

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA (MYDCI)



**Metodología para la incorporación de Tecnologías de
Manufactura Avanzada en Pequeñas y Medianas Empresas
(PyMEs)**

TESIS

Que para obtener el grado de
Maestro en Ingeniería

PRESENTA

Dennis Molina Quiroz

DIRECTOR

Dra. Patricia Mariela Domínguez Osuna

CODIRECTOR

Dra. Judith Marisela Paz Delgadillo

**Mexicali, Baja California
Enero 2025**

DEDICATORIA

*A mis padres, mis cimientos, por su apoyo incondicional e incansable, y por ser un regalo invaluable que atesoro profundamente. Gracias por su amor infinito y por cuidar de mis hijos con tanto cariño, permitiéndome concentrarme en alcanzar este sueño.
Este logro también es suyo.*

A mi hijo mayor Rodrigo, quien con su madurez y fortaleza me brindó apoyo constante durante este proceso. Su paciencia y comprensión me motivaron a seguir adelante incluso en los momentos más desafiantes.

A mi pequeña Itzel, cuya alegría y amor puro iluminaron mis días. Sus abrazos llenos de ternura y sus ansias por verme al final de cada jornada fueron mi mayor recompensa.

A mis hermanos, por estar presentes con su apoyo y cariño en los momentos que más lo necesité, recordándome siempre la importancia de los lazos familiares.

A mi novio, José Antonio, por ser mi motivación constante, creyendo en mí incluso cuando yo dudaba, y por acompañarme en este camino con palabras de ánimo y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Este camino no hubiera sido posible sin tantas personas las cuales estoy sumamente agradecida, por ello quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron a que este proyecto fuera posible.

A Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por su invaluable apoyo financiero y por fomentar la investigación y el desarrollo académico en México. Su respaldo fue esencial para la realización de esta tesis y para el cumplimiento de esta meta.

A mi asesora de tesis, Dra. Patricia Mariela Domínguez Osuna, por su guía, paciencia y dedicación durante este proceso. Sus conocimientos y consejos fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A mi codirectora, Dra. Judith Marisela Paz Delgadillo, por su participación en el comité de esta tesis y su acompañamiento en esta etapa académica.

A mis padres, por su apoyo incondicional, su amor infinito y por ayudarme a mantenerme firme en los momentos más difíciles. A mis hijos, quienes fueron mi mayor inspiración, y a mi novio, por su constante motivación y ánimo.

A mis hermanos, por su apoyo y palabras de aliento en este camino.

A mis amigos y compañeros, quienes compartieron conmigo experiencias, aprendizajes y momentos inolvidables a lo largo de este trayecto, y a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, aportaron su tiempo, conocimientos y apoyo emocional para que esta meta pudiera hacerse realidad.

Finalmente, agradezco profundamente a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y las bendiciones necesarias para superar cada obstáculo en este camino. Este logro es reflejo de su gracia y de su constante presencia en mi vida.

ÍNDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. Introducción	10
1.2. Planteamiento del problema	11
1.3. Justificación	12
1.4. Objetivos	14
1.4.1. Objetivo General	14
1.4.2. Objetivos Específicos	14
1.5. Hipótesis	14
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	15
2.1. La Cuarta Revolución Industrial	15
2.2. Manufactura Avanzada	16
2.2.1. Antecedentes de la Manufactura Avanzada	17
2.2.2. Clasificación de la Manufactura Avanzada	18
2.2.2.1. Big data	20
2.2.2.2. Manufactura aditiva o impresión 3D	21
2.2.2.3. Internet de las cosas (IoT)	22
2.2.2.5. Computación en la nube	25
2.2.2.6. Robótica	26
2.2.2.6.1. Robots colaborativos (Cobots)	27
2.2.3. Beneficios de la Manufactura	28
2.2.4. Implementación de la Manufactura Avanzada	30
2.2.4.1. Manufactura Avanzada en México	34
2.3. Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)	36
2.3.1. Indicadores de las PyMEs	37
2.3.2. Clasificación de las PyMEs	38
2.3.3. Antecedentes históricos de las PyMEs en México	39
2.3.4. Contexto actual de las PyMEs	39
2.3.4.1. PyMEs en el mundo	39
2.3.4.2. PyMEs en América Latina	40

2.3.4.3.	PyMEs en México	41
2.3.4.4.	PyMEs en Baja California.....	42
2.3.5.	Principales retos de las PyMEs.....	43
2.3.6.	Estándares de Calidad y la ISO en las PyMEs	45
2.3.6.1.	Revisión de las Normas ISO.....	45
2.3.6.2.	Aplicación de ISO en PyMEs de Baja California.....	46
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE MANUFACTURA AVANZADA EN PYMES		47
3.1.	Diseño de la propuesta.....	47
3.2.	Desarrollo de las Etapas	49
3.2.1.	Etapa 1. Identidad Organizacional.....	49
3.2.2.	Etapa 2. Diagnóstico	50
3.2.3.	Etapa 3. Análisis.....	56
3.2.4.	Etapa 4. Propuesta.....	58
3.2.5.	Etapa 5. Plan de acción	58
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		62
4.1.	Etapa 1. Identidad Organizacional.....	62
4.2.	Etapa 2. Diagnóstico	64
4.3.	Etapa 3. Análisis	73
4.4.	Etapa 4. Propuesta.....	76
4.5.	Etapa 5. Plan de acción	78
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		80
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....		82
REFERENCIAS		84
ANEXOS.....		93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de las revoluciones industriales. Elaboración propia basado en [11].	16
Figura 2. Actividades vinculadas a la MA. Elaboración propia basado de Berra [20]	19
Figura 3. Optimización y toma de decisiones, Big data. Elaboración propia a partir de [24].	20
Figura 4. Propuesta de metodología para la implementación de MA en PyMEs. Elaboración Propia.	48
Figura 5. Matriz de doble entrada para estrategias derivadas del FODA. Elaboración propia basada en [94].	57
Figura 6. Estructura del Plan de Acción. Elaboración propia	60
Figura 7. Estructura del Plan de Control. Elaboración propia.	61
Figura 8. Distribución de los colaboradores de la empresa por género. Elaboración propia.	63
Figura 9. Distribución por edad de los colaboradores de la empresa. Elaboración propia.	63
Figura 10. Distribución por antigüedad de los colaboradores de la empresa. Elaboración propia.	64
Figura 11. Estructura organizacional.	70
Figura 12. ¿Te ves a ti mismo/a trabajando en esta empresa a largo plazo?	71
Figura 13. ¿Crees que la empresa promueve una cultura de trabajo en equipo y colaboración?	72
Figura 14. ¿Sientes que tus opiniones y sugerencias son tomadas en cuenta por la dirección o tus superiores?	72
Figura 15. Resultado del análisis FODA. Elaboración propia.	74
Figura 16. Mapeo del proceso de servicio	77
Figura 17. Propuesta de diagrama de Gantt para el desarrollo e implementación de una solución.	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los tipos de datos recopilados de los productos. Elaboración propia basado de [32].	24
Tabla 2. Factores que contribuyen a implementar la computación en la nube. Elaboración propia basado de [36].	26
Tabla 3. Beneficios de los Cobots. Elaboración propia basado de [39].	27
Tabla 4. Beneficios de la implementación de la manufactura avanzada en diversas áreas de una empresa. Elaboración propia basado de [40].	28
Tabla 5. Habilidades digitales. Elaboración propia, basado en [41].	29
Tabla 6. Principales elementos investigados sobre empresas que implementaron MA. Basado de [53].	33
Tabla 7. Principales hallazgos sobre la adopción de nuevas tecnologías. Basado de [57].	36
Tabla 8. Clasificación de empresas en México por tamaño. Elaboración propia basado de [64].	39
Tabla 9. América Latina: cantidad de empresas según sector de actividad y tamaño, 2016 (En porcentajes) [68].	41
Tabla 10. Categorización y subdivisión de entrevistas. Elaboración propia.	52
Tabla 11. Distribución de ítems por sección.	55
Tabla 12. Responsables de las áreas/departamentos en donde se aplicaron entrevistas.	66

RESUMEN

La Manufactura Avanzada (MA), también conocida como la cuarta revolución industrial, Industria 4.0 o transformación digital, engloba el uso de tecnologías y metodologías innovadoras, destacando entre ellas la analítica de grandes datos, la inteligencia artificial, internet de las cosas y la robótica avanzada. Estas herramientas se emplean para potenciar la competitividad en los sectores de fabricación y comercio, marcando un hito en la evolución de los procesos productivos y la gestión empresarial; el objetivo de ellas es mejorar los servicios, incrementar el valor agregado, la calidad, la capacidad de respuesta a las tendencias del mercado y la flexibilidad. La MA está cada vez más presente en las grandes industrias, las cuales han demostrado una eficiente producción como ejemplo tenemos: impresiones de metales, impresión 3D, inyección de plásticos, tratamientos térmicos, entre otros, lo que ha causado un gran impacto positivo en estas empresas; el problema destaca en empresas pequeñas y medianas (PyMEs), ya que muchas de ellas desconocen el tema. Se tiene la creencia de que es algo muy costoso, que requiere mucho conocimiento y muchas tienen miedo a la innovación. El objetivo del presente trabajo es diseñar una metodología que ayude a las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) en la incorporación de tecnologías de MA, permitiéndoles mantener una ventaja competitiva en el mercado, haciendo un análisis de las tecnologías de MA actuales y las metodologías existentes para la incorporación de estas en el sector productivo, con el objetivo de desarrollar una propuesta innovadora acorde con las necesidades en el contexto estatal y nacional. Se caracterizó a una PYME ubicada en la ciudad de Mexicali, B.C., y se implementó la metodología planteada en esta investigación con el fin de validarla. Se obtuvo información valiosa que permitió encontrar áreas de oportunidad dentro de la misma y realizar una propuesta que apoye su camino hacia la transformación digital.

ABSTRACT

Advanced Manufacturing (AM), also known as the fourth industrial revolution, Industry 4.0 or digital transformation, encompasses the use of innovative technologies and methodologies, including big data analytics, artificial intelligence, the Internet of Things and advanced robotics. These tools are used to boost competitiveness in the manufacturing and trade sectors, marking a milestone in the evolution of production processes and business management; their objective is to improve services, increase added value, quality, responsiveness to market trends and flexibility. AM is increasingly present in large industries, which have demonstrated efficient production, such as metal printing, 3D printing, plastic injection, heat treatments, among others, which has had a great positive impact on these companies; the problem stands out in small and medium-sized companies, since many of them are unaware of the subject. There is a belief that it is something very expensive, that it requires a lot of knowledge and many of them are afraid of innovation. The objective of this work is to design a methodology that helps small and medium-sized enterprises (SMEs) in the incorporation of MA technologies, allowing them to maintain a competitive advantage in the market, by analyzing current MA technologies and existing methodologies for their incorporation in the productive sector, with the aim of developing an innovative proposal in accordance with the needs in the state and national context. An SME located in the city of Mexicali, B.C., was characterized, and the methodology proposed in this research was implemented in order to validate it. Valuable information was obtained that allowed finding areas of opportunity within it and making a proposal that supports its path towards digital transformation.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

En el contexto actual de la globalización y la creciente competitividad del mercado, la Manufactura Avanzada (MA) se ha convertido en un pilar fundamental para el desarrollo y la sostenibilidad de las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs). La MA engloba el uso de tecnologías de última generación, como la automatización, la robótica, la impresión 3D y la inteligencia artificial, para mejorar la eficiencia, la calidad y la flexibilidad de los procesos de producción. Este campo de estudio se sitúa en la intersección de la ingeniería industrial, la gestión de operaciones y la innovación tecnológica, y es una oportunidad para que las PyMEs puedan adaptarse rápidamente a las demandas del mercado y mantener su competitividad.

En la actualidad, las PyMEs enfrentan dificultades significativas para adoptar tecnologías. Las barreras comunes incluyen la falta de conocimiento técnico, recursos financieros limitados y la resistencia al cambio organizacional. Además, la mayoría de las investigaciones y metodologías existentes se centran en grandes empresas, dejando un vacío en el conocimiento específico para la implementación efectiva en PyMEs. Esta carencia de enfoques adaptados a las características y necesidades particulares de las PyMEs resalta la necesidad de desarrollar estrategias y metodologías que faciliten la integración de tecnologías avanzadas en estos entornos empresariales.

La presente tesis desarrolló una metodología específica para la implementación de MA en PyMEs, basada en revisiones exhaustivas de literatura, investigaciones, tales como artículos y metodologías específicas que se describen ampliamente en el **Capítulo II: Fundamentación Teórica**. Esta revisión permitió crear una metodología propia que incluye un enfoque en el factor humano, un aspecto que, en anteriores investigaciones, no se consideraban, al centrarse únicamente en aspectos económicos y tecnológicos, sin embargo, fueron incluidas en las recomendaciones del presente trabajo.

La propuesta se ha estructurado en cinco etapas detalladas en el **Capítulo III: Propuesta de Metodología para la incorporación de Tecnologías de MA en PyMEs**, dicha metodología fue propuesta en una PyME local, realizando un acercamiento a distintos departamentos con la intención de recopilar información relevante y analizar el estado actual de la organización para encontrar áreas de oportunidad y los beneficios que se pueden obtener con la implementación de MA. Este proceso, cuyos resultados se describen en el **Capítulo IV: Resultados**, determinó que la MA es ideal cuando se implementa en conjunto con la alta dirección. Esta metodología proporciona a las PyMEs un marco claro, accesible y en etapas para integrar tecnologías avanzadas, mejorando así su competitividad y sostenibilidad a largo plazo. El **Capítulo V: Discusión**, muestra cómo la metodología ayudó a identificar áreas importantes de mejora, considerando tanto la infraestructura tecnológica como el factor humano para la propuesta de incorporación de MA. El **Capítulo VI: Conclusiones**, ofrece un análisis final y recomendaciones para futuras aplicaciones de la metodología.

1.2. Planteamiento del problema

Investigaciones realizadas mencionan que la mayor problemática a la que se enfrentan las PyMEs en la mayoría de los países es la subsistencia dentro de un entorno tan globalizado y competitivo, ya que no pueden competir con grandes empresas y esto las lleva a la quiebra. Por otra parte, el Banco de México (2015) ha señalado que la falta de metodologías, sistemas, herramientas de mejora, además de los recursos económicos, son elementos clave que pueden implementarse por las PyMEs para ser más competitivas y sostenibles, ya que este tipo de empresas tienen un promedio de dos años de vida [1].

En este contexto, los datos del Estudio sobre la Demografía de los Negocios (EDN) 2023 del INEGI revelan que, entre mayo de 2019 y mayo de 2023, nacieron 1.7 millones de establecimientos y murieron 1.4 millones [2].

La pandemia por coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) resaltó la necesidad de que las empresas adopten nuevas tecnologías y que, a pesar de tener un impacto negativo significativo, se observó una recuperación notable con un incremento en la proporción de nacimientos y una disminución en la cantidad de muertes de establecimientos. La transformación fue importante para la reactivación de sus actividades comerciales en el corto y mediano plazo. Además, la adopción y aceleración de la transformación digital permitió que algunas de estas pequeñas empresas sean competitivas en un entorno tan desafiante. [2]

Para abordar estos desafíos y mejorar su competitividad, es crucial que las PyMEs adopten nuevas tecnologías y prácticas de gestión. En este sentido, la MA emerge como una solución viable. Esta incluye tecnologías de adopción, conectividad y plataformas digitales que previamente no eran esenciales para la operación de los negocios. La incorporación de estas herramientas digitales será fundamental tanto para la recuperación de las PyMEs y el desarrollo económico de México. [3]

Lo anterior nos lleva a preguntarnos ¿Qué aspectos deben considerar las PyMEs para afrontar favorablemente el panorama económico actual y futuro a través de la adopción de tecnología de MA para ser competitivos?

1.3. Justificación

Las PyMEs en conjunto con las Microempresas se consideran "el corazón" de la economía empresarial mundial representando el 99% de todas las empresas, siendo una parte importante para el desarrollo, la industrialización y la innovación [4].

En México, existen aproximadamente 4.1 millones de PyMEs, que aportan cerca del 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y generan alrededor del 72% del empleo formal [5]. Sin embargo, estas empresas enfrentan importantes desafíos. Por ejemplo, el 82% de las PyMEs no tienen acceso a internet, lo que limita significativamente su capacidad para participar en el comercio electrónico y aprovechar otras herramientas digitales [6].

Los motivos de este fenómeno son variados, pero destaca que la mayoría de estos negocios no buscan crecer en el comercio electrónico por la falta de conocimiento, de experiencia y de personal capacitado que los oriente a migrar al mundo digital.

El débil crecimiento de la economía, el bajo acceso al financiamiento, con el 76% de PyMEs sin acceso a créditos, y la escasa vinculación con grandes empresas, donde el 95% de las PyMEs no se han vinculado a cadenas de valor, la baja productividad e innovación son solo algunos de los desafíos ya conocidos que enfrentan las PyMEs en México [2]. Cabe destacar, que el 35% de los dueños de PyMEs desconocen las tecnologías que requiere su negocio para ser más productivos. Según el World Economic Forum [7] un porcentaje significativo de las PyMEs lucha con la adopción tecnológica debido a la falta de conocimiento y recursos adecuados.

Independientemente de la industria y sus particularidades, lo ideal es que puedan incorporar tecnologías en sus procesos básicos que impulsen su negocio hacia la innovación. Además, algunas empresas, no poseen el conocimiento necesario para aplicar correctamente la MA, percibiéndola únicamente en términos de procesos. No obstante, el espectro de la MA es mucho más amplio y su objetivo es mejorar tanto las actividades de soporte como las primarias, potenciando así su beneficio global en la organización.

Por otra parte, algunas PyMEs están adoptando tecnologías para diversos fines, por ejemplo, nuevos modelos de consumo digital, tal como, las redes sociales, aplicaciones web, entre otras, abriendo una oportunidad que beneficia a comerciantes y consumidores. Las redes sociales son plataformas que apoyan a todo tipo de comerciantes de manera directa, con la ventaja de generar ingresos con poca o nula inversión.

Los resultados de esta investigación proporcionan un marco metodológico que habilita a las PyMEs a evaluar su situación actual e identificar los pasos necesarios para integrar tecnologías de MA en sus procesos, lo cual es clave para lograr la competitividad en el mercado.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar una metodología en la que se establezcan criterios de organización, gestión y operación de la cadena de valor con la aplicación de Tecnologías de Manufactura Avanzada de forma secuencial, estratégica y a nivel sistema.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar las principales tecnologías que alberga la Manufactura Avanzada en los procesos productivos y comerciales, así como, las metodologías existentes para su implementación.
- Proponer una metodología para incorporar tecnologías de Manufactura Avanzada en PyMEs, estableciendo criterios de organización, gestión y operación de la cadena de valor.
- Implementar y validar la metodología propuesta en una PyME de la ciudad de Mexicali, B.C., México.

1.5. Hipótesis

El diseño de una metodología basada en el análisis y diagnóstico inicial de capacidades y necesidades de las PyMEs facilita la elaboración de una propuesta de incorporación de Tecnologías de Manufactura Avanzada.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el presente capítulo, se abordan conceptos clave que sustentan la propuesta de la metodología para la implementación de MA en PyMEs.

2.1. La Cuarta Revolución Industrial

Para el Foro Económico Mundial (World Economic Forum por sus siglas en inglés) [8], la Cuarta Revolución Industrial, también conocida como Industria 4.0, se refiere a los sistemas de producción "inteligentes" y conectados que están diseñados para detectar, predecir e interactuar con el mundo físico, con el fin de tomar decisiones que apoyen la producción en tiempo real. En la fabricación, puede aumentar la productividad al reducir los tiempos de inactividad y los costos de mantenimiento, la eficiencia energética y la sostenibilidad. Schwab [9], destaca cuatro efectos principales que la Cuarta Revolución Industrial tiene en las empresas: 1) las expectativas de los clientes, 2) la mejora del producto, 3) la innovación colaborativa y 4) las formas organizativas. Ya sean consumidores o empresas, los clientes se encuentran cada vez más en el epicentro de la economía, la cual solo trata de mejorar la forma en que se atiende a los clientes. Además, los productos y servicios físicos ahora se pueden mejorar con capacidades digitales que aumentan su valor. Las nuevas tecnologías hacen que los activos sean más duraderos y resistentes, mientras que los datos y el análisis de estos, están transformando la forma en que se mantienen.

La historia muestra que, una vez que las revoluciones industriales se ponen en marcha, el cambio se produce con rapidez. Los emprendedores convierten los inventos en innovaciones comerciales, estas dan lugar a nuevas compañías que crecen aceleradamente y, por último, los consumidores demandan los nuevos productos y servicios que mejoran su calidad de vida. Una vez que el engranaje de este proceso comienza a funcionar, la industria, la economía y la sociedad se transforman a toda velocidad [10].

En la Figura 1, basada en [11], se ofrece un resumen de la evolución histórica de las revoluciones industriales, donde se capturan las transformaciones clave que han

redefinido la producción industrial, la economía y la sociedad a lo largo de varios siglos. Desde la primera revolución industrial, marcada por la introducción de la maquinaria movida por agua y vapor, hasta la era actual, donde la digitalización y la inteligencia artificial están impulsando cambios sin precedentes. Cada revolución es destacada por innovaciones tecnológicas específicas, mostrando cómo estas han facilitado saltos cuantitativos y cualitativos en la manera en que producimos bienes y servicios, gestionamos la información y vivimos nuestra vida cotidiana.

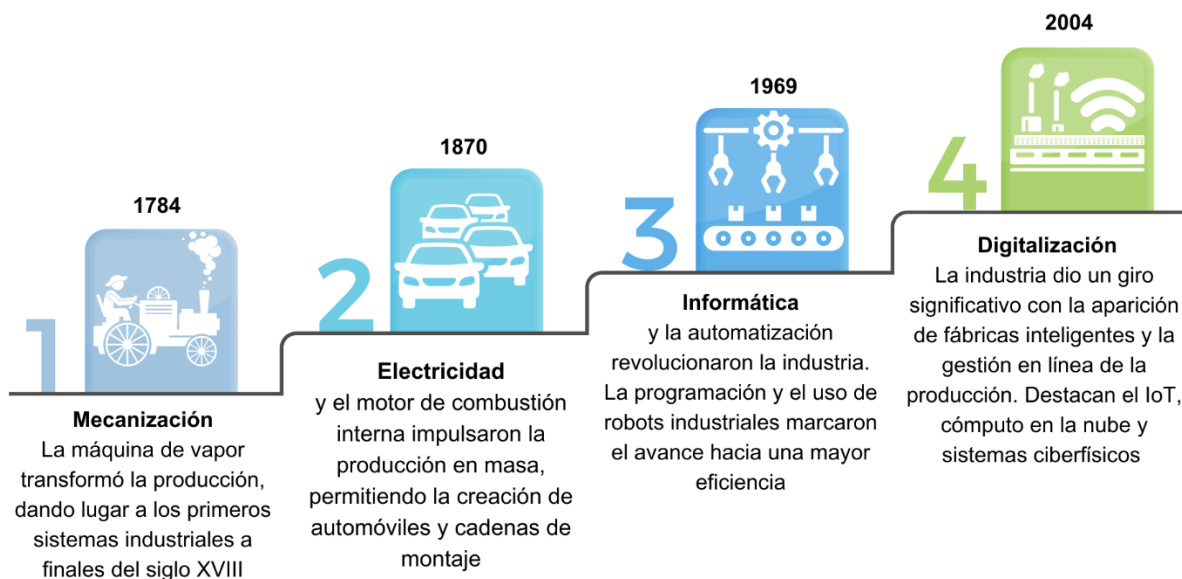


Figura 1. Evolución de las revoluciones industriales. Elaboración propia basado en [11].

La Cuarta Revolución Industrial se ha expandido globalmente, cada país con sus desafíos y características únicas. En países en desarrollo, como México, el reto es mayor debido a su estructura industrial, limitaciones económicas, y dependencia de tecnologías extranjeras [12].

2.2. Manufactura Avanzada

Existen diferentes definiciones de la MA según distintos autores. A continuación, se detallan algunas de las más sobresalientes.

La MA se define como aquellas actividades manufactureras donde están las empresas que lideran la producción y el uso de las tecnologías digitales para controlar el

mundo físico, mediante la sincronización de equipos, procesos y personas. La MA instala un nuevo modelo de fábrica, genera empleos de alta productividad, promueve la innovación, aporta a la reducción de los déficits comerciales y contribuye al crecimiento sustentable [13].

Actualmente es posible almacenar y procesar enormes volúmenes de información sobre sistemas ciberfísicos, como por ejemplo temperatura, presión, vibración, movimiento y flujos de corriente, y de esta forma monitorear y prevenir fallas, controlar los procesos de producción, optimizar las operaciones de manufactura e incluso generar procesos de operación autónomos [14].

La clasificación de la literatura referente a la MA según Gunawardana [15] se divide en diversos campos:

- Adopción
- Inversión
- Selección y evaluación
- Planificación e implementación
- Desarrollo histórico
- Definición y clasificaciones
- Beneficios y desventajas

En resumen, se trata de nuevas formas de fabricar productos existentes y de la creación de productos innovadores mediante la convergencia de nuevas tecnologías.

2.2.1. Antecedentes de la Manufactura Avanzada

La MA ha evolucionado significativamente desde sus inicios a mediados del siglo XX. Inicialmente, la introducción de tecnologías de automatización y control numérico integrando tecnologías digitales como el Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), la computación en la nube y la impresión 3D fueron las bases que han permitido una mayor precisión y eficiencia en los procesos productivos [16].

La integración de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de manufactura, mejoró la flexibilidad y la capacidad de personalización en la producción. La llegada de la robótica industrial en los años 80 donde revolucionó el sector productivo al automatizar tareas repetitivas y peligrosas, permitiendo la mejora en la calidad y consistencia de los productos, además de optimizar los tiempos de producción [17].

El concepto de MA se consolidó en los años 80's y 90's, con la adopción de sistemas como la manufactura flexible y la producción justo a tiempo (just-in-time por sus siglas en inglés). Estas metodologías permitieron a las empresas responder de manera más ágil a las demandas del mercado, reduciendo inventarios y aumentando la eficiencia operativa. En la actualidad, la MA está ligada a la Industria 4.0, que incorpora tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el IoT, la impresión 3D y la analítica de grandes datos (Big data, por su término en inglés). Estas tecnologías no solo optimizan los procesos productivos, sino que también facilitan la creación de productos y la mejora continua basada en datos en tiempo real [16] [17].

La implementación exitosa de la MA ha sido publicada en la Global Lighthouse Network, una colaboración entre el Foro Económico Mundial y McKinsey, que ha identificado 103 sitios en todo el mundo que han transformado sus fábricas mediante la Industria 4.0. Estas empresas han mejorado su sostenibilidad, agilidad, velocidad al mercado, personalización y satisfacción del cliente mediante la adopción de tecnologías digitales avanzadas [18].

2.2.2. Clasificación de la Manufactura Avanzada

La MA representa un enfoque integral en el proceso de fabricación, extendiéndose desde la concepción del producto hasta su introducción en el mercado, y potencialmente más allá. Este enfoque aprovecha la TIC's para lograr una integración perfecta dentro de las organizaciones o fábricas, enfocándose en la eficiencia, la calidad del producto, el bajo consumo y la sostenibilidad del proceso de producción [19].

La MA se caracteriza por la inclusión de actividades relacionadas con la producción, la logística, los servicios, el diseño y desarrollo, la investigación y la mercadotecnia como se ilustra en la Figura 2, al abarcar estas actividades, se facilita la transición de la ingeniería de procesos hacia la ingeniería de producto y diseño [20].



Figura 2. Actividades vinculadas a la MA. Elaboración propia basado de Berra [20]

El internet de las cosas, la robótica, la impresión tridimensional y la inteligencia artificial, pueden mejorar significativamente la visibilidad, coordinación y desempeño de las cadenas de suministros. Los beneficios potenciales incluyen, entre otros, mejor control de inventario, reducción de efectos de fricción, y gastos de capital más bajos. La transformación de la cadena de suministros en el marco de la Cuarta Revolución Industrial es denominada Cadena de Suministros 4.0 [21].

La clasificación de la MA se basa en tres categorías principales: producción eficiente, producción inteligente, y organización eficaz [22]. Con relación a estas categorías, a continuación, se describen las tecnologías asociadas a la MA. Con relación a estas categorías, a continuación, se describen las tecnologías asociadas a la MA.

2.2.2.1. Big data

El uso del Big data posibilita la generación de pronósticos más precisos y la capacidad de tomar decisiones más informadas en tiempo real. Además, se convierte en una herramienta esencial para comprender y descubrir tendencias relacionadas con el crecimiento, la innovación y la productividad, a medida que se enfrenta al creciente volumen de información disponible [23].

El análisis de macrodatos (Big Data Analytics por sus siglas de inglés) es un esquema conveniente y moderno que puede mejorar la eficiencia y reducir el costo de los analistas de datos. El enfoque de aprendizaje profundo (Deep Learning por sus siglas en inglés) puede mejorar el rendimiento informático. Este proceso no requiere la participación de expertos humanos, por lo que ahorra significativamente los recursos humanos, los recursos materiales y los costos de tiempo [24]. El Big data es crucial para empoderar el proceso de toma de decisiones, dando una visión más clara del estado real de los procesos.

La Figura 3 muestra cuatro aspectos fundamentales en la optimización de procesos industriales: ruta de optimización, datos industriales, monitoreo y predicción, y grandes datos industriales; cada uno desempeña un papel en la mejora de la eficiencia, la efectividad operativa y la competitividad.

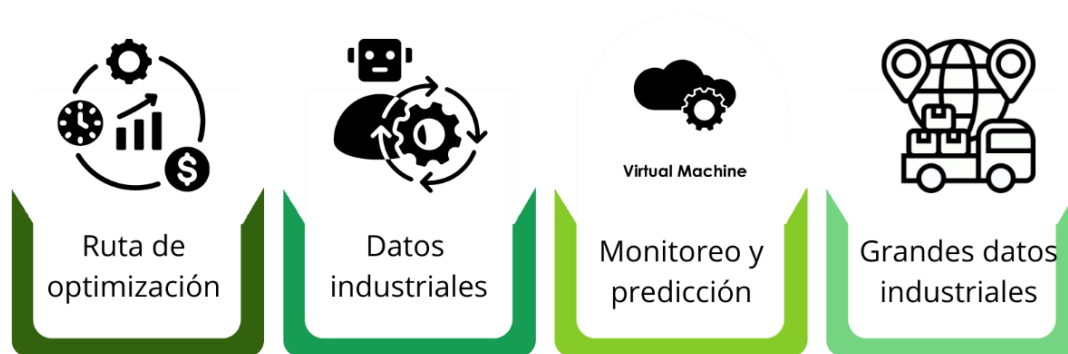


Figura 3. Optimización y toma de decisiones, Big data. Elaboración propia a partir de [24].

La ruta de optimización se refiere al análisis de datos dinámicos que permite ajustar la producción según las necesidades del cliente. La recopilación de datos industriales

proporciona información sobre el estado de las máquinas y el consumo energético, lo que facilita la planificación del mantenimiento y la reducción de costos. El monitoreo y predicción ayuda a las empresas en el rendimiento del producto, mejorando la capacidad de respuesta y mejora continua. El uso de grandes datos industriales permite una mejora significativa en la cadena de suministro, optimizando el almacenamiento y la distribución, lo que se traduce en un ahorro de costos considerable [24].

2.2.2.2. Manufactura aditiva o impresión 3D

La tecnología que está revolucionando en el comercio internacional, conocida como Impresoras 3D, es una innovación que permitirá reducir fases en la cadena de suministro y satisfacer la demanda del cliente aplicando valor a su producto y generando beneficios [25].

Desde la perspectiva del diseño, el trabajo de la impresión 3D es revolucionario ya que permite separar el diseño de un producto, de su manufactura. Las impresoras 3D son dispositivos que pueden crear objetos tridimensionales capa por capa, utilizando diversos materiales como plástico derretido, resina líquida o en polvo. Pueden producir desde juguetes hasta componentes electrónicos complejos, e incluso tejidos biológicos utilizando células vivas. Su versatilidad las hace útiles en una amplia gama de aplicaciones industriales, médicas y culinarias.

La manufactura aditiva o impresoras 3D ha ayudado en las aplicaciones de las nuevas tecnologías y desarrollo de avances en las diferentes áreas. Estas se encontraban disponibles para un público muy específico por el elevado costo, hoy se podría hablar de su masificación en cuanto a marcas y diseños dentro de la industria, para que sus impresiones de calidad beneficien al mayor número de clientes. Esta técnica tendrá como finalidad acortar y abaratar las cadenas de suministro, la disminución de los materiales y reducir el tiempo para la obtención de un producto. Reduciendo costos al consumidor final, si no puede diseñar sus propios artículos, los puede adquirir electrónicamente e imprimirlos, ahorrando con ello actividades como: embalaje, empaquetado, almacenamiento y distribución [25].

Según el autor U. Europea [26] las ventajas de la impresión 3D son:

- Creación de diseños complejos sin limitaciones
- Personalización
- Fabricación de objetos finales utilizables
- Mínima creación de residuos reciclables

Asimismo, los usos de la impresión 3D según el sitio web Acelera pyme [27] son las siguientes:

- **Prototipado y diseño de producto.** Muchos negocios donde necesitan introducir cambios o actualizaciones en sus productos usan estas herramientas para reducir costos y tiempos de espera. Como, por ejemplo: los dentistas, joyeros o diseñadores.
- **Diseño de herramientas.** Comprar herramientas para determinados trabajos puede suponer un desembolso desorbitado para muchas PyMEs, por lo que muchas han optado por el diseño y creación de herramientas propias.
- **Ingeniería inversa.** La impresión 3D ayuda a muchas PyMEs a aprender de productos o piezas ya existentes.
- **Complemento para añadir valor.** Algunas empresas están utilizando esta nueva tecnología para crear un valor añadido a los productos que venden, ya sea una pieza, un detalle o un logo en relieve.

2.2.2.3. Internet de las cosas (IoT)

El Internet de las Cosas (IoT) se define como una red de dispositivos físicos, como sensores y electrodomésticos, conectados entre sí y con internet, que permite recopilar y compartir datos en tiempo real. Esta tecnología está transformando muchos sectores al automatizar procesos y mejorar la eficiencia. A medida que el IoT se expande, se hace necesario desarrollar nuevas formas de gestionar esta complejidad para aprovechar plenamente su potencial [28].

Con la creciente adopción de IoT, surge el desafío de analizar de manera inteligente estos datos masivos, lo que requiere el uso de técnicas avanzadas como la inteligencia artificial para mejorar la eficiencia y la capacidad de respuesta en tiempo real [29]. Estas tecnologías están configuradas para revolucionar industrias al mejorar la conectividad, la seguridad de los datos y la eficiencia operativa, aspectos que son esenciales para el éxito de las aplicaciones basadas en IoT [30].

La Inteligencia Artificial Internet de las Cosas (AIoT) es un concepto emergente que tiene como objetivo percibir, comprender y conectar las 'cosas inteligentes' para hacer que la intercomunicación de varias redes y sistemas sea más eficiente [31].

Las PyMEs pueden utilizar dispositivos IoT para monitorear el consumo de energía y optimizar sus procesos productivos. Los sensores de IoT pueden rastrear el uso de agua, el consumo de electricidad y otros recursos críticos, identificando oportunidades para reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia energética. Esto no solo reduce el impacto ambiental de sus operaciones, sino que también ayuda a reducir costos, haciéndolos más competitivos en el mercado. Finalmente, es probable que el futuro de la cadena de suministro 4.0 sea más colaborativo. Con el uso de la computación en la nube y las plataformas digitales, las empresas pueden compartir información fácilmente y colaborar con sus proveedores y socios. Esto puede conducir a una comunicación y colaboración más eficaces y, en última instancia, a un mejor rendimiento de la cadena de suministro.

A medida que la tecnología informática y la economía social se desarrollan rápidamente, el desarrollo inteligente y la predicción digital precisa en varios campos de la ciudad inteligente tienen un valor económico importante y una importancia social, y es extremadamente urgente bajo la tendencia actual de desarrollo de la ciudad inteligente [24].

2.2.2.4. Blockchain (Tecnología de cadena de bloques)

Se trata de algoritmos que permiten autenticar y realizar transacciones seguras para una variedad de tipos de activos. a través de una red de ordenadores. La red actualiza

periódicamente la base de datos en todos los lugares donde existe, de modo que todas las copias son idénticas.

- Brinda total transparencia, lo que permite a los compradores y vendedores efectuar la trazabilidad de bienes digitales.
- Las empresas más pequeñas pueden obtener información confiable a menor costo.

La tecnología de cadena de bloques (Blockchain por sus siglas en inglés) es una innovadora apuesta con la capacidad de transformar muchos de los sistemas tradicionales existentes en sistemas más seguros, más descentralizados, transparentes y colaborativos al tiempo que empodera a los usuarios [32]. Las PyMEs pueden aprovechar la tecnología blockchain para aumentar la transparencia y la trazabilidad en sus cadenas de suministro; al utilizarlo, las PyMEs pueden rastrear el origen de sus productos, asegurándose de que se obtengan y produzcan de manera ética. Tiene interesantes aplicaciones prácticas en cadenas de suministro, transacciones financieras o gestión de activos, entre otras. Algunas ventajas de las cuales las pequeñas y medianas empresas pueden beneficiarse enormemente, ya que esta tecnología les permitirá “competir con las grandes organizaciones” [33].

Los tipos de datos que pueden ser recopilados por este sistema, varía según las condiciones, el tipo y reglamentaciones de un producto. En la Tabla 1, se clasifican los ejemplos que se pueden recopilar en relación con un producto [32].

Tabla 1. Clasificación de los tipos de datos recopilados de los productos. Elaboración propia basado de [32].

Tipos de datos de productos	Descripción
Datos de propiedad	Asigna permiso de entrada de datos a la parte correcta lo cual permite implementar un nivel controlado de transparencia entre las partes relacionadas.
Sellado de tiempo	Cuando se crea una nueva entrada en el perfil de un producto, el sistema registra automáticamente la hora de entrada, permitiendo a la red crear un orden cronológico de las entradas relacionadas con ese producto en específico.
Datos específicos del producto	Información clave específica de un producto. Puede utilizarse para demostrar ciertos atributos del producto o para proporcionar datos

	de rendimiento como retroalimentación a los fabricantes, a los constructores y a los controladores de calidad.
Datos sobre el impacto ambiental	Información adicional sobre el impacto medio ambiental del producto a lo largo de su ciclo de vida. Pueden programarse para transmitir sus datos de rendimiento durante su vida útil.

2.2.2.5. Computación en la nube

La computación en la nube hoy en día está jugando un papel cada vez más importante en nuestra vida diaria. Es una buena opción almacenar y procesar datos de IoT a gran escala mediante los servicios en la nube, que proporcionan almacenamiento y computación bajo demanda y a bajo precio. La combinación de computación en la nube e Internet de las cosas permite procesar datos de manera poderosa mucho más allá de un solo dispositivo de IoT con capacidades limitadas [34].

La computación en la nube es otra tecnología que puede ayudar a las PyMEs a lograr una cadena de suministro sostenible 4.0. Al almacenar datos en la nube, las empresas pueden colaborar fácilmente con sus proveedores y socios, compartir información y optimizar sus operaciones. Esto puede ayudar a reducir el desperdicio, mejorar la comunicación y aumentar la transparencia en toda la cadena de suministro. Además, las herramientas basadas en la nube pueden ayudar a monitorear y administrar sus cadenas de suministro en tiempo real, lo que les permite responder rápidamente a los cambios en la demanda o las interrupciones en la cadena de suministro.

La computación en la nube distribuida se distingue de los algoritmos convencionales, constituyendo una estrategia informática y de control más avanzada para gestionar diversos recursos. En la actualidad, esta tecnología se ha integrado con éxito en diversos sectores de la ingeniería, abarcando desde la producción industrial tradicional hasta la ingeniería de información electrónica, el control de procesos, la gestión del IoT, el análisis de datos de tráfico, el procesamiento de imágenes y el control de precisión de equipos aeroespaciales [35].

La absorción de los servicios de computación de la nube por PyMEs se ve facilitada por factores técnicos como la infraestructura de tecnologías de la información de la

empresa y la percepción de la tecnología o el servicio en términos de funcionalidad, utilidad y usabilidad; se clasifican los factores que contribuyen a implementar la computación en la nube. Ver la Tabla 2. [36].

Tabla 2. Factores que contribuyen a implementar la computación en la nube. Elaboración propia basado de [36]

Factor	Beneficio de la implementación
Cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura y proceso de la organización • Generación – cambio • Innovación • Confianza en la tecnología
Técnico	<ul style="list-style-type: none"> • IoT Tecnología, Capacidad • Privacidad • Seguridad • Fiabilidad • Utilidad, funcionalidad, conveniencia
Competencias/ Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Los administradores Saber- como en computación en la nube. • Los conocimientos y habilidades necesarios para computación en la nube.
Económica/ financiera	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costos • Inversiones en innovación • Costos percibidos de implementar la tecnología

Estas tendencias presentan un gran potencial para abordar necesidades fundamentales a nivel nacional, como la independencia y eficiencia energética, la seguridad del país y la salud.

2.2.2.6. Robótica

El desarrollo de los robots industriales ha avanzado mucho en los últimos 20 años, centrándose en la colaboración entre humanos y robots, la movilidad y, sobre todo, la eficacia de la automatización.

2.2.2.6.1. Robots colaborativos (Cobots)

El término de robot colaborativo o cobots define a aquellos robots cuya principal función es trabajar en armonía con el operario humano. En este entorno colaborativo, la persona aporta destreza, flexibilidad y la capacidad de resolver problemas, mientras que el robot ofrece fuerza, resistencia y precisión en las tareas [37].

Los cobots se han convertido en una aplicación práctica de la industria 4.0, automatizando procesos industriales, repetitivos, manuales e incluso peligrosos para las personas [38]. El uso de cobots tiene diversos beneficios, como lo podemos visualizar en la Tabla 3 [39].

Tabla 3. Beneficios de los Cobots. Elaboración propia basado de [39]

Tipo de beneficio	Descripción
Tiempo de implementación y programación	La operación es simple e intuitiva, son fáciles y rápidos de instalar internamente de acuerdo con los requisitos.
Incremento en rentabilidad y productividad	Reducen los costos de producción e incrementan la productividad. Los cobots son fáciles de reprogramar y destinar a distintas tareas sin modificar la distribución del área de producción.
Precisión y calidad	Exhiben alta repetibilidad, logrando una precisión de ± 0.03 mm, incluso en operaciones continuas 24/7. Esto minimiza los tiempos de ciclo y reduce el desperdicio de materia prima. Además de las funciones de producción, estos brazos cuentan con un sistema de cámaras que facilita tareas de control de calidad, como la medición 3D y pruebas.
Eficiencia y optimización de mano de obra	Los cobots liberan a los empleados de tareas monótonas, permitiéndoles enfocarse en actividades de mayor valor agregado. Estos robots asumen trabajos físicamente demandantes y peligrosos, protegiendo a los empleados de riesgos ergonómicos y lesiones.
Seguridad y colaboración	Equipados con sistemas de apagado inmediato en caso de colisión u obstrucción, permitiendo trabajar junto a los empleados sin necesidad de barreras de seguridad, tras una evaluación de riesgos.

2.2.3. Beneficios de la Manufactura

Un estudio titulado "Beneficios de la implantación de Tecnología Avanzada de Manufactura", define seis áreas donde se esperan beneficios por parte de las empresas que adquieren e implementan tecnologías de MA, como se muestra en la Tabla 4 [40].

Tabla 4. Beneficios de la implementación de la manufactura avanzada en diversas áreas de una empresa. Elaboración propia basado de [40].

Áreas	Beneficios de la MA
1. Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de tiempo de diseño • Reducción de tiempo de conceptualización del producto • Calidad del diseño
2. Producción	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción en el costo de producción • Reducción en el tiempo de proceso • Incremento en la calidad del producto • Incremento en la capacidad de la planta • Mejora en la utilización de la planta • Mejor organización en la producción • Reducción de tiempos de set-up • Incremento de la confiabilidad • Aprovechamiento del espacio utilizado en producción
3. Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la productividad del operario • Reducción del costo de mano de obra • Mejor experiencia en ingeniería • Mejor experiencia en la administración
4. Comercial Económica Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a mantener el nivel de los competidores • Respuestas rápidas a necesidades del cliente • Posicionamiento temprano al mercado • Reducción de tiempos de entrega • Incremento en ventas y cobertura de mercado
5. Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de niveles de inventario • Reducción en la variedad de partes • Reducción en el manejo de materiales
6. Procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción en el número de máquinas-herramienta • Reducción del tamaño de lote de producción

	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad en los equipos • Flexibilidad del proceso • Flexibilidad de producción por volumen • Flexibilidad de expansión • Reducción de desperdicio
--	--

Las capacidades tradicionales de la tecnología aumentan la confianza a través de la transparencia y la trazabilidad en todas las transacciones de datos, productos básicos y recursos financieros. Aunque inicialmente se mostraron escépticos con respecto a esta tecnología, los gobiernos y las grandes empresas la han adoptado y mejorado recientemente en diversos ámbitos de aplicación, desde las industrias financieras, sociales y jurídicas hasta las de diseño, fabricación y cadena de suministro [32].

El camino hacia la digitalización plantea tanto desafíos como oportunidades, por ende, es imperativo que las empresas aborden eficazmente los desafíos inherentes a la era digital y aprovechen las oportunidades disponibles para potenciar su rendimiento. En este contexto, desarrollar las habilidades digitales se presenta como un elemento vital para capitalizar los beneficios de la digitalización, como se ilustra en la Tabla 5 [41].

Tabla 5. Habilidades digitales. Elaboración propia, basado en [41].

Dimensión	Definición
Humano	El paquete de capacidades de los empleados que permite a las personas operar en la era digital con mentalidades y conjuntos de habilidades adaptables, así como conocimientos digitales.
Colaboración	El paquete de capacidades de la empresa creado por la digitalización a través de actividades de colaboración con socios externos e internos.
Técnico	El paquete de capacidades de la empresa que facilita la implementación y operación tecnológica en la era digital (por ejemplo, actividades sin fronteras en términos de tiempo, lugar y función).
Innovación	El paquete de capacidades de la empresa que genera nuevos conocimientos, nuevos productos y servicios, y nuevas soluciones a través de la digitalización.

2.2.4. Implementación de la Manufactura Avanzada

La innovación y la incorporación efectiva de las tecnologías constituyen uno de los factores fundamentales de la competitividad en las PyMEs; sin embargo, numerosas organizaciones no logran integrar de manera efectiva estas herramientas digitales. Es posible que las PyMEs no tengan acceso al mismo nivel de información y datos que tienen las empresas más grandes, lo que representa un reto dar el seguimiento, analizar sus principales oportunidades para lograr implementar la MA [42].

Investigaciones anteriores determinaron que los beneficios de las Tecnologías de MA (AMT) son difíciles de lograr y que se requieren cambios organizacionales adicionales para liberar su potencial, evaluaron datos de 202 empresas y concluyeron que al implementar la MA las empresas tienen más probabilidades de mejorar el rendimiento si están respaldados por mejoras en la infraestructura de fabricación de la empresa. En el artículo [43], se asegura que es posible implementar la MA sin tener que realizar grandes inversiones, mientras que en artículo [44] afirma que hay una creciente literatura donde se menciona lo poco probable; que simplemente invertir en nuevas tecnologías proporciona una ventaja competitiva y que los beneficios completos de las nuevas tecnologías solo se obtienen cuando se usan juntas, con nuevas organizaciones en el lugar de trabajo, incluida la formación.

Para adoptar con éxito nuevas tecnologías e integrarlas dentro de sus organizaciones, las empresas que adquieren nuevas tecnologías tienen que obtener nuevas habilidades y/o mejorar el nivel de habilidades de su fuerza laboral existente, porque los atributos de la nueva tecnología podrían ser significativamente diferentes a las de tecnologías antiguas [44].

La capacitación se utiliza a menudo para enfrentar el desafío por dos razones. Primero, la capacitación es menos costosa, especialmente cuando los requisitos de habilidades son específicos de la empresa y/o cuando la reorganización laboral es difícil debido a motivos como la estricta regulación del mercado laboral. En segundo lugar, la formación puede cambiar la actitud de los usuarios hacia la adopción de nuevas

tecnologías y aumentar la aceptación, lo que es importante para el uso eficaz de las nuevas tecnologías [45].

En una investigación realizada sobre la implementación de un manual y la validación del grado de madurez real con el que cuentan las PyMEs en materia de producción de bienes, procesos, sistemas, subsistemas y otros aspectos importantes enfocados al sector, se recomendó a los investigadores interesados en dar seguimiento al proceso de implementación de proyectos similares, que deben poner especial énfasis en la capacitación del personal, en el modelo de intervención y en las herramientas de gestión desarrolladas, incluyendo la evaluación del nivel de asimilación del modelo; además de tener un especial cuidado en el material de capacitación, el cual debe ser asequible al personal de la empresa a través de un lenguaje adecuado, completar los programas de las PyMEs al ser intervenidas como parte del proyecto, así como seleccionar PyMEs con una dirección de la empresa comprometida, clara visión de mejora, así como trabajar en equipo los asesores y personal de las PyMEs [46].

Los obstáculos principales que dificultan la adopción de estas tecnologías incluyen la incertidumbre en su evolución, la limitada disponibilidad para empresas con procesos de producción estandarizados, la complejidad en el establecimiento de estándares para la interoperabilidad, así como la carencia de habilidades críticas, como el análisis de datos a gran escala, y la escasez de personal calificado [47].

A pesar de que la adopción de la MA merece la pena, numerosos proyectos son subestimados y rechazados, principalmente debido a dificultades en su fase de desarrollo e implementación, debido a que los beneficios cualitativos a menudo quedan excluidos del proceso de justificación, mientras que los ahorros directos en costos resultan insuficientes para superar los desafíos financieros de la empresa [48].

Este problema subraya la importancia crítica de un proceso de justificación eficaz, que considere tanto los requisitos previos como los beneficios, en la adopción exitosa de la MA. Además, la selección de Tecnología de MA implica múltiples aspectos que son difíciles de considerar en su totalidad, entre ellos están los aspectos ergonómicos y de seguridad [49].

En la investigación 'El Diseño y Desarrollo en los procesos de MA desde una perspectiva de la Innovación Organizacional' se concluyó que es recomendable para el éxito, adoptar un enfoque específico para algunos de los elementos clave de la competitividad de fabricación, incluidos:

1. Convergencia en el mundo digital y físico, donde el hardware se combina con software avanzado y se espera que se obtengan cantidades masivas de datos y análisis en productos más inteligentes, procesos y la conexión entre clientes y proveedores.
2. El análisis predictivo, los productos inteligentes y la industria 4.0, así como el desarrollo y uso de los materiales avanzados serán esenciales para la competitividad.
3. Garantizar el talento como la máxima prioridad.
4. Incorporar estrategias de innovación encaminadas a adoptar un enfoque ecosistémico más amplio, y aprovechando la fabricación integrada.
5. Desarrollar herramientas y estrategias más sofisticadas para optimizar el talento, tecnología, operaciones, finanzas, fiscal y perspectiva regulatoria.
6. Cultivar asociaciones público-privadas inteligentes y estratégicas: Los gobiernos son cada vez más conscientes de los beneficios significativos que una industria manufacturera proporciona a la prosperidad económica nacional [50].

La MA engloba un conjunto de tecnologías integradas, tanto de hardware como de software, que, al ser correctamente implementadas, monitoreadas y evaluadas, tienen el potencial de incrementar la eficiencia operativa y la eficacia corporativa. Esta perspectiva se alinea con los objetivos de esta investigación, destacando cómo la adopción de estas tecnologías puede catalizar mejoras significativas en el rendimiento empresarial. La adopción de MA implica una gran inversión y un alto grado de incertidumbre y, por lo tanto, merece una atención considerable dentro de las empresas manufactureras a nivel estratégico. Como resultado, las cuestiones relacionadas con los procedimientos de selección y justificación adquieren mayor importancia [51].

Algunas complicaciones de la transformación digital provienen de no tener la información correcta para tomar decisiones con precisión: sin la información y los datos en tiempo real, las empresas corren el riesgo de tropezar, incapaces de ver qué pasos tomar, en qué orden y con qué beneficio [52].

Un modelo estratégico para la introducción y aplicación efectiva de Tecnologías de Fabricación Avanzada en las PyMEs, en base a encuestas enfocadas a obtener un estudio de las actitudes y los beneficios obtenidos por las PyMEs de Reino Unido, destaca las áreas relevantes para las empresas que deseen implementar la MA en Tabla 6 [53].

Tabla 6. Principales elementos investigados sobre empresas que implementaron MA. Basado de [53].

Tema	Elementos estratégicos a evaluar
Tipo de negocio	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil de crecimiento • Base de clientes • Relaciones con los clientes • Tipo de productos producidos • Tipo de procesos empleados • Habilidades Laborales • Base de conocimientos
Actitud hacia la tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Uso Actual de Tecnología • Evaluar planes para adquirir tecnologías emergentes. • Historial de Implementaciones Tecnológicas • Documentar fallos de implementaciones y lecciones aprendidas. • Beneficios sobre la adopción de MA. • Necesidades de Capacitación • Experiencia en Implementación Tecnológica • Interés en Innovación.
Actitud hacia el desarrollo de negocio	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos de expansión y desarrollo empresarial. • Estrategias de crecimiento: Enfoques para incursionar en nuevos mercados y tecnologías esenciales para el futuro desarrollo. • Desarrollo de talento: Tácticas presentes y proyectadas para fortalecer la fuerza laboral. • Gestión de la Sucesión: Planificación de la transición y su

	influencia en la organización.
--	--------------------------------

Si se desea mantener un control sobre los esfuerzos de transformación digital, las empresas necesitan establecer métricas que puedan seguir de manera efectiva. Métricas que permitan a las empresas evaluar y ajustar sus esfuerzos de transformación digital de manera continua, asegurando que las inversiones en tecnología no solo sean eficientes, sino también efectivas. Algunas métricas propuestas surgen de las siguientes interrogantes:

Retorno de la Inversión Digital (ROI): ¿Los rendimientos monetarios realizados a lo largo de la vida útil total de las inversiones en capacidades digitales están alineados con las métricas internas de la empresa, como la tasa interna de retorno (TIR) y el ROI?

Porcentaje del Presupuesto Anual de Tecnología Gastado en Iniciativas Digitales Audaces: ¿Cuánto del presupuesto de tecnología de la organización se está destinando a iniciativas digitales que generan valor?

Tiempo de Lanzamiento de Aplicaciones Digitales al Mercado: ¿Cuál es el cronograma para desplegar aplicaciones en iniciativas de transformación y fuentes orientadas externamente?

Porcentaje de Iniciativas de Liderazgo Vinculadas a lo Digital: ¿Qué tan motivados están los líderes para apoyar las iniciativas de transformación digital?

Métricas de Atracción, Promoción y Retención para el Talento Técnico Superior: ¿Tiene la empresa una canalización de trabajadores que contribuirán a las capacidades digitales y al rendimiento? [54].

2.2.4.1. Manufactura Avanzada en México

La información de los Censos Económicos 2019 indica que el sector manufacturero en México, en 2018, fue el más importante en producción bruta total, al generar 48.2% del total nacional. En cuanto a unidades económicas concentró 12.1% y 23.9% del personal ocupado.

Existe conciencia de que las nuevas tecnologías están dando forma a un nuevo paradigma industrial, y los países que se adapten primero experimentarán ventajas sobre los demás. Por el contrario, aquellos que no adopten de manera temprana las herramientas proporcionadas por la MA podrían perder posiciones difíciles de recuperar en el futuro [55]. Los países que están desarrollando planes para incorporar la MA en sus empresas coinciden en el sentido de urgencia de su implementación.

En 2014, México era el principal exportador de la industria electrónica de América Latina, octavo productor de la industria electrónica, cuarto exportador de computadoras, principal exportador de electrodomésticos de Latinoamérica y sexto a nivel global, primer exportador de televisores de pantalla plana, y sexto proveedor de la industria aeroespacial de EUA. México se convirtió en un centro de Manufactura a nivel internacional, datos de 2013 muestran que 18 de los fabricantes de equipamiento original de vehículos operaban en México, así como 89 de las 100 corporaciones líderes de componentes de automóvil en el mundo. En el ámbito doméstico, la industria automotriz (terminal y componentes de automóvil) aportó el 3% del PIB nacional en 2013, el 15% del PIB manufacturero y el 30% de las exportaciones totales. A su vez, la industria electrónica representó el 24% de las exportaciones no petroleras [56].

Sin duda, dadas las capacidades construidas en la industria manufacturera a lo largo de las últimas décadas, un modelo de desarrollo basado en agregar valor a la manufactura es una opción relevante para México, es decir, especializarse en MA. Entre las fortalezas hay que agregar que se están formando alrededor de 110,000 profesionales de ingeniería y tecnología al año en México, lo cual indica que existen recursos humanos y mano de obra calificada para incorporar una estrategia de especialización en MA [56].

Los principales hallazgos sobre la adopción de nuevas tecnologías sugieren más investigación para influir en las decisiones futuras, como analizar los movimientos internacionales de inversión empresarial y profundizar en el proceso digital, los modelos comerciales y la incorporación de sistemas logísticos de la nación [57]. Enseguida se resumen dichos hallazgos en la Tabla 7.

Tabla 7. Principales hallazgos sobre la adopción de nuevas tecnologías. Basado de [57].

Hallazgos	Descripción
Impulsores de la preparación de I4.0 en México Cámaras empresariales de comercio e industria.	Cámaras empresariales de comercio e industria, secretarías regionales de desarrollo económico (Querétaro y Baja California), clusters automotrices y aeroespaciales, centros públicos de investigación.
Medio	Congresos, vínculos con países desarrollados (Estados Unidos, Corea del Sur, Comunidad Autónoma del País Vasco, Alemania y China); visitas y estancias en países desarrollados y con centros públicos de investigación.
Problemas que I4.0 puede resolver	Problemas de eficiencia, calidad y relaciones con los clientes; falta de preocupación por crear un modelo de negocio; dualidad en la estructura de la empresa (digitalización versus tradicional); inserción en la cadena de suministro; la demanda de conectividad Avanzada para apropiarse de IoT; ciberseguridad, soluciones TIC, cloud computing, big data.
Obstáculos Internos	Alfabetización digital, falta de desarrollo de profesionales enfocados en tecnología, big data y plataformas para generar nuevos negocios. Las barreras percibidas pueden conducir a decisiones de no invertir en nuevas tecnologías. Las empresas dudan en preparar a la organización para futuros desarrollos dentro de los dominios tecnológicos emergentes.
Obstáculos Externos	Falta de incentivos y coordinación interinstitucional para asegurar la oferta de capital humano calificado.

En resumen, algunos de los obstáculos son, la incertidumbre en la evolución de estas tecnologías, el acceso exclusivo a grandes empresas con procesos de producción estandarizados, la dificultad para acordar estándares para la interoperabilidad, el déficit de capacidades críticas y de recursos humanos calificados.

2.3. Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)

Aunque no es posible tener una definición exacta de PyMEs, todos los conceptos leídos van por el mismo camino, aunque varía un poco con cada país, pero nada que pueda cambiar el objetivo de esta investigación.

El sector de las PyMEs es de gran importancia en todo el mundo, constituyen la gran mayoría de las empresas, proporcionando millones de empleos y contribuye significativamente al crecimiento económico. Dada su prevalencia global y su enorme importancia para el desarrollo social, económico y ambiental, el futuro del trabajo será sombrío si no se apoya a las PyMEs para que desarrollen todo su potencial de acuerdo con el sitio web de la Organización Internacional del Trabajo [58].

2.3.1. Indicadores de las PyMEs

La comprensión y aplicación efectiva de indicadores en las PyMEs se presenta como un tema de estudio esencial para el análisis de su rendimiento y sostenibilidad en el competitivo entorno empresarial actual. Los indicadores, sirviendo como herramientas cuantitativas y cualitativas, permiten a las organizaciones medir su progreso hacia los objetivos establecidos, evaluar la eficiencia de sus operaciones y tomar decisiones informadas para el futuro. Este apartado introduce los conceptos clave y la relevancia de los indicadores de rendimiento específicamente diseñados para las PyMEs, considerando sus dinámicas únicas y desafíos.

Los Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) emergen como herramientas esenciales, flexibles y adaptables, cruciales para el monitoreo, medición y control eficaz de los procesos de producción. En el contexto de las PyMEs del sector manufacturero, son fundamentales, ofreciendo una base sólida para implementar métricas que garantizan una evaluación sistemática y precisa de los procesos productivos [59].

Los indicadores clave de rendimiento son herramientas esenciales para evaluar la eficiencia y sostenibilidad de las PyMEs en un entorno empresarial cada vez más competitivo. Estos indicadores pueden clasificarse en diversas categorías, cada una de las cuales proporciona una visión específica sobre aspectos clave del rendimiento empresarial y se describen a continuación.

- **Indicadores Financieros:** Estos indicadores, como el retorno sobre la inversión (ROI) y la liquidez, son cruciales para evaluar la salud financiera de las PyMEs. La capacidad de las PyMEs para gestionar sus finanzas es vital para su supervivencia y

crecimiento, especialmente en tiempos de incertidumbre económica. Un informe de la OECD subraya que las PyMEs deben adaptarse a las cambiantes condiciones del mercado global para mantener su estabilidad financiera [60].

- **Indicadores de Eficiencia Operativa:** Estos se centran en medir la eficiencia de los procesos internos, como la tasa de producción y el uso de la capacidad. Las PyMEs deben optimizar sus operaciones para competir eficazmente con empresas más grandes. Según McKinsey & Company [61], la adopción de tecnologías avanzadas puede mejorar significativamente la eficiencia operativa de las PyMEs, permitiéndoles escalar más rápido.
- **Indicadores de Mercado:** Estos indicadores miden la cuota de mercado y la retención de clientes, lo que es fundamental para que las PyMEs comprendan su posición competitiva. El informe de la OECD destaca la importancia de integrar a las PyMEs en redes de producción globales para mejorar su acceso al mercado y su competitividad [60].
- **Indicadores de Capital Humano:** El manejo adecuado del talento humano es un factor crítico para el éxito de las PyMEs. Indicadores como la rotación de personal y la satisfacción de los empleados permiten a las empresas gestionar sus recursos humanos de manera más efectiva. Un estudio reciente subraya que la inversión en la formación y el bienestar de los empleados es clave para mejorar la productividad y la retención de talento [62].

2.3.2. Clasificación de las PyMEs

La clasificación de empresas en México por tamaño se ha guiado por criterios establecidos por la Secretaría de Economía (SE) desde 1985. Esta clasificación toma en cuenta tanto el número de empleados como el sector de actividad económica de la empresa [63]. Adicionalmente, se destaca la relevancia del volumen de ventas como un factor importante para determinar el tamaño de una empresa (ver Tabla 8).

Tabla 8. Clasificación de empresas en México por tamaño. Elaboración propia basado de [64]

Tamaño	Sector	Rango Número de trabajadores	Rango del monto de ventas anuales (mdp)	Tope Máximo Combinado
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50		95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde 100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250
Tope máximo combinado= (trabajadores)x10%+(ventas anuales) x90 %				

2.3.3. Antecedentes históricos de las PyMEs en México

La evolución de las PyMEs en México se divide en tres etapas clave.

- La primera etapa (años 50 y 60) se dio en el contexto del modelo de sustitución de importaciones, lo que permitió el crecimiento de estas empresas, aunque con limitaciones en equipamiento y organización.
- En la segunda etapa (años 70 y 80), las PyMEs enfrentaron grandes dificultades debido a la inestabilidad económica, enfocándose en la supervivencia más que en el crecimiento, ante la falta de financiamiento.
- Tercera etapa (años 90 en adelante), las reformas económicas y el acceso a financiamiento externo ofrecieron nuevas oportunidades para la expansión y competitividad, aunque persistieron desafíos estructurales [64].

2.3.4. Contexto actual de las PyMEs

2.3.4.1. PyMEs en el mundo

El informe del Foro Económico Mundial menciona que las PyMEs son la columna vertebral de las economías de muchos países, por lo que debemos trabajar juntos para

garantizar su éxito y su impacto en algunos de los problemas más importantes y acuciantes del mundo. Las pequeñas empresas representan el 90% de todas las empresas y son responsables de casi el 70% tanto de los puestos de trabajo como del producto interior bruto (PIB) en todo el mundo. Un estudio reciente del Foro pone de relieve que el 67% de las PyMEs y las empresas medianas afirman que su principal reto es luchar por sobrevivir [65].

2.3.4.2. PyMEs en América Latina

Las PyMEs en América Latina representan el 99,5% de las empresas de la región y la gran mayoría son microempresas (88,4% del total). Esta distribución se ha mantenido relativamente estable a lo largo de la última década, aunque ha habido un incremento relativo de las pequeñas y medianas empresas y una ligera reducción de las microempresas. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) señala que “las PyMEs funcionan y operan con criterios de acumulación y buscan un desarrollo empresarial” [66], por lo que obligadamente requieren considerar el incremento de su capacidad competitiva, y específicamente dentro del sector industrial explotar las propiedades que tienen para su crecimiento y desarrollo, entre las que se encuentran [67]:

- La experiencia y formación del empresario.
- Capital intelectual valioso.
- La inversión en innovación.
- La importancia de las ideas del fundador.
- La existencia de estructuras formales e informales de organización.
- La estrategia de la empresa.
- Aspiraciones, audacia y beneficios del propietario
- Tecnología media y alta.
- El crecimiento como un proceso.

La Tabla 9, muestra la cantidad de empresas según el sector de actividad y el tamaño en 2016 [68] en la que se destaca que las micro empresas representan el 88% del total en América Latina.

Tabla 9. América Latina: cantidad de empresas según sector de actividad y tamaño, 2016 (En porcentajes) [68]

Sector	Micro	Pequeña	Mediana	Grande	Total
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	80	16	3	1	100
Explotación de minas y canteras	68	23	6	3	100
Industria manufacturera	82	14	3	1	100
Suministro de electricidad, gas y agua	70	20	6	4	100
Construcción	76	19	4	1	100
Comercio al por mayor y menor	92	7	1	0	100
Hoteles y restaurantes	89	10	1	0	100
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	83	13	2	1	100
Intermediación financiera	81	14	3	2	100
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	87	10	2	0	100
Enseñanza	76	19	4	1	100
Servicios sociales y de salud	89	9	1	0	100
Otras actividades comunitarias, sociales y personales	95	4	1	0	100
Total	88.4	9.6	1.5	0.5	100

2.3.4.3. PyMEs en México

El bajo uso de tecnologías en las PyMEs puede obstaculizar su eficiencia en la prestación de servicios. Resultados de la ENAPROCE 2018 muestran que 62.6% de las microempresas no usan equipo de cómputo y 60.3% no usan internet. De igual forma, se presenta una limitada capacidad para la innovación y desarrollo tecnológico, así como carencia en los servicios de telecomunicación, todo esto aumenta la brecha tecnológica entre las empresas. Como estrategia prioritaria de la Secretaría de Economía

es Impulsar la capacidad de la innovación y el desarrollo tecnológico para incentivar la competitividad de las PyMEs, con acciones puntuales como:

- Desarrollar conocimiento sectorial mediante inteligencia de negocios, orientando la inversión en proyectos de alto valor.
- Coordinar interacciones regionales entre MiPyMEs y centros tecnológicos públicos para facilitar el acceso a innovaciones.
- Apoyar en transferencia de tecnología a través de asesoría y capacitación, mejorando procesos y productos.
- Impulsar la integración en cadenas de valor y proveeduría, colaborando con instituciones para expandir su mercado [69].

2.3.4.4. PyMEs en Baja California

En Baja California las pequeñas y medianas empresas aportan gran valor y son la mayor fuente de los empleos, según Nacional Financiera [70] de las 124 mil 562 unidades económicas registradas en el estado, el 10.97% son pequeñas y medianas empresas (13 mil 661 unidades), de las cuales el 49% se concentra en Tijuana. Se ha logrado posicionar a Baja California como la primera entidad a nivel federal en generación de empleo, con un saldo de 27 mil 952 asegurados más en el año 2020 respecto a al año 2019. Destacando Tijuana como el municipio con una mayor recuperación con un saldo de 23,388 trabajadores asegurados más, seguido por Mexicali el cual cuenta con un saldo de 3,107 trabajadores, Ensenada con 502, Playas de Rosarito con 473 y Tecate con 482 trabajadores asegurados más.

Un análisis detallado sobre la distribución de las PyMEs en Baja California, utilizando datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Descubrieron que Tijuana alberga el 52.49% de las PyMEs manufactureras de la región, sumando un total de 527. Mexicali y Ensenada siguen en importancia con 226 y 149 pymes respectivamente, mientras que el resto del estado agrupa solo el 10% de estas empresas. Al analizar los subsectores manufactureros, se destacan los de productos alimenticios, bebidas y

tabaco (180 empresas), maquinaria y equipo (174 empresas), e industria metálica básica y productos metálicos (136 empresas). Estas tendencias son predominantes en Tijuana, Mexicali y Tecate. Ensenada, por su parte, sobresale por su industria textil, seguida de la alimentaria [71].

2.3.5. Principales retos de las PyMEs

Investigaciones previamente realizadas comparten que las PyMEs confrontan problemas al no contar con controles internos adecuados, esto dificulta adquirir financiamiento, además, desconocen las normas y regulaciones como el ISO [72].

Los retos a los que se enfrentan las PyMEs son los siguientes [73]:

- **Recursos Limitados**

Las PyMEs comúnmente operan con recursos financieros, humanos y tecnológicos limitados, afectando su capacidad para competir y crecer. Según la OECD, un gran obstáculo para la innovación y la transformación digital en las PyMEs es limitación a habilidades, la capacidad para atraer talento, y los recursos insuficientes para capacitar constantemente a sus empleados. Esta limitación impacta directamente en su habilidad para adaptarse a economías impulsadas por tecnologías y aprovechar las distintas oportunidades que ofrece la digitalización [74].

- **Acceso al Capital**

El acceso al capital es uno de los principales retos que enfrentan las PyMEs, afecta directamente la capacidad para crecer y competir en el mercado. En un estudio reciente se ha señalado que las dificultades para obtener financiamiento son una barrera, especialmente para las pequeñas empresas que no cuentan con garantías suficientes o historial crediticio. Estas limitaciones financieras impiden a las PyMEs invertir en innovación, tecnología y expansión, lo que a su vez restringe su competitividad [75].

- **Competencia**

Las Estrategias mejoran la ventaja competitiva de las PyMEs, cuando se combinan con un buen desempeño e innovación, siendo claves para impulsar la competitividad y mejorar el rendimiento operativo y la calidad del producto de una empresa. Aunque la innovación no siempre tiene un impacto directo en el desempeño financiero, sí contribuye a mejorar el rendimiento operativo [75].

- **Gestión del Talento**

La gestión del talento forma parte de los retos para las PyMEs, carecen de los recursos y conocimientos necesarios para atraer y retener empleados calificados. Un artículo del World Economic Forum destaca que la digitalización y la adopción de nuevas tecnologías requieren un conjunto de habilidades especializadas que muchas PyMEs no pueden ofrecer debido a sus limitados recursos para capacitación y desarrollo de talento [76].

- **Cumplimiento Normativo**

Las regulaciones y normativas pueden ser especialmente desafiantes para las PyMEs, ya que a menudo carecen del conocimiento especializado y los recursos necesarios para cumplir con todos los requisitos legales. Aunque es fundamental para su operación, el cumplimiento normativo puede ser complejo y demandante, lo que genera obstáculos significativos para estas empresas, que a menudo se encuentran luchando por entender y aplicar las normativas vigentes con los recursos limitados de los que disponen [77].

- **Tecnología y Transformación Digital**

Un estudio que analiza documentos académicos publicados entre 2017 y 2023, muestra un aumento significativo en la investigación sobre la transformación digital, dentro de los hallazgos indica que la adopción de tecnologías digitales ha evolucionado desde conceptos básicos hasta aplicaciones más complejas, con un enfoque particular en la sostenibilidad y la innovación [78].

En resumen, los retos que enfrentan las PyMEs en términos de recursos limitados, acceso al capital, gestión del talento, competencia, cumplimiento normativo, y transformación digital son significativos, al superar estas barreras no solo requieren un enfoque estratégico en la innovación y la adopción de nuevas tecnologías, sino también una comprensión clara y aplicación efectiva de los estándares de calidad.

2.3.6. Estándares de Calidad y la ISO en las PyMEs

Las normas ISO (International Organization for Standardization) son estándares internacionales reconocidos que establecen requisitos para la gestión de calidad, seguridad, medio ambiente, y otras áreas en la operación de las organizaciones. Estas normas son esenciales para garantizar que las empresas cumplan con regulaciones globales [79].

2.3.6.1. Revisión de las Normas ISO

Las empresas de ingeniería pueden manejar diversas actividades como, investigación, diseño, desarrollo, construcción, pruebas, servicio, mantenimiento y gestión de proyectos. Es por ello, que la implementación de estas normas es una estrategia que garantiza que las operaciones se realizan de manera segura y eficiente al cumplir con el registro de los estándares internacionales. Además de facilitar la gestión de calidad, seguridad y medio ambiente, también promueven la mejora continua, permitiendo a las empresas mantenerse competitivas.

Según la ISO, las normas más importantes para una empresa de ingeniería son ISO 9001:2015, la cual establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad, permitiendo a las organizaciones integrar la calidad en cada etapa del proceso y mejorar la satisfacción del cliente; ISO 45001, que proporciona un marco para gestionar la seguridad y salud en el trabajo, minimizando los riesgos para los trabajadores en actividades de alto riesgo; y la ISO 14001:2015, que ayuda a las empresas a gestionar los impactos ambientales, promoviendo el uso de fuentes de energía renovables y el cumplimiento de los requisitos legales ambientales [80].

2.3.6.2. Aplicación de ISO en PyMEs de Baja California

El Gobierno de Baja California ha respaldado la adopción de estas normas a través de programas de apoyo que incluyen subsidios y capacitación especializada para PyMEs, estos programas han facilitado que las pequeñas y medianas empresas, que enfrentaban dificultades careciendo de los recursos necesarios, puedan certificarse y ser competitivos, con el objetivo de incrementar la competitividad de las empresas.

Estas certificaciones no solo mejoran la competitividad de las empresas, sino que también les permiten acceder a mercados internacionales, al garantizar que sus procesos cumplen con estándares globales de calidad y gestión ambiental [81].

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE MANUFACTURA AVANZADA EN PYMES

3.1. Diseño de la propuesta

La metodología propuesta para la implementación de manufactura avanzada en PyMEs, define una serie de etapas que permitirán evaluar el estado actual de las pequeñas y medianas empresas en cuanto a sus procesos, infraestructura y recursos humanos, así como, la identificación de áreas de oportunidad para la implementación de tecnologías de manufactura avanzada. Por último, se realiza una propuesta para que las empresas puedan tomar decisiones de manera oportuna y justificada.

Cabe añadir como lo menciona Gómez [82], que los beneficios y el valor generado por el uso de estas tecnologías tiene su origen en diferentes aspectos dependiendo de la aplicación. No hay por tanto un valor específico sino diferentes 'valores' que contribuyen entre todos al beneficio total aportado.

Así mismo, el autor refiere una serie de aspectos en el análisis de las posibilidades de una implementación específica como son los siguientes:

- Aspectos de fiabilidad, robustez y madurez de la tecnología.
- Coste inicial y prestaciones.
- Seguridad de los datos y para los trabajadores.
- Mantenimiento y evoluciones. Capacidades de 'absorción' de la tecnología.
- Estandarización y posibilidades de integración con otros sistemas.

Las PyMEs, tienen como principales características la falta de formalidad y estructura organizativa, efecto que radica en su gran mayoría por tratarse de negocios familiares, donde no se encuentran establecidos procedimientos, estructuras organizativas o por el contrario existen estos lineamientos y son desconocidos por los miembros de la organización [83].

Un adecuado control interno permitirá conocer los problemas que enfrenta para orientar a los administradores a la toma de decisiones para disminuir las distintas situaciones que afectan a la empresa, como problemas de ineficiencia, carencia de controles, burocracias administrativas, la ausencia de controles, desórdenes normativos, limitado seguimiento, evaluación de riesgo, entre otros [72]; y con ello, lograr optimizar los recursos y fortalecer el desempeño de las empresas, tanto en la parte operativa como en lo administrativo, consiguiendo multiplicar las utilidades, generar mayor confiabilidad sobre el crecimiento futuro y su permanencia en el tiempo, aprovechando las oportunidades externas de nuevas inversiones [83].

Se trata de determinar el nivel y modelo según los cuales se deben desarrollar y asignar estas capacidades (recursos y habilidades) cuya utilización adecuada nos puede llevar a alcanzar los objetivos de la organización, haciendo la empresa más competitiva en unas u otras actividades [84]. Es importante resaltar que los objetivos de control interno deben ser específicos y puntuales, así como adecuados, razonables, e integrados de la entidad [85].

Por otra parte, las competencias de la empresa, constituidas a lo largo del tiempo, están en función de: las características de su personal, los métodos y tecnologías que apliquen y, por último, la organización y su sistema de valores. Estas competencias o capacidades son las que hacen a la empresa capaz de obtener determinados resultados a partir de sus activos materiales y financieros [84].

Considerando los elementos antes expuestos, la propuesta diseñada contempla 5 etapas, tal y como se visualiza en la Figura 4.



Figura 4. Propuesta de metodología para la implementación de MA en PyMEs. Elaboración Propia.

Es importante considerar que para una implementación sea exitosa, la capacidad del equipo directivo para estimular la actividad de los recursos humanos es fundamental, de tal modo, que los objetivos sean conseguidos efectivamente, así como de la estructura organizativa y la cultura empresarial que sirvan de soporte en la implementación.

3.2. Desarrollo de las Etapas

Los datos requeridos para una implementación exitosa pueden variar, dependen del tipo de negocio, base de clientes, relaciones, tipo de productos, servicios y procesos que manejan, así como, las habilidades laborales y base de conocimientos. Mientras que algunos puntos son indiscutibles, como el conocimiento sobre MA, las ventajas de ella, el riesgo que implica no adoptarla es aún mayor, llevando a indicadores negativos que puedan afectar significativamente a la competitividad y sostenibilidad de la PyME.

Es necesario conocer las tecnologías que actualmente se empleen en la PyMEs y su visión a futuro, esto nos ayudará a conocer su relación e interés por el desarrollo de la MA, también conocer si previamente se ha implementado algún sistema y los resultados obtenidos, las estrategias aplicadas, oportunidades encontradas y los beneficios obtenidos.

En caso de que la empresa ya hubiese realizado alguna implementación de las tecnologías de MA con anterioridad, es importante conocer las habilidades de los empleados y su gestión, qué colaboradores estuvieron involucrados, el grado de participación que tuvieron en dicha implementación, cómo fue la adaptación al nuevo proceso, así como, si los cambios generados los ha motivado a seguir creciendo y desarrollándose dentro de la empresa o si existe alguna desmotivación significativa.

3.2.1. Etapa 1. Identidad Organizacional

La identidad organizacional es todo aquello que permite distinguir a la organización como singular y diferente de las demás, por ello se cree que es un activo, el cual se

encuentra estrechamente ligado al plan de negocios y al mercado que se desea atender [86]. Se crea y construye a través del continuo intercambio entre las definiciones internas y externas de la organización que ofrecen todas las partes interesadas de la organización [87].

Otros autores, consideran a la identidad organizacional como “los atributos de la organización que los miembros sienten que son fundamentales (esenciales) únicos (distintivos) y que persisten dentro de la organización en el tiempo (duraderos) [88] [89].

En una primera etapa, la metodología propone la revisión de la identidad organizacional de la empresa interesada en implementar manufactura avanzada. Es importante destacar que la alta dirección o el nivel superior de toma de decisiones de la organización tiene un papel fundamental en todo el proceso, lo que implica su involucramiento de inicio a fin.

Los elementos clave que se desean recuperar en esta etapa se detallan a continuación:

- Ubicación
- Sector al que pertenece
- Historia de la empresa
- Procesos/ Servicios
- Número de empleados

Cada uno de estos aspectos permitirán ubicar a la organización en una de las categorías de las PyMEs. En esta etapa se propone hacer una investigación documental y tener sesiones rápidas con la alta dirección para complementar la información recolectada.

La recopilación documental es una técnica de investigación para recoger información, relevante, con alto grado de veracidad, de fuentes documentales con el objetivo de verificar el tema de investigación [90].

3.2.2. Etapa 2. Diagnóstico

Un diagnóstico organizacional tiene como propósito generar hipótesis fundamentadas acerca de la organización y sus desafíos, sirviendo de base para la implementación de acciones y prácticas orientadas hacia resultados deseados. La misión responde a preguntas como: ¿Qué hace la empresa? ¿Por qué lo hacen? ¿Para quién lo hacen? Asimismo, la visión atiende a cuestionamientos sobre cómo será la organización a futuro.

El diagnóstico organizacional se debe realizar en forma colaborativa entre los consultores externo e interno para identificar las limitantes y los problemas, así como explorar alternativas para la mejora de la empresa [91].

Según Guerras, Navas y Rimbau [92], el análisis interno de la empresa investiga las características de los recursos, factores, medios, habilidades y capacidades de los cuales dispone la empresa para hacer frente al entorno, tanto general como específico. Este análisis se refiere, por tanto, al descubrimiento de los puntos fuertes y débiles de la empresa, de modo que pueda ser evaluado su potencial para desarrollar la estrategia que será finalmente elegida.

Taipe y Pazmiño [93] señalan que, es una parte fundamental en el desarrollo de su planificación estratégica, de un plan de marketing, y otros, ya que este permitirá analizar los posibles problemas o amenazas que existen en el entorno, que pueden afectar a la empresa.

En el diagnóstico se busca conocer los siguientes puntos de la organización:

- Misión
- Visión
- Valores
- Objetivos estratégicos
- Productos y servicios actuales
- Tecnologías actuales
- Competidores

Por lo que se considera la aplicación de instrumentos cualitativos tipo entrevista semiestructurada a los directivos/gerencia de cada una de las áreas de la organización.

Las áreas de interés en esta metodología son todas aquellas que están definidas en la empresa, como pueden ser: comercial, producción y ventas, tecnológico, recursos humanos, económico, estratégico, entre otros.

La estructura de las entrevistas se divide en diferentes categorías, abordando los diversos aspectos de la estructura y funcionalidad de la organización. Cada categoría a su vez, se desglosa en una serie de subcategorías con relación directa de los temas principales de interés que incluyen en promedio tres preguntas abiertas.

Esta estrategia nos permite abordar de manera eficiente cada aspecto relevante de la empresa, la cual contribuye a la formulación de un diagnóstico sólido y adaptado a las necesidades específicas de la organización, como se ilustra en la Tabla 10.

Tabla 10. Categorización y subdivisión de entrevistas. Elaboración propia.

Categoría	Subcategoría	
Análisis estratégico	<ul style="list-style-type: none"> •Análisis del Entorno •Análisis de Competidores •Segmentación y Clientes •Propuesta de Valor •Estrategia de Crecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> •Alianzas y Socios Estratégicos •Capacidades Internas •Tecnología e Innovación •Riesgos y Mitigación •Medición y Seguimiento
Análisis económico	<ul style="list-style-type: none"> • Situación Financiera Actual • Ingresos y Ventas • Costos y Gastos • Rentabilidad • Flujo de Efectivo • Inversiones y Activos 	<ul style="list-style-type: none"> • Deuda y Financiamiento • Crecimiento y Proyecciones • Análisis de Puntos de Equilibrio • Estrategias Financieras • Ventas • Relación entre producción y ventas
Análisis Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación general • Adquisición y reclutamiento • Desarrollo y capacitación • Evaluación del desempeño 	<ul style="list-style-type: none"> • Retención y satisfacción • Relaciones laborales • Planificación y sucesión
Análisis tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura Tecnológica • Herramientas de Software • Comunicaciones y Conectividad • Presencia en línea • Innovación y Desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad y Protección de Datos • Formación y Capacitación • Inversión en Tecnología • Proyectos Futuros

Análisis comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del mercado • Clientes y segmentación • Producto/servicio y diferenciación • Canales de distribución 	<ul style="list-style-type: none"> • Precios y estrategias de precios • Marketing y promoción • Objetivos y métricas comerciales
Análisis de producción y ventas	<ul style="list-style-type: none"> • Producción • Ventas • Relación entre producción y ventas 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores y seguimiento • Mejora continua
Entorno laboral	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción general y ambiente de trabajo • Crecimiento y desarrollo profesional • Compensación y beneficios 	<ul style="list-style-type: none"> • Equilibrio entre trabajo y vida personal • Liderazgo y dirección • Retención y compromiso

Estas entrevistas se proponen que sean aplicadas a diversos colaboradores clave de la empresa, quienes contribuyen con información relevante para lograr un análisis completo. Los instrumentos propuestos se pueden consultar en la sección de Anexos de esta investigación.

Asimismo, se propone la aplicación de un instrumento cuantitativo en formato de encuesta para conocer sobre la cultura organizacional de la empresa, en donde se incluyen aspectos que pueden influir en aceptación de los cambios relacionados con la transformación digital de la empresa.

El instrumento está dividido en 8 secciones: 1) Datos generales, 2) Satisfacción general y ambiente de trabajo, 3) Comunicación y participación, 4) Crecimiento y desarrollo profesional, 5) Compensación y beneficios, 6) Equilibrio entre trabajo y vida personal, 7) Liderazgo y dirección y 8) Retención y compromiso.

La sección de Datos Generales cuenta con 3 preguntas sociodemográficas. En cuanto a la segunda sección: Satisfacción general y ambiente de trabajo tiene como objetivo conocer de forma general la satisfacción de los colaboradores de la empresa, así como, el ambiente de trabajo en la misma. Cuenta con 1 pregunta medida en escala numérica y 2 preguntas dicotómicas las cuales son aquellas en las que las respuestas se clasifican en (Si/No).

La tercera sección: Comunicación y participación con el objetivo de conocer la percepción de los colaboradores de la empresa respecto a la comunicación interna y la participación dentro de la misma. Se incluyen 4 preguntas dicotómicas y una pregunta abierta.

En la cuarta sección: Crecimiento y desarrollo profesional, se busca conocer la percepción de los colaboradores en cuanto a las oportunidades de crecimiento y desarrollo profesional que la empresa promueve. Cuenta con 4 preguntas dicotómicas y una pregunta abierta.

La quinta sección: Compensación y beneficios se enfoca en conocer la percepción de los colaboradores acerca de los beneficios y compensaciones que ofrece la empresa. Se incluyen 4 preguntas dicotómicas.

En la sección: Equilibrio entre trabajo y vida personal, esta sección tuvo como objetivo identificar puntos clave relacionados con las políticas y prácticas que afectan este balance. Para ello, se realizó una recopilación de datos reuniones con el ingeniero de servicio y el gerente de operaciones, quienes proporcionaron información detallada, como los horarios y la distribución de responsabilidades. Esto permitió contrastar las percepciones de los empleados con los datos operativos, identificando áreas de mejora.

La séptima sección: Liderazgo y dirección, donde el objetivo es identificar fortalezas y áreas de mejora en cuanto al apoyo, la orientación, y la claridad de la visión estratégica por parte de los líderes. Se incluyen preguntas cerradas que evalúan la disponibilidad de los superiores y su capacidad para liderar de manera efectiva, así como preguntas abiertas para obtener retroalimentación más específica.

La última sección: Retención y compromiso, tiene como propósito analizar el nivel de compromiso de los colaboradores con la empresa y las razones detrás de su deseo de permanecer en ella a corto o largo plazo. También busca los factores podrían influir en su recomendación de la empresa como un buen lugar para trabajar. A través de preguntas cerradas, se evalúa la intención de los empleados de continuar en la organización y su disposición a recomendarla, complementadas con una pregunta

abierta que permite identificar oportunidades de mejora para fortalecer la retención y el compromiso, añadiendo que los empleados se sientan escuchados al solicitar su opinión en la encuesta. La Tabla 11 muestra la distribución de los ítems por sección.

Tabla 11. Distribución de ítems por sección

Sección	Ítem
Datos Generales	Género
	Edad
	Antigüedad en la compañía
Satisfacción general y ambiente de trabajo	¿Cómo describirías el ambiente de trabajo en tu empresa?
	¿Te sientes cómodo/a y valorado/a en tu rol y equipo?
	¿Crees que la empresa promueve una cultura de trabajo en equipo y colaboración?
	¿Has experimentado algún tipo de discriminación o acoso en el entorno laboral?
Comunicación y participación	¿Te sientes informado/a sobre los objetivos y cambios en la empresa?
	¿Sientes que tus opiniones y sugerencias son tomadas en cuenta por la dirección o tus superiores?
	¿Consideras buena la comunicación entre los diferentes departamentos o equipos?
	¿Crees que hay canales adecuados para compartir ideas y resolver problemas?
	¿Cómo describirías la comunicación entre los diferentes departamentos o equipos de trabajo?
Crecimiento y desarrollo profesional	¿Sientes que tienes oportunidades de crecimiento y desarrollo en tu puesto actual?
	¿La empresa proporciona capacitación y recursos para mejorar tus habilidades?
	¿Te sientes alentado/a para tomar más responsabilidades y asumir nuevos desafíos?
	¿Se crean nuevas oportunidades de promoción interna en la empresa?
	¿Cómo percibes las oportunidades de promoción interna en la empresa?
Compensación y beneficios	¿Existe alguna posibilidad u opción en el que se reciba compensación o algún beneficio extra?
	¿Crees que la empresa reconoce y recompensa adecuadamente tus esfuerzos y logros?
	¿Te sientes motivado/a por las recompensas y reconocimientos que recibes por tu trabajo?

	¿Consideras que la compensación es competitiva en comparación con otras empresas del mismo sector?
Equilibrio entre trabajo y vida personal	¿Sientes que tienes un equilibrio adecuado entre tu trabajo y tu vida personal?
	¿La empresa brinda opciones de flexibilidad laboral, como trabajo remoto u horarios flexibles?
	¿Has experimentado situaciones en las que sientes que el trabajo ha afectado negativamente tu vida personal?
Liderazgo y dirección	¿Cómo calificarías la calidad de liderazgo en tu equipo o departamento?
	¿Sientes que tus superiores están disponibles para brindarte apoyo y orientación?
	¿Crees que la dirección de la empresa tiene una visión clara y eficaz para el futuro?
Retención y compromiso	¿Te ves a ti mismo/a trabajando en esta empresa a largo plazo?
	¿Recomendarías a la empresa como un buen lugar para trabajar a tus amigos o familiares?
	¿Qué aspectos crees que podrían mejorarse para aumentar la retención y el compromiso de los empleados?

Por otra parte, en esta etapa, se considera la observación de los procesos como parte fundamental para la recopilación de información y que contribuye al análisis y al mapeo de los procesos actuales y futuros.

3.2.3. Etapa 3. Análisis

La etapa anterior permite contar con información valiosa que requiere ser procesada y analizada para determinar cuáles son: las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la organización.

Con el análisis que se obtenga de los instrumentos tanto cualitativos como cuantitativos, tanto de las condiciones actuales de la organización como de los planes a futuro de ésta, se propone la creación de una matriz FODA en donde se visualicen todos aquellos elementos que influyen en el crecimiento de la organización y que permitirán definir y desarrollar estrategias adecuadas para la compañía.

La matriz FODA es presentada como un modelo conceptual para generar estrategias, listando en el lado superior las fortalezas y debilidades y en la parte lateral izquierda las oportunidades y amenazas. En el centro de la matriz se generarían las estrategias FO

(fortalezas y oportunidades) o maxi-maxi; las estrategias DO (debilidades y oportunidades) o mini-maxi; las estrategias FA (fortalezas y amenazas) o maxi-mini y las estrategias DA (debilidades y amenazas) o mini-mini. El mismo autor sugiere elaborar una matriz de doble entrada para cada tipo de estrategia (FO, DO, FA y DA) y así visualizar todas las opciones posibles dentro de cada grupo, tal y como se muestra en la Figura 5 [94].

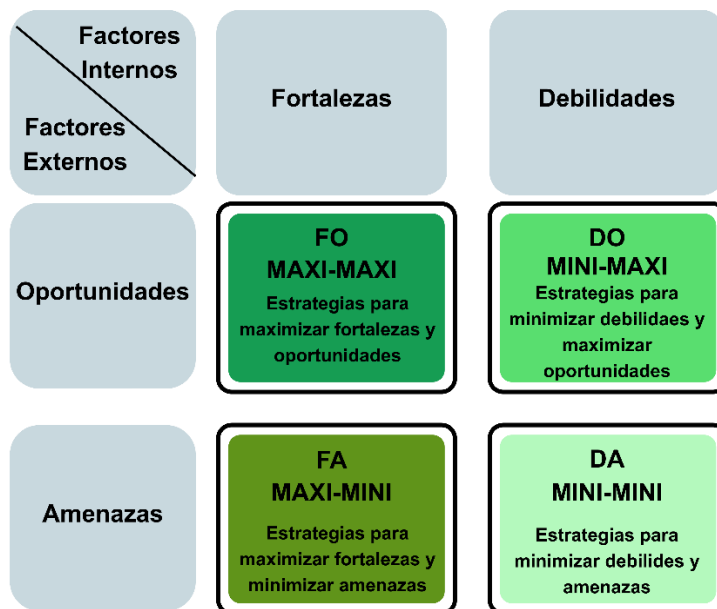


Figura 5. Matriz de doble entrada para estrategias derivadas del FODA. Elaboración propia basada en [94].

La mayoría de las organizaciones americanas utilizan la matriz FODA para elaboración de estrategias, las mismas que les permiten usar los puntos fuertes y tomar ventaja de las oportunidades para de esta manera identificar la situación actual de la compañía y alcanzar los objetivos [95].

Se propone un formato que resuma algunas características de la empresa, identificando las fortalezas, determinando las debilidades, describiendo las oportunidades y reconociendo amenazas para así lograr definir las estrategias FODA. Se define como la auténtica esencia de las empresas, revelando su verdadera naturaleza al interactuar en el mercado, la relación con clientes y proveedores, su contribución a la sociedad a la que sirven actualmente.

Además, se documentarán las limitaciones con las que la empresa cuenta y que son factor determinante para la incorporación de tecnologías de manufactura avanzada en su camino hacia la transformación digital.

3.2.4.Etapa 4. Propuesta

Una vez analizada la información y considerando las limitaciones de la organización, así como las áreas de mayor oportunidad, se procede a realizar una propuesta de implementación de manufactura avanzada que permita que la organización transite hacia la transformación digital.

La propuesta muestra el mapeo actual del proceso a mejorar, las tecnologías de manufactura a implementar y el mapeo del estado ideal, una vez que se lleve a cabo la ejecución de la propuesta.

Se utilizan herramientas como diagramas de flujo de proceso, así como, de aquellas que se consideran en la metodología six sigma.

Cabe destacar que, la decisión final de aprobación de la implementación de la propuesta recae en la alta dirección de la PyME, quien realizará la revisión de la inversión económica, de recursos y tiempo.

3.2.5.Etapa 5. Plan de acción

La última etapa de la metodología propuesta es generar un plan de acción que le permita a las organizaciones transitar de manera gradual, eficiente y oportuna hacia la implementación de manufactura avanzada.

La efectividad en la ejecución de un plan de acción depende en gran medida de la estrategia de comunicación, por lo tanto, es vital que la alta dirección de la organización plantee claramente el mensaje y la información a brindar, tanto a los líderes de las áreas como a los colaboradores.

El plan de acción debe incluir la descripción de los siguientes elementos clave:

- Proceso de implementación de MA
- Estandarización de procesos involucrados en la MA

- Capacitación directa de los empleados
- Proceso de mejora continua
- Plan de control

El proceso de implementación incluirá las áreas y departamentos involucrados en el cambio de tecnología, costos y tiempos.

Los procesos estandarizados, son series de operaciones sucesivas normalizadas para completar un objetivo que de igual manera debe permitir una ejecución homogénea sin importar el personal o sede de realización del proceso.

Por lo tanto, la ejecución de un método de estandarización en la industria se puede definir como uno de los puntos clave para el éxito de esta, porque no solo debe cubrir las características antes mencionadas, además debe tener la flexibilidad de evaluar áreas de oportunidad y/o errores para corregir y actualizar conforme el desarrollo del proceso de estandarización [96].

La capacitación habilita a los recursos humanos de la empresa a ser más positivos, tener mayor auto-confianza, ser más comunicativos y mejorar su capacidad para resolver problemas, y desarrollar miembros eficientes en sus equipos.

En el entorno empresarial actual, el éxito se logra con profesionales capacitados, altamente motivados, responsables y con un enfoque preciso ante cualquier desafío o responsabilidad. La colaboración y la unidad son clave para alcanzar resultados excepcionales [97].

Cuando la empresa se encuentre en la etapa de implementación de MA, se continuará trabajando en la mejora del proceso. En la Figura 6, se muestra el Plan de Acción sugerido para la implementación de la tecnología de Manufactura Avanzada.



Nombre de la empresa:	
Nombre del proyecto:	
Fecha:	
Nombre del investigador responsable:	

PLAN DE ACCIÓN						
#	¿Por qué? ¿Para qué?	¿Qué?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Cuánto?	¿Cómo?
	Oportunidad de mejora	Acción	Responsable	Fecha	Avance (%)	Recursos Necesarios
1	Métrico de Productividad	Implementar Tecnología de MA	Procesos	Se define por la empresa	Se define por la empresa	Se define por la empresa
2	Métrico de Calidad	Estandarizar la nueva tecnología	Calidad	Se define por la empresa	Se define por la empresa	Se define por la empresa
3	Métrico de Habilidades	Capacitar en nueva tecnología	RH	Se define por la empresa	Se define por la empresa	Se define por la empresa
4	Métrico de Ventas	Implementar Tecnología de MA	Finanzas	Se define por la empresa	Se define por la empresa	Se define por la empresa
5	Métrico de Liquidez	Implementar Tecnología de MA	Finanzas	Se define por la empresa	Se define por la empresa	Se define por la empresa
6	Métrico de Satisfacción del cliente	Realizar seguimiento por medio de encuestas	Atención al cliente	Se define por la empresa	Se define por la empresa	Se define por la empresa

Figura 6. Estructura del Plan de Acción. Elaboración propia

Una vez realizado este plan de acción se sugiere formular un Diagrama de Gantt para monitorear el proceso de implementación y que este sea ejecutado en las fechas planeadas, así como conocer la ruta crítica.

El plan de control se propone seguir con el siguiente formato mostrado en la Figura 7, donde se dará seguimiento a cada uno de los métricos más importantes de la PyME, se definirá el estado ideal del métrico, el método de medición y control, el tamaño de muestra, quien es el responsable de llevarlo a cabo, la frecuencia, la regla de decisión en caso de que no se esté cumpliendo con dicho métrico, así como la acción correctiva para alcanzar los resultados esperados. Toda esta información debe ser definida por la empresa.



Nombre de la empresa:	
Nombre del proyecto:	
Fecha:	
Nombre del investigador responsable:	

PLAN DE CONTROL

¿Parámetro crítico?	Requerimientos	Método de medición y control	Tamaño de muestra	¿Quién hace la medición?	Frecuencia	Regla de Decisión/Acción correctiva si no se cumple
Métrico de Productividad						
Métrico de Calidad						
Métrico de Habilidades						
Métrico de Ventas						
Métrico de Liquidez						
Métrico de Satisfacción del cliente						

Figura 7. Estructura del Plan de Control. Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En este capítulo se plasman los resultados de la aplicación de la metodología para la implementación de MA en PyMEs propuesta, en una empresa de la ciudad de Mexicali, Baja California, México, de la cual por motivos de confidencialidad y a petición de la misma empresa no será divulgada en este documento.

La metodología propuesta, compuesta por cinco etapas clave, permitió un análisis exhaustivo de la empresa, desde su identidad organizacional hasta la propuesta de digitalización de procesos específicos. La importancia de esta metodología se centra en su enfoque integral, considerando a las diversas áreas y departamentos que conforma la organización y sus procesos; así como, en su capacidad para adaptarse a las necesidades de cada PyME.

Por lo tanto, se realizó una propuesta de incorporación de tecnologías de manufactura avanzada que ayudará en la transición gradual hacia procesos más avanzados y eficientes, mejorando tanto la operatividad interna como la satisfacción de sus clientes.

En resumen, los resultados obtenidos ofrecen una visión clara del estado actual de la PyME y proporcionan un camino estructurado hacia la adopción de la MA, asegurando que esta evolución sea coherente con sus objetivos estratégicos y que la empresa esté mejor preparada para enfrentar los desafíos actuales.

4.1. Etapa 1. Identidad Organizacional

La información se recabó mediante una investigación documental y en algunas sesiones con los directores de diferentes departamentos.

Cabe mencionar que el nombre de PyME por cuestiones confidenciales queda en anonimato, resaltando los datos más relevantes y particulares.

La PyME seleccionada se encuentra en la ciudad de Mexicali Baja California, de perfil nacional, brindando servicios a diferentes ciudades dentro de la república mexicana, son encargados de venta, instalación, servicio y capacitación de equipos industriales de marcado para la trazabilidad de diversos productos.

Cuenta con cuatro ubicaciones más en el norte del país: Tijuana, Monterrey, Ciudad Juárez y Nogales con el objetivo de llegar con los clientes de forma eficiente.

Actualmente cuenta con 38 empleados en la matriz que se encuentra en Mexicali, de los cuales 11 son género femenino y 27 masculino. La distribución por género se observa en a Figura 8.

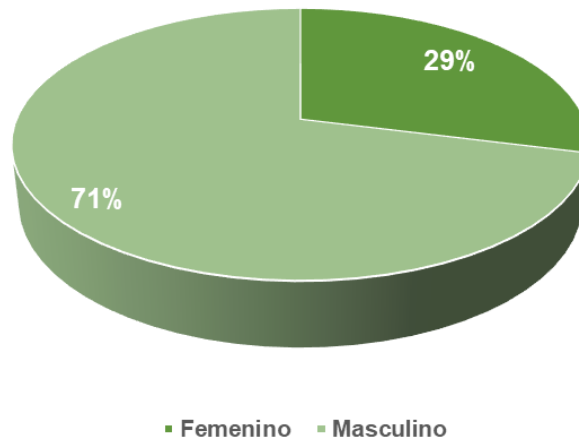


Figura 8. Distribución de los colaboradores de la empresa por género. Elaboración propia.

En la Figura 9, se muestra la distribución por edad de los colaboradores de la empresa, donde se destaca que más del 50% tienen menos de 45 años (16 empleados entre 26 y 35 años y 14 entre 36 y 45 años), lo cual habla de una empresa que cuenta con personal joven y con experiencia en ascenso.

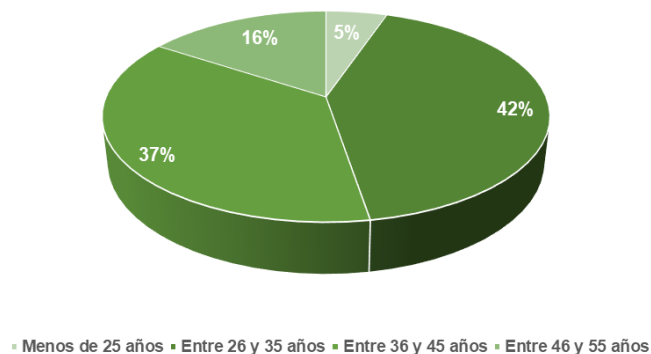


Figura 9. Distribución por edad de los colaboradores de la empresa. Elaboración propia.

Asimismo, se obtuvo la distribución por antigüedad dentro de la compañía, en donde resalta que el 66% cuenta con menos de 5 años y el 24% tiene entre 5 y 10 años laborando en la organización, esto implica que el 90% de los colaboradores tiene menos de 10 años de antigüedad, por lo que se encuentran en una etapa de consolidación (ver Figura 10).

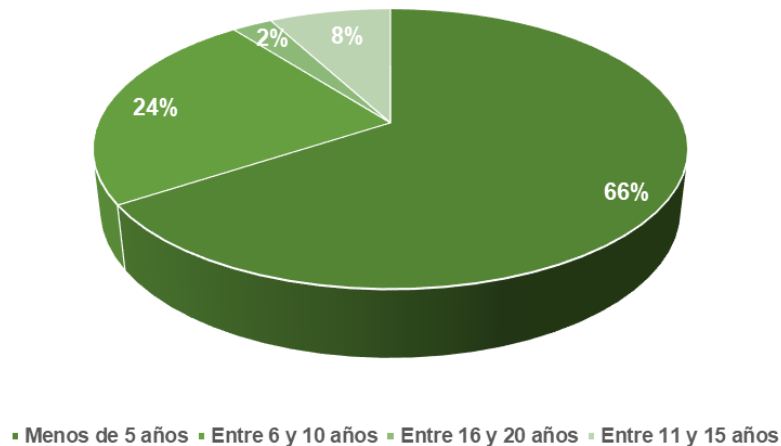


Figura 10. Distribución por antigüedad de los colaboradores de la empresa. Elaboración propia.

4.2. Etapa 2. Diagnóstico

La PyME cuenta con más de 30 años de antigüedad, ha ido evolucionando, y actualmente cumple con los requisitos de la norma ISO 9001:2015 implementado en sus diferentes sucursales.

Tiene objetivos principalmente de venta de equipos industriales y sus consumibles, brindan mantenimiento en general, instalación, consumibles, refacciones, capacitación, ofreciendo soluciones integrales a su aplicación.

- **Misión**

La empresa está enfocada principalmente a la satisfacción del cliente, previendo soluciones integrales con productos de alta tecnología y calidad, personal capacitado y profesional.

- **Visión**

Ser una empresa líder y marca confiable, reconocida a nivel nacional e internacional. Proveer soluciones a las necesidades reales de nuestros clientes, con una gama de productos de tecnología de punta y un alto nivel de atención al cliente. Con personal certificado, experto en el giro y comprometido con la excelencia y calidad.

- **Valores**

Incluyen la satisfacción total del cliente, generar sinergia y lazos estrechos, ofrecer soluciones integrales, desarrollo de nuestro equipo de trabajo y cultura organizacional.

- **Objetivos estratégicos**

Entre los objetivos estratégicos de la empresa se encuentran:

- a) Establecer una oficina de proyectos para mejorar la atención al cliente, así como, la operación y la infraestructura de la compañía.
- b) Lograr incremento de compromisos anuales de venta con diversos proveedores para continuar con el crecimiento de la empresa.

- **Productos y servicios actuales**

La empresa estudiada no cuenta con el desarrollo y fabricación de productos, ya que solo ofrece servicios de venta, instalación y distribución de equipos de diversas marcas, realizando una evaluación exhaustiva de procesos de codificación para identificar áreas de mejora y oportunidades de automatización. También, desarrollan soluciones de integración a la medida que optimizan la interacción entre codificadores y la infraestructura existente, y capacitan a los clientes para garantizar la operación y el mantenimiento de los sistemas de integración y automatización.

- **Tecnologías actuales**

La empresa seleccionada tiene como objeto principal, la venta y distribución de equipos de marcado, además de proveer servicios especializados de capacitación para el manejo de dichos equipos por lo que cuenta con tecnología para la gestión de los procesos antes mencionados.

- **Competidores**

Los principales competidores son aquellos enfocados en la distribución, venta, renta y mantenimiento de equipos de marcado y codificación industrial, empresas que atienden una amplia gama de sectores, como alimentos y bebidas, farmacéutico, automotriz y productos de consumo que deban llevar alguna identificación o etiquetado, entre las tecnologías que ofrecen desde impresoras de inyección de tinta continua (CIJ), codificadoras láser, impresoras de transferencia térmica y equipos para impresión de etiquetas

Con los resultados de la información recolectada en la Etapa 1 y Etapa 2, se aplicaron instrumentos cualitativos de tipo entrevista semiestructurada para los diferentes departamentos de la empresa y se logró profundizar sobre las actividades y necesidades de cada una de ellas.

Los instrumentos incluyeron preguntas abiertas, formando parte de las entrevistas, mientras que los temas relacionados con el entorno laboral, como sus principales preocupaciones y sugerencias de mejora, se abordaron en la encuesta, garantizando la protección de la identidad de los empleados.

La Tabla 12 muestra la distribución de la aplicación de los instrumentos cualitativos según los responsables de las áreas. Es importante recalcar que los mandos medios y altos proporcionan información más amplia sobre el desarrollo de cada uno de los departamentos de la organización.

Tabla 12. Responsables de las áreas/departamentos en donde se aplicaron entrevistas

Área/Departamento	Responsable
Económico	Contador administrativo
Estratégico	Gerente operativo
Producción y ventas	Gerente operativo
Recursos Humanos	Gerente de Recursos Humanos
Comercial	Gerente de Ventas
Tecnológico	Gerente de Proyectos

Diagnóstico estratégico

Para el diagnóstico estratégico se realizó una entrevista al Gerente de Proyectos de la empresa, quien tiene siete años de experiencia en la organización y cuenta con un grado académico de Maestría en Administración y Dirección de Empresas con concentración en Alta Dirección.

La empresa conoce la importancia de un servicio eficiente, es consciente de los riesgos y pérdidas que representa el no actuar rápido y los inconvenientes que se le pueden presentar a sus clientes. Por ello, sus principales fortalezas se centran en infraestructura y el servicio al cliente, cuenta con varias sucursales en distintas ciudades del norte de México y personal que garantice el servicio 24 horas al cliente en caso de requerirlo.

También brinda garantía con servicios especiales en caso de que su cliente presente un problema mayor con los equipos, brindando un sentido de confianza mayor a los clientes.

Sin embargo, la empresa enfrenta desafíos importantes que limitan su desempeño y competitividad. Uno de los principales problemas es la insuficiencia en su flotilla vehicular, lo que genera cuellos de botella en el transporte y afecta la capacidad de respuesta en la mensajería y atención técnica. Esto puede resultar en retrasos significativos que impactan negativamente la experiencia del cliente si los problemas se llegan a presentar en horas con mayor recurrencia.

Adicionalmente, la infraestructura tecnológica presenta deficiencias, ya que no todas las computadoras cuentan con licencias de software actualizadas, y la ciberseguridad se limita a herramientas básicas, lo que expone a la organización a riesgos potenciales de seguridad y pérdida de datos. Además, la falta de un enfoque formal en innovación y la ausencia de un presupuesto destinado a investigación y desarrollo tecnológico restringen su capacidad para adaptarse a las demandas del mercado y a las tendencias emergentes de la industria. Estas áreas de mejora representan puntos críticos que deben abordarse

para mitigar riesgos operativos y estratégicos que podrían comprometer la sostenibilidad y competitividad de la empresa en el mercado.

Diagnóstico de producción y ventas

Sobre los aspectos de producción, se obtuvo la información mediante una entrevista al Gerente de Proyectos quien destacó que la organización ofrece servicios a fábricas y comercios, estos servicios se enfocan en resolver necesidades de trazabilidad, con 600 unidades y a partir del 2024 se planea que la base instalada crezca a un ritmo de 100 unidades anuales. Cuentan con un proceso establecido en donde los responsables de atención a clientes reciben pedidos vía correo electrónico o teléfono e internamente trabajan con el área de almacén y facturación para la entrega de los pedidos. Es importante señalar que cada sucursal cuenta con un mensajero que entrega los pedidos a domicilio.

Asimismo, el entrevistado comentó que cuentan con una infraestructura digital, de comunicaciones, vehículos y edificios propios para brindar el servicio adecuado en todas las sucursales. También señala que el almacén de consumibles y refacciones se administra con un sistema similar a primeras entradas – primeras salidas y analizando los consumos de nuestros clientes, pues los consumibles son perecederos.

Los procesos de calidad se encuentran enfocados al servicio, hay indicadores clave como las garantías mensuales, quejas, sugerencias o felicitaciones de los clientes. Internamente hay procesos para asegurar que una unidad en reparación no puede salir del taller si no está autorizada y probada.

El entrevistado indicó que existen cuellos de botella en sus procesos asociados principalmente con el transporte. La flotilla de vehículos no está en el nivel ideal, lo que a veces retrasa la movilidad del personal técnico o de mensajería.

En cuanto a las ventas, el gerente de proyectos señala que utilizan la venta directa bajo pedido, que parte de una lista de precios sugeridos por sus proveedores, de ahí se calculan otros costos como importación, paquetería, instalación, entre otros; cada sucursal tiene criterios diferentes pero establecidos por la dirección administrativa.

La empresa cuenta con una cantidad muy diversa de clientes, los más comunes son fábricas de productos médicos, electrónicos, aeroespacial, metal mecánico, cable, embotelladoras, alimentos, harina y cemento.

Se lleva el control de los clientes desde un Gestor de Relaciones con el Cliente (CRM, por sus siglas en inglés de Customer Relationship Management); además, existe un buzón de quejas, sugerencias y felicitaciones al que los clientes tienen acceso, y se cuenta con un indicador de garantías y servicios programados para tener las unidades en el mejor estado posible.

Por otra parte, comentó que los proveedores establecen una meta de ventas anual y de acuerdo con esa información la empresa planea sus metas de venta, y, por último, menciona que, a través de los años, han detectado tendencias de venta en algunos productos consumibles de las unidades que venden.

Diagnóstico de tecnología

En cuanto a la infraestructura tecnológica, se realizó una entrevista al Gerente de Proyectos de la empresa, quien señaló que la empresa utiliza principalmente dos softwares clave para su operación: uno en el área administrativa (facturación, cobranza, bancos, almacén y nóminas) y otro para la administración de ventas, prospectos y clientes. Si bien ambos sistemas están alojados en la nube, la oficina principal en Mexicali cuenta con una red interna y un servidor local que administra el firewall, el conmutador y la red.

Respecto a la actualización de sistemas, se identificó que no todas las computadoras cuentan con licencias actualizadas, lo que representa un área de mejora importante. A pesar de utilizar herramientas modernas de colaboración como Dropbox y Google Workspace, la seguridad cibernética se limita a la implementación de un firewall y antivirus básicos, lo que podría poner en riesgo a la empresa.

En términos de innovación, el entrevistado indicó que no existen procesos formales para evaluar ideas tecnológicas, y la investigación y desarrollo no es una prioridad actual.

Sin embargo, la organización participa en exposiciones y cursos con proveedores para mantenerse al día con las tendencias tecnológicas.

Finalmente, se destacó que no hay un presupuesto definido para la inversión tecnológica, y los proyectos futuros en ésta área se encuentran en análisis como parte de la agenda de riesgos y oportunidades para 2024. Esto sugiere que, aunque existe interés en mejorar, aún no hay una estrategia clara para impulsar la competitividad tecnológica de la empresa.

Diagnóstico de Recursos Humanos

Para realizar el diagnóstico del área de recursos humanos, se aplicó una entrevista semiestructurada al gerente de dicho departamento de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

La estructura organizacional de la empresa se puede observar en la Figura 11. Se divide en dos grandes áreas que le reportan a la Dirección General, las cuales son el área administrativa y por otra parte el área operativa. Cada área a su vez, cuenta con una estructura vertical en la que los mandos medios tienen entre una y tres áreas para supervisar.

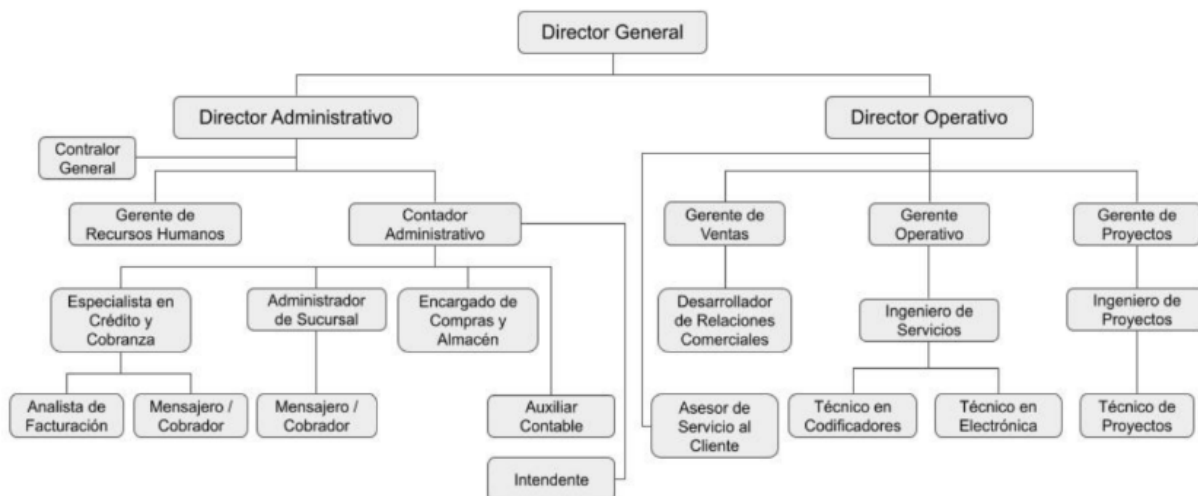


Figura 11. Estructura organizacional

En complemento con el instrumento cualitativo, se aplicó una encuesta a todos los empleados, con ella se recolectaron datos sobre la cultura organizacional de la empresa, incluyendo la percepción de los colaboradores acerca de su satisfacción general y ambiente de trabajo, comunicación y participación. La aplicación de dicho instrumento se realizó mediante un formulario anónimo en línea con la herramienta *Google Forms*.

En la Figura 12 se observa que el 89% de los colaboradores se ven trabajando en la empresa a largo plazo, lo cual habla de un compromiso hacía la organización y una apertura al cambio.

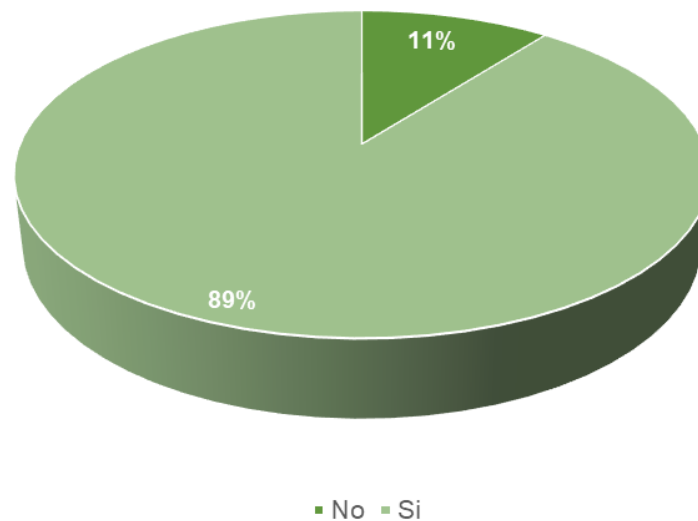


Figura 12. ¿Te ves a ti mismo/a trabajando en esta empresa a largo plazo?

En la Figura 13, se muestra el resultado de la pregunta ¿Crees que la empresa promueve una cultura de trabajo en equipo y colaboración? realizada a los empleados de la empresa y donde el 97% respondió que considera que la empresa promueve el trabajo en equipo y la colaboración.

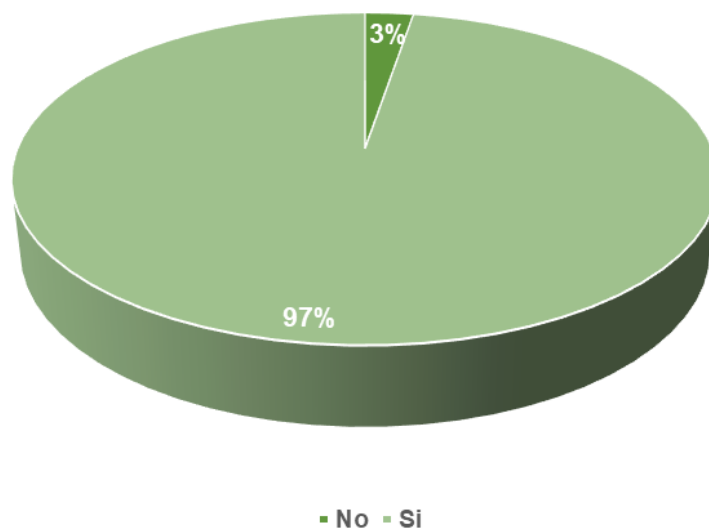


Figura 13. ¿Crees que la empresa promueve una cultura de trabajo en equipo y colaboración?

Finalmente, en la Figura 14, se observa que el 89% de los colaboradores siente que sus opiniones y sugerencias son tomadas en cuenta por la dirección o sus superiores, lo cual indica que existe una confianza dentro de la organización.

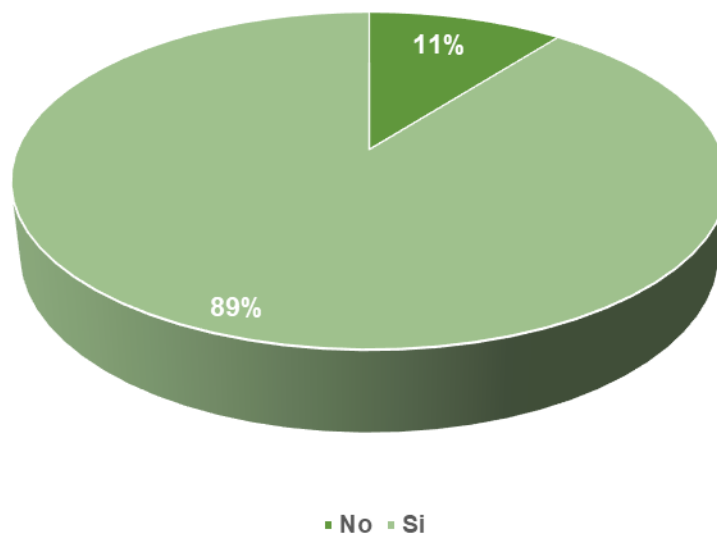


Figura 14. ¿Sientes que tus opiniones y sugerencias son tomadas en cuenta por la dirección o tus superiores?

4.3. Etapa 3. Análisis

En esta etapa se analizó la información recolectada de los instrumentos aplicados durante la etapa 2 de la metodología propuesta.

En los últimos años, la empresa ha experimentado un crecimiento constante en términos de ingresos y beneficios. Entre 2019 y 2020, sus ganancias aumentaron en un 16%. A pesar de un aumento más modesto del 1% entre 2020 y 2021, debido a la adquisición de nuevos clientes cuyo proceso de incorporación fue más lento, experimentaron un impresionante crecimiento del 54% en los ingresos entre 2021 y 2022. Este último aumento se atribuye a la obtención de un cliente de gran importancia. Los datos más recientes nos fueron proporcionados por la empresa.

Al analizar los datos cualitativos de estas entrevistas, se identificaron patrones, tendencias y aspectos significativos que inicialmente no eran evidentes a simple vista. Aportaron las diferentes perspectivas de cada uno y su visión acerca de las responsabilidades, necesidades y experiencias agregando un valor único, para identificar ineficiencias no solo técnicas, si no de comunicación que para los grandes directivos pasa desapercibido. Además, estas entrevistas han ayudado a revelar oportunidades críticas que requieren atención inmediata.

Este análisis permitió identificar áreas de mejora, lo que permite a la empresa aprovechar sus fortalezas y abordar sus debilidades de manera efectiva. La interpretación de resultados cualitativos de una empresa pequeña se convierte en una herramienta poderosa para la formulación de estrategias adaptadas y el logro de un crecimiento sostenible.

Por otra parte, la diversidad de perfiles y experiencias de los colaboradores en las entrevistas permitió descubrir enfoques y soluciones creativas para los desafíos que enfrenta la empresa, fomentan la inclusión, aumentando el compromiso y disposición a la colaboración en cambios y mejoras. Cada entrevista complementa la recolección de información y ayudan a la validación de datos e identificación de los problemas de comunicación dentro de la organización.

La importancia de realizar entrevistas a distintos empleados radica en el complemento, la validación de datos y la identificación de problemas de comunicación en la organización, también proporcionaron una visión enriquecedora del entorno laboral contribuyendo a la formulación de soluciones, impulsando el crecimiento, ofreciendo una diversidad de perspectivas de los empleados, responsabilidades, necesidades, experiencias personales, e identificando distintas oportunidades, entre otros.

El análisis FODA brinda un diagnóstico claro y conciso de una organización, examinando sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Este método estratégico no solo subraya las ventajas competitivas y los puntos críticos para mejorar, sino que también guía hacia acciones correctivas para elevar el rendimiento. Por este motivo, se inició con una entrevista centrada en el FODA, ofreciendo la visión sobre situación empresarial y enfatizando las áreas prioritarias para el aprovechamiento de oportunidades y la reducción de riesgos. El FODA realizado en base a la entrevista se puede visualizar en la Figura 15.



Figura 15. Resultado del análisis FODA. Elaboración propia.

En resumen, la ventaja competitiva distintiva de la empresa radica en su compromiso con el servicio localizado y la plena satisfacción del cliente. No obstante, se encuentra ante el desafío de precios más atractivos o productos que prescindan del soporte postventa de la competencia. Esta situación representa una vulnerabilidad potencial en su posicionamiento en el mercado.

Considerando la producción y las ventas, es relevante destacar que la empresa trabaja bajo un modelo de venta directa, manteniendo una amplia diversificación en su cartera de clientes. Las tácticas de marketing empleadas y la gestión eficaz de las relaciones con los clientes reflejan una estrategia enfocada en la satisfacción del consumidor y en la adaptación del mercado.

La empresa está impulsando iniciativas para mejorar la eficiencia y aumentar las ventas, lo cual incluye la expansión de su personal de ventas y la realización de capacitaciones continuas. Además, el enfoque tiene como objetivo desarrollar un equipo de ventas más competente y efectivo, complementado con inversiones significativas en marketing y una sólida presencia en exposiciones locales. La retroalimentación de los clientes se obtiene a través de comunicación directa o telefónica. En este marco, la adopción de encuestas de satisfacción del cliente surge como una oportunidad valiosa para adquirir retroalimentación directa sobre los servicios y productos ofrecidos.

Además, la empresa ya cuenta con la certificación ISO 9001:2015, lo que destaca su compromiso con la calidad y la eficiencia. Este logro subraya la importancia de la mejora continua y la participación en la identificación de acciones correctivas, reflejando un compromiso con el mantenimiento de altos estándares de calidad y la búsqueda de oportunidades de mejora.

En cambio, en el departamento de recursos humanos, se ha visualizado mayor área para trabajar en la mejora, se están implementando mejoras tanto a corto como a largo plazo. Estas incluyen capacitaciones diseñadas según las necesidades específicas y fomentan un entorno de mejora continua.

Sin embargo, se identifica la oportunidad de adoptar un método más estructurado para el seguimiento y evaluación de la efectividad de estas capacitaciones. Por ejemplo, se recomienda el desarrollo de Indicadores Clave de Desempeño (KPIs-por sus siglas en inglés: Key Performance Indicator) para cuantificar el impacto de la capacitación en el rendimiento y la eficiencia de los empleados. Además, se sugiere recolectar opiniones de los empleados que han participado en los programas de capacitación, con el fin de evaluar su satisfacción con respecto al contenido y formato de los cursos.

Finalmente, es importante monitorear el desempeño de los empleados tras la capacitación para verificar si se han registrado mejoras significativas.

La empresa demuestra un compromiso con objetivos a largo plazo y está en búsqueda de estrategias más efectivas de distintas áreas, sin embargo, se observa la ausencia de un plan concreto para la implementación de proyectos tecnológicos en el corto plazo, lo que representó una oportunidad significativa para nuestro proyecto. Se tiene previsto organizar sesiones de retroalimentación con el equipo de gerencia para discutir sobre el progreso y las áreas de mejora dentro de la organización, se incluye la finalización de la interpretación de resultados, los cuales son fundamentales para identificar oportunidades en áreas aún no exploradas. La empresa actualmente se concentra en la estandarización de sus procesos, con especial atención en la digitalización de las órdenes de servicio. Esta es un área de interés clave para la empresa y representa un campo propicio para la aplicación de tecnologías avanzadas de manufactura.

Desde la perspectiva del análisis estratégico, la visión de la empresa se dirige hacia el crecimiento a través de la expansión de su base instalada. Su misión se centra en la calidad y en garantizar la satisfacción del cliente, mientras que existe un fuerte compromiso por comunicar estos principios eficazmente a lo largo de toda la organización. Estos factores subrayan una estrategia enfocada en el crecimiento sostenible y la excelencia operativa.

4.4. Etapa 4. Propuesta

Mediante la aplicación de la metodología propuesta se realizó un análisis derivado de las entrevistas, donde se detectaron diferentes oportunidades para la aplicación de la MA.

En el camino hacia la transformación digital, se estableció que el mapeo detallado de los procesos existentes es un paso crítico e indispensable. En este apartado, se realizó el desarrollo de un mapeo exhaustivo del servicio de mantenimiento, identificando las

operaciones clave, los flujos de trabajo y los puntos de interacción esenciales para una digitalización efectiva, ver Figura 16.

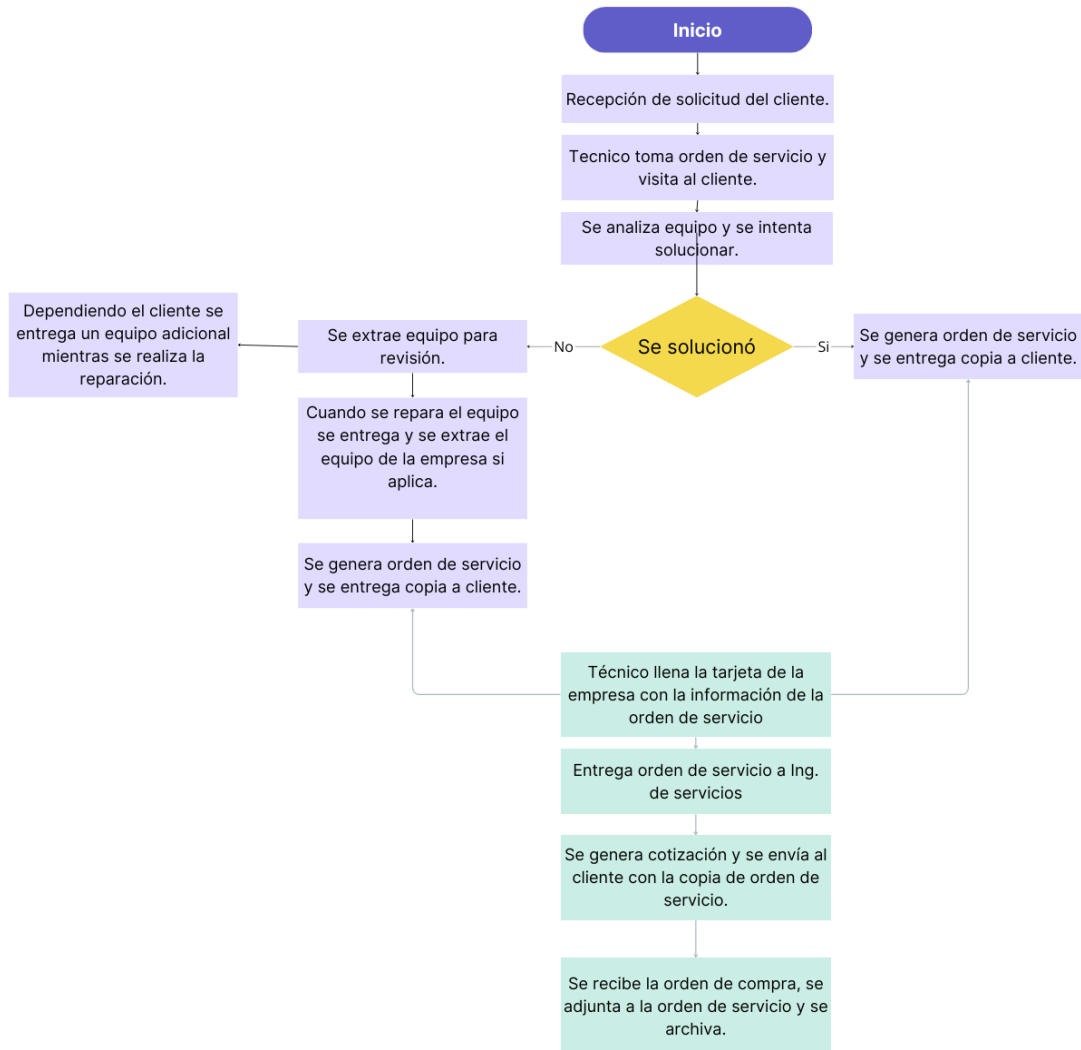


Figura 16. Mapeo del proceso de servicio

Se encontró que las órdenes de servicios son realizadas mediante la llamada telefónica por parte de los clientes y no existe un registro digital de dicho caso. La comunicación interna para el seguimiento de la solicitud, cotización, ejecución y cobro del servicio, se realiza por diversos medios, tales como, correos, aplicaciones de mensajería instantánea y un sistema contable para la facturación. Al momento no

cuentan con un sistema centralizado que lleve el rastreo de las órdenes de servicio en tiempo real.

La propuesta para la empresa está enfocada en la implementación de un sistema integral para la administración de las órdenes de servicio mediante la incorporación del uso de la nube para acceso remoto, del análisis de grandes datos en tiempo real y con herramientas de ciberseguridad que le permita no solo optimizar las operaciones de mantenimiento, sino también mejorar la satisfacción del cliente, fortalecer la posición competitiva de la empresa en el mercado, incluyendo un beneficio para los empleados. Sin embargo, el proceso puede implicar interactuar con equipos físicos, lo cual requeriría agregar IoT para el monitoreo real, para una mayor flexibilidad, seguridad y eficiencia, con la ventaja que pudiera adaptarse a las actuales y futuras necesidades de la empresa.

Se recomienda identificar al personal capacitado dentro de la compañía con un perfil adecuado para poder realizar el proyecto bajo un programa académico de posgrado, que además permita desarrollar a la persona, o bien, contratar una empresa de desarrollo de software a la medida para que ejecute la propuesta, para que se adapte específicamente a las necesidades y protocolos de seguridad exclusivos de la empresa.

4.5. Etapa 5. Plan de acción

La Figura 17, muestra el Diagrama de Gantt propuesto para el desarrollo e implementación del sistema para la digitalización del proceso de servicio. Se consideran tiempos aproximados, ya que, puede variar de proveedor a proveedor de servicio, o bien, a que la empresa designe el proyecto de digitalización a algún colaborador o equipo interno de la compañía.

DIAGRAMA DE GANTT

Fases para el desarrollo e implementación de Software

Fecha de inicio del proyecto:

Fecha de fin del proyecto:

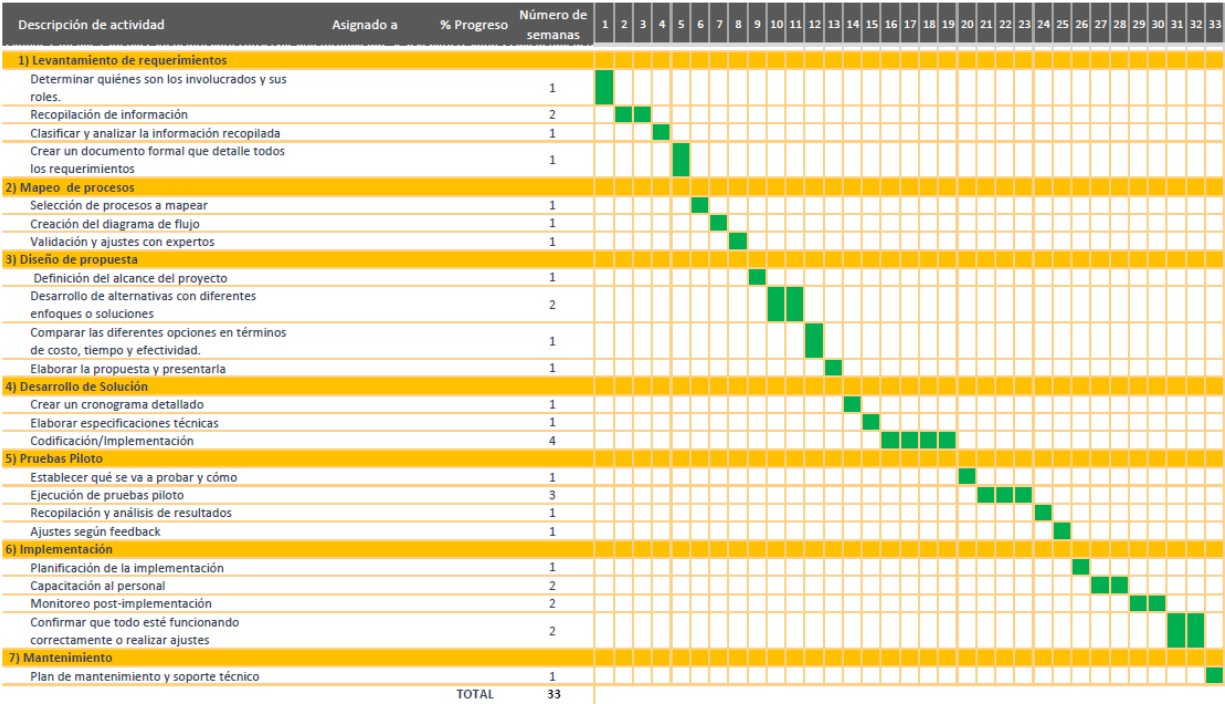


Figura 17. Propuesta de diagrama de Gantt para el desarrollo e implementación de una solución.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La aplicación de la metodología de cinco etapas desarrollada para la implementación de MA en la PyME seleccionada ha demostrado ser efectiva para identificar áreas críticas de mejora dentro de la organización. La metodología permitió un análisis exhaustivo que incluye una evaluación técnica de los procesos y sobre la cultura organizacional y el sentido de pertenencia hacia la empresa, lo que es esencial para una adopción exitosa de la MA.

El enfoque integral de la metodología ayuda a identificar las áreas de oportunidad a mejorar y su prioridad, con el fin de evitar el riesgo de invertir en tecnologías, sin antes realizar un análisis completo de todos los departamentos, lo cual podría haber resultado en un fracaso organizacional.

La PyME analizada visualiza la necesidad de mejorar sus procesos, pero carece de alguna orientación en la cual apearse. La ejecución del mapeo de procesos ayudó a identificar las operaciones, los flujos de trabajo y los puntos de interacción. Aunque no se llegó a la etapa de implementación, la propuesta de la digitalización del proceso de gestión de las órdenes de servicio, proporcionó una base sólida para planificar y preparar adecuadamente el rumbo que la empresa debe seguir.

Al comparar estos resultados con investigaciones previas, se corrobora que las PyMEs enfrentan desafíos similares en la adopción de tecnologías de manufactura avanzada, como la falta de recursos y la resistencia al cambio. Sin embargo, la metodología propuesta en este estudio ofrece un enfoque más adaptado a las necesidades específicas de las PyMEs, al integrar un análisis profundo que abarca tanto la tecnología como el factor humano.

La metodología desarrollada no solo proporciona un camino claro hacia la adopción de MA, sino que también subraya la importancia de la preparación del personal y de la alineación de todos los departamentos con los objetivos tecnológicos de la empresa. Este enfoque asegura que las inversiones en tecnología no solo sean técnicamente viables,

sino que también estén respaldadas por un personal capacitado y procesos alineados que reduzcan los riesgos y mejoren la competitividad.

Es importante reconocer que la presente investigación se limitó a la aplicación en una única PyME ubicada en Mexicali, Baja California, lo cual puede restringir la generalización de los resultados a otras empresas o sectores.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Con el presente trabajo de investigación, se logró diseñar una metodología de cinco etapas para la incorporación de Tecnologías de Manufactura Avanzada en PyMEs de forma secuencial y estratégica.

En primera instancia, se analizaron las principales Tecnologías que alberga la Manufactura Avanzada en los procesos productivos y comerciales, así como, las metodologías existentes para su implementación, detectando la falta de instrumentos que le permitan a las pequeñas y medianas empresas contar con un modelo o metodología pensada en sus necesidades.

Enseguida, se propuso una metodología para incorporar Tecnologías de Manufactura Avanzada en PyMEs, estableciendo criterios de organización, gestión y operación de la cadena de valor, que incluyen: 1) conocer la identidad organizacional, 2) realizar un diagnóstico de cada una de las áreas que conforman la empresa, 3) hacer un análisis de los resultados del diagnóstico realizado, 4) diseñar una propuesta acorde a las áreas de mejora identificadas y 5) diseñar un plan de acción para llevar a cabo la incorporación de la propuesta.

Por último, se implementó y validó cada una de las etapas de la metodología propuesta en una PyME de la ciudad de Mexicali, B.C., México, dedicada a la venta, instalación, servicio y capacitación de equipos industriales de marcado para la trazabilidad de diversos productos.

Es importante destacar que se aplicaron diversos instrumentos cualitativos de tipo entrevista semiestructurada con preguntas abiertas relacionadas a las actividades propias de cada área o departamento. Además, se aplicó un instrumento cuantitativo de tipo encuesta para conocer la cultura organizacional de la empresa, incluyendo preguntas cerradas de escala numérica y dicotómicas. Gracias a los instrumentos mencionados, se realizó el análisis FODA, logrando identificar las fortalezas y debilidades, las cuales fueron consideradas al formular la propuesta.

En la propuesta se recomienda realizar la digitalización del proceso de órdenes de servicio, lo cual requiere de un sistema integral que lleve la trazabilidad desde que se coloca la orden de compra hasta que se factura el servicio. Para ello se consideran tecnologías como el uso de la nube, la administración de grandes datos en tiempo real y las herramientas de ciberseguridad que le permitan optimizar las operaciones de mantenimiento y mejorar la satisfacción del cliente, fortaleciendo la posición competitiva de la empresa en el mercado.

Un punto clave para mencionar, es que las empresas deben identificar y trabajar en las debilidades internas que puedan afectar la adopción exitosa de la MA. Esto incluye no solo mejorar la comunicación interdepartamental y fortalecer los procesos, sino también garantizar que el personal esté debidamente capacitado con las competencias necesarias para enfrentar los cambios tecnológicos incluyendo su gestión y operación.

La metodología ha demostrado ser una herramienta capaz de guiar a estas empresas en su transición hacia procesos que incluyan tecnologías de MA, evitando el riesgo de invertir sin antes realizar un análisis completo sobre todos los departamentos que conforman la organización.

Por lo tanto, el diseño de una metodología basada en el análisis y diagnóstico inicial de capacidades y necesidades de las PyMEs, facilitó la elaboración de una propuesta de incorporación de Tecnologías de Manufactura Avanzada en una empresa de la localidad.

REFERENCIAS

- [1] G. Cortes y W. Valenzuela, «PyMEs en México: implementación de un modelo competitivo y sustentable,» de *Western Hemispheric Trade Conference*, Laredo, TX, USA, 2016.
- [2] INEGI, «Estudio sobre la Demografía de los Negocios,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.inegi.org.mx/programas/dn/2023/>.
- [3] M. Casalet, «El futuro incierto de la digitalización en México: ¿Podremos despegar?,» *Economía: teoría y práctica*, nº número especial, pp. 45-68, 2020.
- [4] N. Algan, «The importance of SMEs on world economies,» *International Conference on Eurasian Economies, Turkish Republic of Northern Cyprus*, vol. 12, 2019.
- [5] INEGI, «Estudio sobre la Demografía de los Negocios,» INEGI, Mexico, 2023.
- [6] EquityLink, «EquityLink,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.equitylink.com.mx/es/noticias/principales-retos-que-enfrentan-las-pymes-en-mexico-2024/>.
- [7] World Economic Forum, «Digital transformation can unlock SME potential,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.weforum.org/agenda/2023/03/digital-transformation-sme-potential/>.
- [8] World Economic Forum, «¿Qué es la "Industria 4.0" y qué significará para los países en desarrollo?,» 03 05 2022. [En línea]. Available: <https://es.weforum.org/agenda/2022/05/que-es-la-industria-4-0-y-que-significara-para-los-paises-en-desarrollo/>.
- [9] K. Schwab, «La Cuarta Revolución Industrial,» *FUTURO HOY*, 2020.
- [10] K. Schwab, *La cuarta revolución industrial*, DEBATE, 2016.
- [11] Iberdrola, «Industria 4.0: ¿qué tecnologías marcarán la Cuarta Revolución Industrial?,» [En línea]. Available: <https://www.iberdrola.com/innovacion/cuarta-revolucion-industrial>.
- [12] I. Sánchez, «La Cuarta Revolución Industrial en México,» *Observatorio Del Desarrollo. Investigación, Reflexión Y Análisis.*, vol. 8, nº 24, p. 58–64, 2019.
- [13] M. Muro, J. Rothwell, S. Andes, K. Fikri y S. Kulkarni, «The Brookings Institution,» 3 Febrero 2015. [En línea]. Available: <https://www.brookings.edu/articles/americas->

advanced-industries-what-they-are-where-they-are-and-why-they-matter/. [Último acceso: 12 enero 2023].

- [14] Consortium, Industrial Internet, « The Industrial Internet of Things,» *Business Strategy and Innovation Framework*, vol. B01, Industrial Internet Consortium (2016), The Industrial Internet of Things, Volume B01: Business Strategy and diciembre 2016.
- [15] K. D. Gunawardana, «Introduction of Advanced Manufacturing Technology: a literature review,» *Sabaragamuwa University Journal*, vol. 6, nº 1, pp. 116-134, 2006.
- [16] S. R. M. Jassem, *Industry 4.0: The Future of Manufacturing—Foundational Technologies, Adoption Challenges, and Future Research Directions.*, Springer Link, 2021.
- [17] C. Zhang, Y. Chen, H. Chen y D. Chong, «Industry 4.0 and its Implementation: a Review.,» *Information Systems Frontiers.*, vol. 26, nº <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10153-5>, pp. 1773-1783, 2021.
- [18] World Economic Forum in collaboration with McKinsey, «The Global Lighthouse Network Playbook for Responsible Industry Transformation,» Global Lighthouse Network, 2022.
- [19] Tecnologías-información, « Tecnologías información,» *Sistemas Avanzados de Manufactura*, 2018. [En línea]. Available: <https://www.tecnologias-informacion.com/sistema-manufactura.html>.
- [20] B. B. Claudia y M. Ramírez Ramírez, «Análisis del sector manufactura en México,» *Criterio Libre*, vol. 17, nº 31, pp. 165-182, 2019.
- [21] WEF, «World Economic Forum,» 20 01 2019. [En línea]. Available: <https://es.weforum.org/agenda/2019/01/cadenas-de-suministro-4-0-el-desafio-y-la-oportunidad-para-america-latina-y-el-caribe/>. [Último acceso: 20 02 2023].
- [22] UCSP, «Posgrado UCSP,» [En línea]. Available: <https://postgrado.ucsp.edu.pe/articulos/que-es-manufactura-avanzada/#:~:text=Las%20tecnolog%C3%ADas%20implicadas%20en%20la,producci%C3%B3n%20inteligente%20y%20organizaci%C3%B3n%20eficaz..> [Último acceso: 22 02 2023].
- [23] M. Casalet, «Nueva institucionalidad para la innovación en América Latina: Efectos de la manufactura avanzada.,» 2013. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/303518695_Nueva_institucionalidad_para_la_innovacion_en_America_Latina_Efectos_de_la_manufactura_avanzada#fullTextFileContent. [Último acceso: 25 02 2023].

- [24] X. Li, H. Liu, Y. Zheng, H. Lv y Z. Lyu, «Big data analysis of the Internet of Things in the digital twins of smart city based on deep learning,» *Future Generation Computer Systems*, vol. 128, pp. 167-177, 2021.
- [25] V. Porras, S. Arreaga y L. Castillo, «Análisis, impacto y aceptación de impresoras 3D como tecnología actual en el mercado internacional,» *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, n° https://www.eumed.net/rev/oel/2018/08/impresoras3d-mercado-internacional.html#google_vignette, 08 2018.
- [26] A. Ruiz, «TicNegocios,» 8 julio 2020. [En línea]. Available: <https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/oportunidades-negocio-pymes-la-impresion-3d/>.
- [27] U. Europea, «Acelera pyme,» Usos y ventajas de la impresión 3D, 17 10 2022. [En línea]. Available: <https://www.acelerapyme.gob.es/gl/novidades/pilula/usos-y-ventajas-de-la-impresion-3d>. [Último acceso: 28 02 2023].
- [28] G. Barbosa, P. T. Endo, A. M. Ribeiro , G. Barbosa y P. Rosati, «The Internet of Things: Definitions, Key Concepts, and Reference Architectures,» de *The Cloud-to-Thing Continuum*, Springer, 2020, pp. 1-22.
- [29] A. Bourechak, O. Zedadra , M. N. Kouahla, A. Guerrieri, H. Seridi y G. Fortino, «At the Confluence of Artificial Intelligence and Edge Computing in IoT-Based Applications: A Review and New Perspectives,» *Sensors*, vol. 23, n° 3, p. 1639, 2023.
- [30] J. R. Reagan, «Exploring the Future of Technology Integration: Blockchain, 5G, and IoT Innovations for 2023,» 27 04 2023. [En línea]. Available: <https://www.eccouncil.org/cybersecurity-exchange/whitepaper/future-technology-integration-blockchain-5g-iot/>. [Último acceso: 20 05 2023].
- [31] T. Guo, K. Yu, M. Aloqaily y S. Wan, «Constructing a prior-dependent graph for data clustering and dimension reduction in the edge of AloT,» *Future Generation Computer Systems*, vol. 128, pp. 381-394, 2022.
- [32] . A. A. León Rugel, *Propuesta de aplicación de blockchain en procesos informaticos seguros, orientado a las PYMES*, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2023.
- [33] M. A. Acosta Mendizaba, I. Azamar Palma y E. Ramírez de La Rosa, «Implementación de inteligencia artificial y tecnología blockchain que permite optimizando los sistemas productivos de I,» *Academia Journals*, vol. 13, n° 4, 2021.
- [34] Y. Liu, J. Yu, M. Yang, W. Hou y H. Wang, «Towards fully verifiable forward secure privacy preserving keyword search for IoT outsourced data,» *ELSERVIER*, pp. 178-191, 2022.

- [35] F. Tang, H. Zhang, L. Fu y X. Li, «Distributed Stable Routing with Adaptive Power Control for Multi-Flow and Multi-Hop Mobile Cognitive Networks,» *IEEE Transactions on Mobile Computing*, pp. 2829-2841, 2018.
- [36] G. Bak y R. Reicher, «Challenges of the SMEs in the 21st century,» *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, nº 166, pp. 31-47, 2023.
- [37] J. M. Romani, *Nuevas tecnologías de fabricación en el packaging*, Sevilla: Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación Escuela Técnica superior de la ingeniería, 2021.
- [38] Cade Cobots, «¿QUÉ ES UN COBOT Y CUÁLES SON SUS VENTAJAS?,» 2023. [En línea]. Available: <https://cadecobots.com/que-es-un-cobot/>.
- [39] V. Pavón, «Robótica Colaborativa en ciencia e investigación,» 18 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://www.universal-robots.com/es/blog/aplicaciones-de-la-robotica-en-la-investigacion-cientifica/>.
- [40] M. G. I. S. Orozco, «Beneficios de la Implementación de Tecnología de Manufactura Avanzada: Factores Clave del Éxito,» de *Congreso Internacional de Investigación*, Cd. Juarez, 2012.
- [41] N. Mina, U. Juhani, S. Minna, R. Tero y R. Hannu, «Digital-related capabilities and financial performance: the mediating effect of performance measurement systems,» de *Technology Analysis & Strategic Management*, 2020, pp. 1393-1406.
- [42] W. D. Montoya, M. Angel y Y. Serna, «El manejo adecuado del flujo de caja como herramienta de crecimiento financiero en las Pymes de Medellín,» 30 07 2020. [En línea]. Available: <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/680?locale-attribute=es>.
- [43] K. K. Boyer, G. K. Leong, P. T. Ward y L. J. Krajewski, «Unlocking the potential of advanced manufacturing technologies,» *Journal of Operations Management*, vol. 15, nº 4, pp. 331-347, 1997.
- [44] A. D. J. T. Daniel Boothby, «Technology adoption, training and productivity performance,» *ELSEVIER*, p. 1, 2010.
- [45] J. P. Gander, «Adopción de tecnología y capacitación laboral bajo incertidumbre,» de *Economics of Education Review*, 2003, pp. 285-289.
- [46] A. C. M. Dueñas y J. C. P. Campos, «Proceso de Implementación de un Manual de Aplicación de un Modelo de Intervención para Fortalecer la Competitividad de las PYMES: Caso de Estudio Industria Aeronáutica en Aguascalientes,» *Academia Journals*, p. 5, 2022.

- [47] M. Castillo, El estado de la manufactura avanzada, 2017.
- [48] J. R. Mkrkdth, «Justification techniques for advanced manufacturing,» *International Journal of Production Research*, 2007.
- [49] A. Maldonado, J. Sánchez, S. Noriega, J. J. Díaz, J. L. García y L. Vidal, «A Hierarchical Fuzzy Axiomatic Design Survey for Ergonomic Compatibility Evaluation of Advanced Manufacturing Technology,» de *Proceedings of the XXIst Annual International Occupational Ergonomics and Safety Conference* , Dallas, 2009.
- [50] C. B. Barona, «El Diseño y Desarrollo en los procesos de Manufactura Avanzada desde una perspectiva de la Innovación Organizacional,» de *Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Spain, 2020.
- [51] K. D. Gunawardana, «Introduction of Advanced Manufacturing Technology: a literature review,» *Sabaragamuwa University Journal*, pp. 116-134, 2006.
- [52] J. Rakowski, «Liberar y orar: Las mayores barreras para la transformación digital,» 18 October 2018. [En línea]. Available: <https://www.verdict.co.uk/barriers-digital-transformation/>.
- [53] A. J. Thomas, R. Barton y E. G. John, «Advanced manufacturing technology implementation A review of benefits and a model for change,» *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 57, nº 2, pp. 156-176, 2007.
- [54] d. B. Enno, F. Yorgos, G. Yves, L. David, M. Yogesh, M. Nick, S. Rahul y W. James, «Transforming advanced manufacturing through Industry 4.0,» McKinsey & Company, 2022.
- [55] N. Leiva, Apuntando a incrementar las capacidades de la industria manufacturera nacional, INNOVACIÓN EN MANUFACTURA AVANZADA (IMA+):, 2021.
- [56] G. Dutrénit, «Innovación, recursos naturales y manufactura avanzada nuevos dilemas de la industrialización en América Latina,» *Ekonomiaz: Revista Vasca de Economía*, nº 89, pp. 56-85, 2016.
- [57] M. Casalet, «Digital and sustaintable Transformation in a post-COVID World,» de *Challenges and Opportunities of Digitalization in Mexico.*, 2023, pp. 451-474.
- [58] Organización Internacional del Trabajo, «International Labour Organisation,» Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ilo.org/infostories/es-ES/Stories/Employment/SMEs#intro>.

- [59] A. G. Bautista, «Modelo de KPI's como herramienta de monitoreo de las actividades de producción en las PyMEs manufactureras de la ciudad de Puebla "caso Engra Marketing México" .,» *BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA*, 2023.
- [60] OECD, « OECD Financing SMEs and Entrepreneurs Scoreboard: 2023 Highlights,» 2023. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1787/a8d13e55-en>.
- [61] McKinsey & Company, «Unlocking growth in small and medium-size enterprises,» https://www.mckinsey.com/~/_/media/McKinsey/Industries/Public%20and%20Social%20Sector/Our%20Insights/Unlocking%20growth-in-small-and-medium-size-enterprises/Unlocking-growth-in-small-and-medium-size-enterprises.pdf, 2020.
- [62] M. Eton, F. Mwosi, C. Okello-Obura, A. Turyehebwa y G. Uwonda, «Financial inclusion and the growth of small medium enterprises in Uganda: empirical evidence from selected districts in Lango sub-region,» *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, vol. 10, pp. 1-23, 09 June 2021.
- [63] L. V. Jiménez-Martínez, Y. Y. Cerón-González, J. J. Zavala-Arce y Z. L. González-Gómez, «Restricciones del entorno a la competitividad de PyMEs industriales en México,» *InvESTigium*, vol. 6, nº 11, pp. 33-41, 2020.
- [64] X. I. Peraza Domínguez, J. L. Dzib Vargas, G. I. Mexicano Mora, L. F. Méndez Correa y G. I. Delgado Cih, «Análisis de la evolución de las PYMES en México,» de *V Congreso Virtual Internacional Desarrollo Económico, Social y Empresarial en Iberoamérica.*, Servicios Académicos Intercontinentales S.L., 2020, pp. 559-578.
- [65] WEF, «Future Readiness of SMEs and Mid-Sized Companies: A Year On,» World Economic Forum, 2022.
- [66] CEPAL, «Mipymes en America Latina : un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento. Mejores políticas para las micro,» 2018.
- [67] M. L. Saavedra, S. Milla y B. Tapia, «Determinación de La Competitividad de La PYME En El Nivel Micro: El Caso de Del Distrito Federal, México,» *FAEDPYME International Review*, vol. 2, nº 4, pp. 38-52, 2013.
- [68] CEPAL, «Mipymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento,» CEPAL Naciones Unidas, Santiago, 2020.
- [69] Secretaría de Economía, «PROGRAMA SECTORIAL DERIVADO DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024,» PROGRAMA Sectorial de Economía 2020-2024., Mexico, 2020.
- [70] NAFIN, «MiPyemes un ecosistema fundamental para los diferentes sectores de la,» 2021.

- [71] M. A. I. Cisneros, L. A. G. Torresa y M. d. R. D. Flores, «Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California,» *Scielo*, 2017.
- [72] A. Cortés, «El control interno como proceso administrativo para las PYMES,» *Revista Faeco Sapiens*, vol. 2, nº 2, pp. 13-26, 2019.
- [73] M. A. Cardenas, «Desafíos y Oportunidades: Cómo las Pequeñas y Medianas Empresas Pueden Superar los Obstáculos,» 21 agosto 2023. [En línea]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/desaf%C3%ADos-y-oportunidades-c%C3%B3mo-las-peque%C3%B1as-medianas-alvarez-cardenas>.
- [74] OECD, «OECD SME and Entrepreneurship Outlook 2023,» 27 June 2023. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.1787/342b8564-en..>
- [75] I. Farida y D. Setiawan, «Business strategies and competitive advantage: The role of performance and innovation.,» *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, nº 163, pp. 1-16, 2022.
- [76] W. E. Forum, «Smaller and mid-sized businesses are fighting for survival. This is how they could prosper,» 14 Jul 2023. [En línea]. Available: <https://www.weforum.org/agenda/2023/07/digital-transformation-potential-smes/>.
- [77] I. F. Corporation, «Banking on SMEs: Driving Growth, Creating Jobs,» 26 September 2022. [En línea]. Available: Banking on SMEs: Driving Growth, Creating Jobs.
- [78] L. Espina-Romero, D. Ríos , J. G. Noroño-Sánchez, G. Rojas-Cangahuala, L. E. Cervera y P. A. Velásquez-Tapullima, «Navigating Digital Transformation: Current Trends in Digital Competencies for Open Innovation in Organizations,» 4 March 2024. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.3390/su16052119>.
- [79] ISO, «Quality management principles,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/publication/PUB100080.htm>.
- [80] I. GLOBAL, «ISO Certification for the engineering industry.,» 28 junio 2022. [En línea]. Available: <https://isoglobal.com.au/iso-by-industry/iso-certification-engineering-industry/>.
- [81] G. d. B. California., «Gobierno de Baja California.,» [En línea]. Available: <https://www.bajacalifornia.gob.mx/Prensa/Noticia/11432#:~:text=El%20apoyo%20va%20dirigido%20a,6%20meses%20de%20la%20acreditaci%C3%B3n..>
- [82] A. Gómez, «ITAINNOVA,» 11 02 2021. [En línea].

- [83] J. Ubillús y C. Tamayo, «El control interno como herramienta eficiente en las Pymes de la ciudad de Portoviejo,» *Revista ECA Sinergia*, vol. 7, nº 2, pp. 6-15, 2016.
- [84] Á. B. Burbano, «Importancia de la dirección estratégica para el desarrollo empresarial,» *Dominio de las ciencias*, vol. 3, nº 3, pp. 19-28, 2017.
- [85] J. Camacho y M. Alvarado, *Control Interno: su importancia en el logro de objetivos empresariales*, Perú: Universidad Peruana Unión, 2020.
- [86] Í. Pizzolante, *El Poder de la Comunicación Estratégica*, Caracas: Editorial CEC, 2004.
- [87] H. Doering, J. Downe, H. Elraz y S. Martin, «Organizational identity threats and aspirations in reputation management,» *Public Management Review*, vol. 23, nº (3), pp. 376-396, 2021.
- [88] M. G. Pratt y P. O. Foreman, «Classifying Managerial Responses to Multiple Organizational Identities,» *The Academy of Management Review*, pp. 18-42 , 01 enero 2000.
- [89] S. Ochoa y C. Jacobo, «Estrategia, desempeño e identidad organizacional de las pymesIA, DESEMPEÑO E IDENTIDADES,» *Revista internacional administracion & finanzas*, 2014.
- [90] H. Ñaupas, M. Valdivia, J. Palacios y H. Romero, *Metodología de la investigación. Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de Tesis*, Bogotá: Ediciones de la U, 2013.
- [91] G. Velazquez, «¿Las pequeñas y medianas empresas mexicanas requieren aplicar diagnósticos organizacionales?,» *Siglo XXI*, 2008.
- [92] L. Á. Guerras, J. E. Navas y E. Rimbau, *Dirección estratégica*, Barcelona: Univertat Oberta de Catalunya, 2009.
- [93] J. Taipe y J. Pazmiño, «Consideración de los factores o fuerzas externas e internas a tomar en cuenta para el análisis situacional de una empresa,» *Revista Publicando*, vol. 2, nº 3, pp. 163-186, 2015.
- [94] W. Heinz y O. Harold, *ADMINISTRACION*, México D.F: Mc Graw Hill, 1986.
- [95] A. Oña y R. Vega, «IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS FODA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTRATEGIAS EN ORGANIZACIONES AMERICANAS, UNA REVISIÓN DE LA ÚLTIMA DÉCADA,» *Revista Digital Tambara. Ciencias Administrativas y Empresariales*, nº 3, pp. 435-447, 2018.

[96] M. Espíndola y J. Hernández, «Revisión de la literatura sobre la estandarización de procesos productivos a nivel científico,» de *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals*, Villahermosa, 2020.

[97] H. Garza, «Impacto de la capacitación en una empresa del ramo eléctrico,» *International Journal of Good Conscience*, 2009.

ANEXOS

INSTRUMENTO 1. ANÁLISIS ESTRATÉGICO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA (MYDCI)

Instrumento Académico

Proyecto de Investigación: Metodología para la incorporación de Tecnologías de Manufactura Avanzada en Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)

Análisis estratégicos: Realizar un análisis estratégico en una PYME donde se implique evaluar diversos aspectos relacionados con la visión, misión, objetivos y posición competitiva de la empresa.

Datos Generales:

Tiempo estimado: 45 – 60 min.

Nombre del responsable de departamento:

Nombre del entrevistado:

Puesto actual:

Antigüedad en la empresa:

Grado de estudios:

Visión y Misión:

1. ¿Cuál es la visión de la empresa a largo plazo? ¿Cuáles son los objetivos a largo plazo?
2. ¿Cuál es la misión de la empresa y cómo se refleja en sus actividades diarias?
3. ¿La visión y la misión están claramente comunicadas y comprendidas por todo el personal?

Análisis del Entorno:

1. ¿Cómo describirías el entorno competitivo en el que opera la empresa?
2. ¿Cuáles son las tendencias de la industria que podrían impactar en la empresa?
3. ¿Existen factores económicos, políticos o sociales que podrían influir en el negocio?

Análisis de Competidores:

1. ¿Quiénes son los principales competidores de la empresa y cuál es su posición en el mercado?
2. ¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de la empresa en comparación con sus competidores?
3. ¿Cómo se diferencian los productos, servicios o propuestas de valor de la empresa de los de la competencia?

Segmentación y Clientes:

1. ¿Cómo se segmenta el mercado y quiénes son los principales grupos de clientes?
2. ¿Cuáles son las necesidades y deseos específicos de cada segmento de clientes?
3. ¿Cómo se busca y se mantiene a los clientes y qué estrategias se emplean para retenerlos?

Propuesta de Valor:

1. ¿Cuál es la propuesta de valor única de la empresa para sus clientes?
2. ¿Cómo se comunica la propuesta de valor y qué beneficios aporta a los clientes?

Estrategia de Crecimiento:

1. ¿Cuál es la estrategia de crecimiento de la empresa? (expansión, diversificación, penetración de mercado, etc.)
2. ¿Existen planes para ingresar a nuevos mercados o introducir nuevos productos/servicios? ¿Cuáles son?

Alianzas y Socios Estratégicos:

1. ¿La empresa tiene alianzas o socios estratégicos que contribuyan a su crecimiento?

2. ¿Cómo se seleccionan y gestionan estos socios estratégicos?

Capacidades Internas:

1. ¿Cuáles son las fortalezas clave de la empresa en términos de recursos, habilidades y capacidades?
2. ¿Cómo se utilizan estas capacidades para obtener ventaja competitiva?

Tecnología e Innovación:

1. ¿Cómo utiliza la empresa la tecnología para mejorar sus operaciones y ofrecer valor a los clientes?
2. ¿Se fomenta la innovación interna y cómo se incorporan nuevas ideas al negocio?

Riesgos y Mitigación:

1. ¿Cuáles son los riesgos principales que enfrenta la empresa y cómo se manejan?
2. ¿Existen planes de contingencia para enfrentar escenarios adversos?

Medición y Seguimiento:

1. ¿Cómo se miden los resultados y el progreso hacia los objetivos estratégicos?
2. ¿Se realiza un seguimiento regular de los indicadores clave de rendimiento (KPIs)?
¿Cuáles? ¿Cómo?

INSTRUMENTO 2. ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA (MYDCI)

Instrumento académico

Proyecto de Investigación

Metodología para la incorporación de Tecnologías de Manufactura Avanzada en Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs).

Análisis económico: Nos ayuda a conocer y evaluar diversos aspectos financieros y económicos de la empresa permitiendo identificar áreas de fortaleza, oportunidades y desafíos, y tomar decisiones.

Datos Generales:

Tiempo estimado: 45 – 60 min.

Nombre del responsable de departamento:

Nombre del entrevistado:

Puesto actual:

Antigüedad en la empresa:

Grado de estudios:

Situación Financiera Actual:

1. ¿Cuál es la situación financiera actual de la empresa?

2. ¿Cómo se han comportado los ingresos y gastos en los últimos años?
3. ¿Cuál es la estructura de costos de la empresa? ¿Cuáles son los costos fijos y variables más significativos?

Ingresos y Ventas:

1. ¿Cómo se generan los ingresos en la empresa?
2. ¿Cuál es la distribución de ventas por productos o servicios?
3. ¿Cuáles son las tendencias de ventas a lo largo del tiempo?

Costos y Gastos:

1. ¿Cuáles son los costos de producción o adquisición de los productos/servicios?
2. ¿Cuáles son los gastos operativos, como salarios, alquiler, suministros y marketing?
3. ¿Se han identificado áreas donde los costos se puedan reducir o controlar?

Rentabilidad:

1. ¿Cuál es el margen de beneficio bruto y neto de la empresa?
2. ¿Cómo se compara la rentabilidad actual con años anteriores y con el promedio de la industria?

Flujo de Efectivo:

1. ¿Cómo es el flujo de efectivo de la empresa? ¿Existen desafíos de liquidez?
2. ¿Cómo se manejan las cuentas por cobrar y las cuentas por pagar?

Inversiones y Activos:

1. ¿La empresa tiene inversiones en activos fijos, como maquinaria, equipo o propiedad?
2. ¿Cómo se gestionan estos activos y cómo contribuyen a la rentabilidad?

Deuda y Financiamiento:

1. ¿La empresa tiene deudas o préstamos pendientes?
2. ¿Cómo se manejan los pagos de deudas y cuál es la relación entre la deuda y el patrimonio neto?

Crecimiento y Proyecciones:

1. ¿Cuál ha sido el crecimiento histórico de la empresa en términos de ingresos y beneficios?
2. ¿Existen proyecciones de crecimiento para los próximos años?

Análisis de Puntos de Equilibrio:

1. ¿Se ha calculado el punto de equilibrio, es decir, el nivel de ventas necesario para cubrir los costos totales?
2. ¿Cómo se maneja la variabilidad de los puntos de equilibrio en función de diferentes escenarios?

Estrategias Financieras:

1. ¿Cuáles son las estrategias financieras utilizadas para manejar los riesgos y las fluctuaciones económicas?
2. ¿Se considera la posibilidad de expansión, adquisiciones o diversificación en el futuro?

Ventas:

1. ¿Cuáles son los canales de ventas utilizados por la empresa (venta directa, distribuidores, comercio electrónico, etc.)?
2. ¿Cómo se establecen los precios de los productos y servicios?
3. ¿Cuál es el perfil de los clientes más comunes? ¿Se han segmentado los diferentes tipos de clientes?
4. ¿Cómo se gestionan las relaciones con los clientes y qué medidas se toman para mantener la satisfacción del cliente?
5. ¿Qué estrategias de marketing y promoción se emplean para impulsar las ventas?
6. ¿Cómo se realizan las proyecciones de ventas y cómo se comparan con los resultados reales?
7. ¿Existen tendencias en la demanda de los productos o servicios de la empresa?

Relación entre producción y ventas:

1. ¿Cómo se coordina la producción en función de la demanda de los clientes?

2. ¿Cuál es el proceso para comunicar las necesidades de producción a los equipos respectivos?
3. ¿Cómo se manejan los cambios en los pedidos de ventas y cómo afectan la planificación de producción?
4. ¿La empresa ha enfrentado desafíos de disponibilidad de productos debido a la demanda o la producción?

INSTRUMENTO 3. ANÁLISIS DE RECURSOS HUMANOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA INSTITUTO DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA (MYDCI)

Instrumento académico

Proyecto de Investigación

Metodología para la incorporación de Tecnologías de Manufactura Avanzada en Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs).

Análisis Recursos Humanos

El objetivo de este análisis es comprender la situación de los empleados en una empresa, su rendimiento, satisfacción y necesidades permitiendo identificar áreas de fortaleza y oportunidad, así como desafíos y posibles mejoras.

Datos Generales:

Tiempo estimado: 45 – 60 min.

Nombre del responsable de departamento:

Nombre del entrevistado:

Puesto actual:

Antigüedad en la empresa:

Grado de estudios:

I. Evaluación general:

1. ¿Cuál es la estructura organizacional de la empresa?
2. ¿Cuántos empleados trabajan en la empresa en la actualidad?
3. ¿Cuál es la distribución por género, edad y nivel de experiencia?
4. ¿Cuáles son los roles y responsabilidades clave dentro de la empresa?
5. ¿Cuáles son los departamentos o equipos existentes y sus funciones?

II. Adquisición y reclutamiento:

1. ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de reclutamiento y selección de nuevos empleados?
2. ¿Dónde se anuncian las vacantes y cómo se atraen candidatos potenciales?
3. ¿Qué criterios se utilizan para evaluar a los candidatos y tomar decisiones de contratación?

III. Desarrollo y capacitación:

1. ¿La empresa ofrece programas de capacitación para empleados? Si es así, ¿cuáles son los temas y formatos de capacitación más comunes?
2. ¿Se fomenta el desarrollo profesional y la promoción interna? ¿Cómo se lleva a cabo?
3. ¿Cómo se identifican las necesidades de capacitación individual y de equipo?

IV. Evaluación del desempeño:

1. ¿Cómo se realiza la evaluación del desempeño de los empleados? ¿Con qué frecuencia y por quién?
2. ¿Cuáles son los criterios utilizados para evaluar el rendimiento de los empleados?
3. ¿Se establecen objetivos individuales y colectivos? ¿Cómo se monitorean y ajustan?

V. Retención y satisfacción:

1. ¿Cuáles son las políticas de compensación y beneficios para los empleados?
2. ¿Se realizan encuestas de satisfacción laboral? ¿Qué medidas se toman en función de los resultados?
3. ¿Qué iniciativas se implementan para fomentar un ambiente laboral positivo y una cultura de equipo?

VI. Relaciones laborales:

1. ¿Cómo se gestionan los conflictos y las relaciones laborales dentro de la empresa?
2. ¿Existen canales de comunicación formales para que los empleados expresen inquietudes o sugerencias? ¿Cuáles?
3. ¿Se promueve la participación y el trabajo en equipo entre los empleados? ¿cómo?

VII. Planificación y sucesión:

1. ¿La empresa tiene un plan de sucesión en caso de cambios en la dirección o en puestos clave? ¿cómo funciona?
2. ¿Cómo se identifican y desarrollan a los empleados con potencial de liderazgo?

3. ¿Se realizan análisis de brechas de habilidades para planificar las necesidades futuras de personal? ¿Cuáles?

INSTRUMENTO 4. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN Y VENTAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA (MYDCI)

Instrumento Académico

Proyecto de Investigación: Metodología para la incorporación de Tecnologías de Manufactura Avanzada en Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs).

Análisis de producción y ventas: El realizar un análisis de producción y ventas en una PYME nos ayuda a comprender cómo se gestionan los procesos de fabricación y cómo se están llevando a cabo las ventas permitiendo identificar áreas de mejora y oportunidades para impulsar la eficiencia y el crecimiento.

Datos Generales:

Tiempo estimado: 45 – 60 min.

Nombre del responsable de departamento:

Nombre del entrevistado:

Puesto actual:

Antigüedad en la empresa:

Grado de estudios:

Producción:

1. ¿Cuál es el proceso de producción actual de la empresa? ¿Puedes describirlo brevemente?
2. ¿Cuál es la capacidad de producción de la empresa en términos de unidades o volumen?
3. ¿Cómo se planifican y programan los pedidos de producción?
4. ¿Qué tecnologías, maquinaria y equipos se utilizan en el proceso de producción?
5. ¿Cómo se gestionan los niveles de inventario de los productos terminados y materias primas?
6. ¿Qué medidas se toman para garantizar la calidad y consistencia de los productos fabricados?

7. ¿Se han identificado cuellos de botella o áreas de mejora en el proceso de producción? ¿Cuáles?

Ventas:

1. ¿Cuáles son los canales de ventas utilizados por la empresa (venta directa, distribuidores, comercio electrónico, etc.)?
2. ¿Cómo se establecen los precios de los productos y servicios?
3. ¿Cuál es el perfil de los clientes más comunes? ¿Se han segmentado los diferentes tipos de clientes?
4. ¿Cómo se gestionan las relaciones con los clientes y qué medidas se toman para mantener la satisfacción del cliente?
5. ¿Qué estrategias de marketing y promoción se emplean para impulsar las ventas?
6. ¿Cómo se realizan las proyecciones de ventas y cómo se comparan con los resultados reales?
7. ¿Existen tendencias en la demanda de los productos o servicios de la empresa?

Relación entre producción y ventas:

1. ¿Cómo se coordina la producción en función de la demanda de los clientes?
2. ¿Cuál es el proceso para comunicar las necesidades de producción a los equipos respectivos?
3. ¿Cómo se manejan los cambios en los pedidos de ventas y cómo afectan la planificación de producción?
4. ¿La empresa ha enfrentado desafíos de disponibilidad de productos debido a la demanda o la producción?

Indicadores y seguimiento:

1. ¿Qué métricas se utilizan para medir la eficiencia y la productividad en el proceso de producción?
2. ¿Cuáles son las métricas clave para evaluar el rendimiento de ventas, como las tasas de conversión y las ventas por cliente?
3. ¿Se utilizan sistemas o herramientas para realizar el seguimiento de la producción y las ventas? ¿cuáles?

Mejora continua:

1. ¿Qué iniciativas se han implementado para mejorar la eficiencia en la producción y aumentar las ventas?
2. ¿Cómo se recopila el feedback de los clientes para identificar áreas de mejora en los productos o servicios?

INSTRUMENTO 5. ANÁLISIS COMERCIAL



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA (MYDCI)

Instrumento Académico

Proyecto de Investigación: Metodología para la incorporación de Tecnologías de Manufactura Avanzada en Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs).

Análisis comercial: Su objetivo es comprender la situación actual y las oportunidades en el aspecto comercial de la empresa permitirán identificar áreas de oportunidad y mejoras para impulsar su crecimiento y éxito en el mercado.

Datos Generales:

Tiempo estimado: 45 – 60 min.

Nombre del responsable de departamento:

Nombre del entrevistado:

Puesto actual:

Antigüedad en la empresa:

Grado de estudios:

Análisis del mercado:

1. ¿Cómo describirías el mercado en el que opera la empresa?
2. ¿Quiénes son los principales competidores de la empresa en este mercado?
3. ¿Cómo se ha desarrollado el mercado en los últimos años? ¿Existen tendencias notables?
4. ¿Cuál es el tamaño y la composición del mercado en términos de clientes y segmentos?

Clientes y segmentación:

1. ¿Qué tipos de clientes conforman la base de clientes de la empresa?
2. ¿Cómo identificas y segmentas a tus diferentes tipos de clientes?
3. ¿Qué sabes sobre las necesidades y deseos de tus clientes? ¿Qué factores influyen en su decisión de compra?
4. ¿Qué estrategias utilizas para atraer nuevos clientes y retener a los existentes?

Producto/servicio y diferenciación:

1. ¿Qué productos o servicios ofrece la empresa y cómo los describirías?
2. ¿Qué características únicas o ventajas competitivas tiene tu producto/servicio en comparación con los de la competencia?
3. ¿Cómo obtienes comentarios de los clientes para mejorar y adaptar tus ofertas?

Canales de distribución:

1. ¿Cuáles son los canales de distribución principales que utiliza la empresa para llegar a los clientes?
2. ¿Has explorado nuevas formas de distribución o canales en línea? ¿cuáles?
3. ¿Cómo optimizas la logística y la entrega de productos/servicios a los clientes?

Precios y estrategias de precios:

1. ¿Cómo se establecen los precios de los productos/servicios? ¿Qué factores se consideran?
2. ¿La empresa utiliza estrategias de precios como descuentos, paquetes o promociones especiales? ¿cuáles?
3. ¿Cómo evalúas la percepción de valor de los clientes en relación con los precios?

Marketing y promoción:

1. ¿Qué estrategias de marketing utiliza la empresa para promocionar sus productos/servicios?
2. ¿Cómo manejas la presencia en línea, el marketing en redes sociales y la publicidad digital?
3. ¿Has llevado a cabo campañas de marketing exitosas en el pasado? ¿Qué resultados obtuviste?

Objetivos y métricas comerciales:

1. ¿Cuáles son los principales objetivos comerciales de la empresa a corto y largo plazo?
2. ¿Qué métricas utilizas para medir el rendimiento comercial, como ventas, retorno de inversión publicitaria, tasas de conversión, etc.?
3. ¿Cómo has estado progresando hacia el logro de tus objetivos comerciales?