA EL CÁLCULO DEL VAN	6,00%					
VALOR ACTUAL NETO (VAN) +5 AÑOS			\$	514.207.315,1		
TIR				65,00		
FLUJOS DESCONTA	ADOS					
159.745,0						
2.986.867,9						
2.888.244,9						
2.798.327,9						
2.719.129,9 2.654.999,5						

El desembolso inicial realizado por el financiamiento propio (-\$159,745,0), se refiere a la aportación económica de los socios con las aportaciones de bienes y derechos, que sumados representan la cantidad económica que la empresa ha aportado para financiar su proyecto en la etapa de innovación para los procesos en el área de extrusión que constituye la implementación de la tecnología 4.0, en la fabricación de los productos plásticos. Con ello, la empresa prevé incrementar sus resultados económicos a partir del año 1 en adelante (año 5), como se observa en la tabla 24.





FIGURA 22. UMBRAL DE CRECIMIENTO ECONÓMICO

La perspectiva de crecimiento previsto de las ventas se prevé incrementar desde el año 2, en un 2,5%, representando un desarrollo hasta el año 5 de 3,5%, lo que ayudará a la empresa Plastigama a incrementar su participación de mercado prevista hasta un 6,0% en relación con el actual posicionamiento de mercado. Asimismo, el crecimiento de aprovisionamiento se observa en 1,5% en el año 2 hasta un 4,0% en el año 5, lo cual esta contrastado con el crecimiento de los gastos previstos de explotación, que en beneficio de la empresa parten de un 4,0% en el año 2 a un 1,0% en el año 5, como resultado de la implementación de la tecnología 4.0, en la industria de fabricación de productos plásticos que dará mayor flexibilización y agilidad en la ejecución de procesos en el área de extrusión.



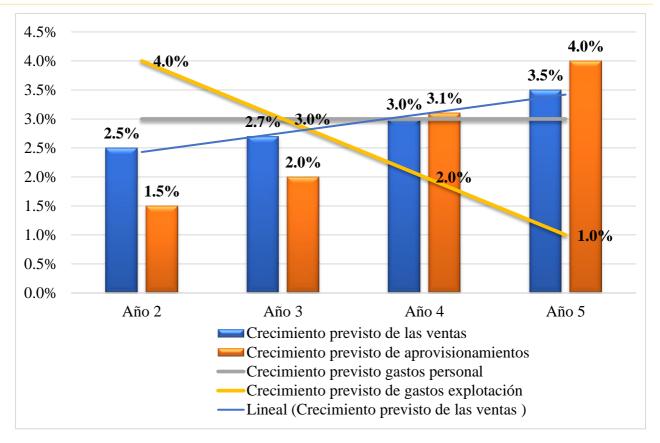


FIGURA 23. PORCENTAJE ESTIMADO DE CRECIMIENTO

En consecuencia, el estudio económico prevé un VAN a 5 años de \$14,207,315,1, y un TIR del 65,00 considerando el tamaño del mercado donde desarrolla actividades la empresa Plastigama, por lo que, el incremento de su cuota de mercado sería de un 15% más de lo que actualmente representa (50,6%). En consecuencia, la implementación del sistema Extrusión 4.0, sobre la máquina y demás elementos de operatividad digital, representan innovación para la empresa en el desempeño de su competitividad de mercado.



CONCLUSIONES

Se concluye en el presente documento, sobre la implementación de nuevas tecnologías, actualización de procesos de digitalización en la operatividad y maximización de recursos funcionales y de fabricación de productos plásticos sobre lo cual, se desarrolló un proyecto de desarrollo para la optimización manufacturera en el área de extrusión de la empresa Plastigama, a través del uso de la tecnología de la industria 4.0. Para ello, se revisaron los procesos de manufactura actualizados sobre el área de desarrollo en la sección de extrusión de la empresa, donde se estimó mediante un test de preguntas a los 21 trabajadores del área, acerca de los procedimientos y escenario de operatividad que actualmente se ejecuta en dicha sección de la organización.

Sobre ello, la consecución de los objetivos específicos de investigación, presentaron los resultados sobre lo que, en la ejecución del test de preguntas, en las interrogantes sobresalientes para la determinación de la situación actual de procesos de manufactura en el área de extrusión, en la primera pregunta de los resultados del uso de las tecnologías de la industria 4.0, el personal respondió de manera objetiva, que la ejecución de tareas en el área de extrusión si consideran oportunos la aplicación de elementos operativos de innovación para la ejecución de tareas al momento de la fabricación de un objeto plástico, que sigue los tres pasos preestablecidos en el área, con un resultado de 38,1% en el diseño de molde, el 42,9% a la fabricación de molde y solo el 19,0% a la fabricación de la pieza, lo cual, representa que actualmente la organización aún mantiene procesos lineales y tradicionales en la fabricación en el área de extrusión, sin mayor incidencia de la tecnología y digitalización del proceso, lo que prevé un panorama de requerimiento de actualización e innovación en el área.

El segundo objetivo específico, analizó la implementación de dicha tecnología y escenario de actualización, como parte de los procesos de innovación y mejoramiento continuo para el área de extrusión de la empresa Plastigama, sobre lo cual se pudo conocer la estimación y previsión que manifestaron los colaboradores de la empresa,



específicamente sobre el área de extrusión, acorde a su visión sobre la implementación de elementos de innovación, a lo que respondieron de manera mayoritaria en un 81%, que sí consideran oportuno implementar el uso de tecnología de la industria 4.0 en el área de extrusión de la empresa, tomando en cuenta que esto mejoraría los procesos operativos y administrativos en funcionalidades, coordinación y comunicación para el área, mejorando así los procesos de fabricación de productos de plástico, con calidad y eficiencia en ejecución de tiempo y competitividad de mercado.

Se propuso un proceso de manufactura que implementa las tecnologías de la industria 4.0, en previsión de incrementar la competitividad productiva, optimizando la calidad y ejecución industrial. Para ello, se propuso la compra de la máquina de extrusión, con tecnología 4.0, denominada Extrusión 4.0, a adquirir de la empresa austriaca Greiner Extrusión, como parte de los modelados de los productos que manufactura y comercializa la empresa en el mercado, acorde a su área industrial. Consecuentemente, la digitalización de los procesos en el área de extrusión de la empresa Plastigama se estima como un motivante de crecimiento y desarrollo dentro del sector comercial y de mercado donde se desenvuelve.

Finalmente, el último objetivo de investigación, efectuó un estudio económico del impacto de la industria 4.0 que prevé la maximización de recursos y beneficio en la operatividad de los procesos de manufactura del área de extrusión de Plastigama para fomentar la competitividad de la empresa, que adquiere la máquina de extrusión Greiner Extrusión a un costo de US\$77,500,00 como parte de la primera adquisición de esta empresa con estas máquinas, las cuales tienen el sistema Extrusión 4.0 ya incluido dentro de su sistema operativo, que se integra con todos los elementos digitales del área y de la empresa para promover coordinación y comunicación entre las operaciones y producciones que se realizan.

Por tanto, al mejorar los procesos de manufactura, con innovación y digitalización, se prevé un incremento de la cuota de mercado de un 15% más de lo que actualmente se desarrolla, con un Valor Actual Neto (VAN) establecido a 5 años para el desarrollo y expansión previsto en la presente investigación, que manifiesta un estimado de US\$14,207,315,1, y una Tasa Interna de Retorno del 65,00%, que se prevé como



altamente beneficiosa para la empresa, considerando la maximización de recursos a través de la implementación de tecnologías e innovación productiva, tomando en cuenta el tamaño del mercado donde desarrolla actividades la empresa Plastigama, promoviendo con ello un crecimiento adecuado, con una previsión organizada, estructurada y determinada a mediano plazo para la empresa en el desempeño de su área industrial.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda promover procesos de desarrollo operativo e innovación tecnológica de manera continua en la empresa Plastigama, para mantener constante competitividad y crecimiento sectorial e industrial, considerando que los procesos operativos y de administración empresarial son fundamentales para mantener la coordinación y comunicación en la productividad de elementos plásticos a comercializar por esta industria nacional.
- Se recomienda implementar programas de mejoramiento continuo que mantenga socializado nuevos elementos de desarrollo tecnológico e industrial en tecnología 4.0, para mantener rotación de conocimientos y una administración adecuada dentro del área de extrusión de la empresa Plastigama y en general dentro de toda la empresa.
- Se recomienda fomentar programas de capacitación del personal que promueva el desarrollo del conocimiento operativo de las máquinas integradas al sistema Extrusión 4.0, para fortalecer la ejecución de tareas adecuadas y funcionalidades coordinadas entre los colaboradores del área de extrusión, que genere confianza operativa y coordinación laboral al momento de realizar las diferentes tareas en el área de extrusión, orientándose a promover y fomentar elementos de mejoramiento en los procesos operativos e incrementar con ello, su participación o cuota de mercado, optimizando su calidad y productividad en competitividad directa de sus mismos entornos empresariales en la industria donde ejecuta actividades la empresa Plastigama.



REFERENCIAS

- Alba, L. M., Palencia, A. S., & Suárez, C. G. (2020). *Aspectos básicos de la Industria 4.0.*Informe de desarrollo operativo e industrial, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, Bogotá.
- Aragón, M. S., & Cisneros, J. M. (2019). Propuesta de modelo táctico de implementación de Industria 4.0 para la generación de ventaja competitiva en las pymes ecuatorianas. Investigación científica, Universidad de Cuenca, Programa de Maestría en Ingeniería Industrial. Procesos de Fabricación, Cuenca.
- Arellano, R., & Castaño, L. M. (2017). *La digitalización y la Industria 4.0. Impacto industrial y laboral.* Investigación científica, Universidad de Madrid, Programa Doctoral en Ingeniería de Mercados y Desarrollo Industrial, Madrid.
- Arriaga-Atanacio, A. P., & Zarco, R. O. (2020). *Implementación de la Industria 4.0 en los procesos de manufactura de empresas lácteas*. Universidad Autónoma Nacional de México, Programa Doctoral en Ciencias Económico Administrativas del ICEA. México D.F.: UNAM.
- Ávila, J. P., Albarrán, J. F., Maraboto, J. A., Ibarra, C. A., & Paredes, A. J. (2017). Manufactura en el Siglo XXI. Un enfoque estructural para el desarrollo, diseño y manufactura de productos de consumo. *Revista de la Academia de Ingeniería de México*, 11(7), 269.
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). Industria 4.0 Fabricando el futuro.
 Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Económico y
 Productivo. Buenos Aires: BID.
- Benavente, J. M., & Suaznábar, C. (2018). *Políticas 4.0 para la cuarta revolución industrial.* Informe de desarrollo industrial y productividad, Banco Internamericano de Desarrollo, Centro de Innovación en América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.



- Blanco, R., Fontrodona, J., & Poveda, C. (2021). *La Industria 4.0. El estado de la cuestión.*Informe de tecnología Industria 4.0, Cámara de Comercio de Barcelona, Centro de Investigación en Desarrollo Empresarial, Barcelona.
- Burbano, E., & Montalvo, A. (2020). Diagnóstico general. Nivel de desarrollo de la industria 4.0 en Brasil, Chile, México y Uruguay. Investigación científica, CTCN; ASDF, Revista de Desarrollo Industrial, Bogotá.
- Cabrera, H. R., Rodríguez, B., González, J. L., & Medina, A. (Junio de 2020). Ideas y conceptos básicos para la comprensión de las industrias 4.0. *Revista Universidad y Sociedad, 12*(4), 44.
- Cárdenas, A. S. (2020). Propuesta de implementación de la Industria 4.0 en el sector manufacturero de Bogotá. Investigación científica, Universidad Católica de Colombia, Programa de Ingeniería Industrial, Bogotá.
- Carreño, D., & Mesa, J. (30 de Abril de 2020). Metodología para aplicar Lean en la gestión de la cadena de suministro. Industria 4.0 en procesos de extrusión. *Revista Espacios*, 41(15), 27.
- Casado, F. G., & Santos, F. J. (2021). *Metodología 4.0. Implicaciones de la 4ta. revolución industrial.* Investigación científica, Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales. Programa de Maestría en Especialización de Porcesos de Fabricación, Valladolid.
- Casalet, M. (2018). *La digitalización idustrial. Un camino hacia la gobernanza colaborativa*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL.
- Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones. (2010). *Título preliminar. Del Objetivo y Ambito de Aplicación. Artículos 1, 2, 3 y 4 COPCI.* Legislación productiva, comercial, empresarial, Asamblea Nacional del Ecuador, Quito.



- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). *Industria 4.0:*Oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo. CEPAL, Departamento de Proyectos. Santiago de Chile: CEPAL.
- Cortés, C. B., Izar, J. M., Bocarando, J. G., & Osorio, M. L. (26 de Noviembre de 2017). El entorno de la industria 4.0: Implicaciones y perspectivas futuras. *Revista de Ciencia y Tecnología del Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México* (54), 6.
- Crespo, M. d., & Tenecela, M. C. (Agosto de 2021). Desarrollo del proceso de extrusión en aplicación de tecnología industrial 4.0. *Revista Innovación Industrial de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, IV*(17), 93.
- Dragún, P., Ernst, C., Díaz, F. G., & Klüber, D. (2021). *El futuro del trabajo en el mundo de la Industrial 4.0.* Organización Internacional del Trabajo, Unión Industrial Argentina. Buenos Aires: OIT.
- Fernández-Concha, E., Navarrete, M. I., Suárez-González, J. A., & Navas, I. F. (Enero de 2021). Industria 4.0. Desarrollo de la manufactura digital. Diseño de método de aplicación en desarrollo empresarial. *Revista de Ingeniería*, 16(8), 85.
- Franco, M. L., Lovato, S. G., & Abad, G. (5 de Diciembre de 2018). El impacto de la cuarta revolución industrial en las relaciones sociales y productivas de la industria del plástico Implastic S.A. en Guayaquil-Ecuador: Retos y perspectivas industrial 4.0. *Revista Científica Universidad y Sociedad, 10*(5), 158.
- Gálvez, M. A., & Fernández-Concha, A. P. (Noviembre de 2018). Revolución y desarrollo industrial. Industria 4.0. *Revista de Relaciones Laborales Lan Harremanak, 7*(9), 47.
- Granillo, R., & Macías, G. (Agosto de 2021). Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0. *Revista de Investigación de Administración Empresarial, 22*(28), 42.
- Grupo Greiner Greiner Extrusion. (2022). Oferta de máquinas y tecnología de innovación. Industria 4.0 para área de Extrusión. Informe comercial, Greiner, Departamento de Compras y Ventas Greiner, Viena.



- Guerra, C., Torres, L., Sumba, N., & Cueva, J. (2021). Transformación Digital: Alternativa de crecimiento para emprendedores universitarios. *INNOVA Research Journal,* 6(3), 211-226.
- Guerra, P., Guzmán, A. O., Barragán, J. N., & Cantú, J. (Diciembre de 2021). La Industria 4.0. La revolución que viene y su impacto en el empleo en relación con la pandemia de Covid-19. Revista de Desarrollo Industrial Buena Conciencia Empresarial, 16(1), 221.
- Ispizua, E. (2020). *Industria 4.0: ¿Cómo afecta la digitalización al sistema de industrias y productividad?* Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Programa de Maestría en Administración Empresarial. Quito: PUCE.
- Iturralde, J. P., & Hernández, M. J. (Agosto de 2021). Industria 4.0: Impacto industrial laboral. *Revista Industria, VI*(7), 91.
- Llanez-Font, M., & Lorenzo, E. (Marzo de 2021). La cuarta revolución industrial y una nueva aliada: calidad 4.0. *Revista de Gestión Tecnológica, III*(7), 61.
- Martínez, M. M., Gómez, A., Carrasco, E. R., & Caballero, A. (Junio de 2017).

 Implementación de Industria 4.0 en el desarrollo industrial. *Revista Conciencia y Tecnología*, 17(54), 112.
- Medina, C. G., Fajardo, M. C., & Shiller, R. (2020). Beneficios de la implementación de las tecnologías de la industria 4.0 en la cadena de frío en Walmart México. Investigación científica, Universidad Santo Tomás, Programa de Maestría en Innovación Tecnológica Industrial, Bogotá.
- Montero, D. T., & Rea, S. N. (2019). Sistema de manufactura flexible orientado a la industria 4.0. Investigación científica, Universidad Técnica de Ambato, Programa de Maestría en Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Ambato.
- Morales-Cervantes, J., Tellez, D., Carevo, Y., & Espinoza, A. S. (15 de Junio de 2020).

 Caracterización de la Industria del Plástico para definir la competencia en



- manufactura del ingeniero industrial. *Revista de Aplicación Científica y Técnica,* 4(12), 26.
- Motta, J., Morero, H., & Ascúa, R. (2019). *Industria 4.0 en empresas manufactureras*.

 Investigación científica, Universidad de Buenos Aires, Departamento de Administración Empresarial, Dirección de Postgrados, Buenos Aires.
- Parra, C. A., Contreras, J. C., Vázquez, L., & Fuentes, L. (2019). *Innovación Tecnológica. Industria 4.0 y Tecnología Inteligente.* Investigación científica, Red

 Iberoamericana de Academias de Investigación, Centro de Investigación

 Industrial, Madrid.
- Plastigama-Wavin. (2022). Descripción operativa-administrativa de la empresa en el entorno comercial y de mercado. Informe administrativo, Departamento Administrativo, Durán.
- Román, J. L. (2020). *Industria 4.0: La transformación digital de la industria*. Investigación científica, Universidad de Deusto, Programa de Maestría en Ingeniería Industrial y Administración Empresarial, Madrid.
- Saa, D. J., & Quiroga, D. (2021). Análisis de la Industria 4.0 en Latinoamerica y países desarrollados. Investigación científica, Universidad Cooperativa de Colombia, Programa de Maestría en Ciencias Administrativas, Económicas y Contables, Bogotá.
- Schumpeter, J. A. (2016). *Teoría del desenvolvimiento económico. Una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico* (Quinta ed., Vol. II). Buenos Aires, Argentina: McGraw-Hill.
- Severino, C. A., Contreras, J. C., Vázquez, L., Fuentes, L., & Cruz, M. L. (Enero de 2022).

 Innovación tecnológica. Industria 4.0 y tecnología inteligente. *Red Iberoamericana de Academias de Investigación, VI*(14), 321.
- Severino, C. A., Flores, J. C., Tzitzihua, L. V., & Sánchez, V. (2019). *Innovación tecnológica. Industria 4.0 y Tecnología Inteligente.* Investigación científica, Universidad



- Nacional de Colombia, Centro de Investigación en Desarrollo Empresarial y Productividad Operativa, Bogotá.
- Suárez, J. C., Salazar, F. F., & Hernández, R. (2020). *Industria 4.0 y Manufactura Digital. Un método de diseño aplicado a la ingeniería inversa.* Artículo científico,

 Universidad Politécnica de Tlaxcala, Programa de Maestría en Ingeniería

 Industrial, México D.F.
- Superintendencia de Control del Poder de Mercado. (2020). *Producción y Comercialización de Productos Plásticos*. Informe de mercado de plástico, SCPM, Quito.
- Uribe, L. G., Lemus, J., Martínez, J. J., & Torres, C. P. (2020). *Proceso de manufactura en la Industria 4.0.* Investigación científica, Tecnológico Nacional de México, Programa de Maestría en Ingeniería Industrial, México D.F.
- Velásquez, D., Alba, L. M., Palencia, A. S., & Suárez, C. G. (2020). Aspectos fundamentales de la Industria 4.0 en los procesos de fabricación. Informe de Innovación Tecnológica Industrial, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, Programa de Trabajo de Estadísticas y Estudios Sectoriales, Bogotá.
- Villareal, R. E., & Corzo, J. A. (2020). *Perspectivas teóricas de las características del uso de la industria 4.0.* Artículo científico, Universidad Autónoma de Nuevo León, Programa Doctoral en Administración, Nuevo León.
- Zamorano, D. J., & Quiroga, D. (2021). *Análisis de la Industria 4.0 en Latinoamérica y países desarrollados*. Artículo científico, Universidad Nacional de Colombia, Programa Doctoral en Ciencias Administrativas, Económicas y Contables, Bogotá.