



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INGENIERÍA INDUSTRIAL

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA LA GESTIÓN Y  
FORTALECIMIENTO DE LAS MIPYMES

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
ARMANDO MOISÉS PÉREZ SILVA

TUTOR PRINCIPAL  
M.I. FRANCISCA IRENE SOLER ANGUIANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, septiembre 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M.I. WELLENS PURNAL ANN GODELIEVE  
Secretario: DRA. FLORES DE LA MOTA IDALIA  
Vocal: M.I. SOLER ANGUIANO FRANCISCA IRENE  
1<sup>er</sup>. Suplente: M.I. RIVERA COLMENERO JOSÉ ANTONIO  
2<sup>d o</sup>. Suplente: DRA. SEGURA PÉREZ ESTHER

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Ciudad de México

**TUTOR DE TESIS:**

M.I. FRANCISCA IRENE SOLER ANGUIANO

-----  
**FIRMA**



## Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>Capítulo 1. Fundamentos metodológicos .....</b>	<b>3</b>
1.1 Justificación .....	3
1.2 Preguntas de investigación .....	3
1.3 Objetivo general .....	4
1.4 Objetivos particulares.....	4
1.5 Alcances y limitaciones.....	4
1.6 Importancia de la investigación .....	4
<b>Capítulo 2. Tecnologías de control automático y de administración de la información.....</b>	<b>6</b>
2.1 Marco teórico.....	6
2.2 Industria 4.0 .....	8
2.3 Big Data .....	11
2.4 Data Warehouse .....	12
2.5 Plataforma de código abierto Internet of Things, NodeMCU.....	12
2.6 <b>Application</b> .....	12
2.7 Plataforma de Google, Firebase.....	12
2.8 Base de datos.....	13
2.9 Pirámide de automatización industrial.....	14
2.10 Manufacturing Execution System, MES .....	15
2.11 Enterprise Resource Planning, ERP .....	17
2.12 Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) .....	18
2.13 Instrumentación Virtual.....	20
2.14 Controlador lógico programable .....	20
2.15 Sensor .....	21
2.16 Actuadores.....	22
2.17 Planeación estratégica.....	22
2.18 Mejora continua.....	24
<b>Capítulo 3. Identificación de áreas de mejora en las MIPYMES .....</b>	<b>26</b>
3.1 Factores relacionados con el mejor desempeño de las MIPYMES .....	26
3.2 Orientación del mercado sobre los resultados de las MIPYMES .....	26
3.3 Diferencias entre MIPYMES tradicionales y modernas .....	27
3.4 Importancia de los servicios de asesoría externa .....	27
3.5 ¿Cuáles son los factores comunes que se han observado en MIPYMES con fuerte crecimiento?.....	28
3.6 ¿Cómo se relaciona una estrategia basada en el liderazgo de costo con el uso de tecnología innovadora?.....	29
3.7 ¿Cómo se relaciona una estrategia competitiva basada en la diferenciación por tecnología innovadora?.....	29
3.8 ¿Qué empresas son las más innovadoras en México?.....	30
3.9 ¿En qué innovan las pequeñas y las grandes empresas en México? .....	30
3.10 Ventajas de las MIPYMES en materia de innovación .....	30

3.11	La relación con el cliente puede detonar la innovación de las MIPYMES.....	31
3.12	Beneficios que propicia la innovación en las MIPYMES.....	31
3.13	¿Cómo pueden las MIPYMES desarrollar tecnología? .....	31
3.14	Factores favorecen o inhiben la innovación en las MIPYMES.....	33
3.15	Factores que ocasionan el fracaso de las MIPYMES.....	34
<b>Capítulo 4. Metodología utilizada .....</b>		<b>38</b>
4.1	Enfoque de la investigación .....	38
4.2	Metodología para el desarrollo del caso de estudio .....	38
<b>Capítulo 5. Caso de estudio: Plásticos Moctezuma .....</b>		<b>45</b>
5.1	Antecedentes .....	45
5.2	Descripción de la técnica de moldeo de plástico .....	46
5.3	Proceso de recolección de información .....	49
5.4	Mapeo de los principales procesos de la empresa.....	53
5.5	Identificación de áreas de oportunidad.....	61
5.6	Búsqueda de causas que originan los problemas .....	65
5.7	Propuesta de mejora.....	74
<b>Capítulo 6. Análisis de resultados de las mejoras propuestas .....</b>		<b>101</b>
6.1	Análisis de los resultados del plan estratégico .....	101
6.2	Análisis de los resultados de la innovación en los procesos de manufactura .....	103
6.3	Análisis de mejora de la innovación en los procesos de gestión y comunicación .....	108
<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>		<b>114</b>
Referencias .....		117

**Nota: Todas las figuras fueron elaboradas por el autor de este trabajo de investigación**

Índice de figuras

2.1. Pirámide de automatización.....	15
2.2. Etapas de la revolución industrial.....	9
4.1. Metodología propuesta para el desarrollo del caso de estudio.....	38
4.2. Metodología propuesta para la recolección de información.....	39
4.3. Metodología representada en diagrama.....	44
5.1. Ubicación de la empresa.....	45
5.2. Organigrama de plásticos Moctezuma.....	46
5.3. Técnica de moldeo de plástico a baja presión (soplado).....	47
5.4. Productos línea verde (productos de material 100% reciclado).....	48
5.5. Productos de polietileno natural 56035.....	47
5.6. Oficina de Plásticos Moctezuma.....	49
5.7. Almacén de Plásticos Moctezuma.....	50
5.8. Área de producción.....	50
5.9. Metodología propuesta de la preparación de la entrevista.....	51
5.10. Atención a pedidos.....	54
5.11. Producción.....	54
5.12. Entregas.....	54
5.13. Cobranzas.....	54
5.14. Compras.....	55
5.15. Relación entre procesos de producción, compras y atención a pedidos.....	55
5.16. Relación entre procesos de entrega y atención a pedidos.....	56
5.17. Relación entre el cliente y proceso de cobranza.....	56
5.18. Mapa de procesos general de la empresa.....	57
5.19. Proceso general de atención de pedidos entrantes.....	58
5.20. Proceso general de adquisición de materia prima.....	59
5.21. Proceso general de producción.....	60
5.22. Factores de fracaso Plásticos Moctezuma.....	61
5.23. Efectos identificados que limitan las operaciones de la empresa.....	66
5.24. Diagrama causa – efecto de mala administración de inventarios.....	67
5.25. Diagrama causa – efecto fallas en la compra de materia prima.....	68
5.26. Diagrama causa – efecto de paros o retrasos en la producción.....	69
5.27. Diagrama causa – efecto de retrasos en la entrega al cliente.....	70
5.28. Diagrama causa – efecto de mala de ingresos insuficientes.....	71
5.29. Diagrama de Pareto de los principales problemas de Plásticos Moctezuma.....	71
5.30. Porcentajes de las causas raíz de los problemas relacionados con los aspectos técnicos.....	72
5.31. Porcentajes de las causas raíz de los problemas relacionados con aspectos administrativos....	72
5.32. Porcentajes de las causas raíz de los problemas relacionados con aspectos de recursos humanos.....	73
5.33. Porcentajes de las causas raíz de los problemas relacionados con aspectos de materia prima	73
5.34. Soluciones propuestas.....	74
5.35. Plan estratégico general de Plásticos Moctezuma.....	76
5.36. Procesos estratégicos, operativos y soporte.....	77
5.37. Proceso de producción.....	77
5.38. Procesos de fabricación.....	78
5.39. Prototipo propuesto.....	80
5.40. Sistema de control de movimientos mecánicos.....	80
5.41. Sistema de control de velocidad.....	81

5.42. Sistema de monitorización de variables .....	81
5.43. Sistema de control de temperatura .....	82
5.44. Prototipo físico.....	82
5.45. Tablero de control de funciones.....	83
5.46. Módulo del sistema SCADA.....	83
5.47. Integración de tecnologías.....	84
5.48. Diagrama de funcionamiento de la aplicación de mantenimiento .....	86
5.49. Logo de la aplicación Mantenimiento .....	86
5.50. Pantalla de inicio app Mantenimiento .....	86
5.51. Pantalla principal de la aplicación Mantenimiento.....	88
5.52. Indicador visual de tiempo de mantenimiento .....	88
5.53. Plataforma de almacenamiento en internet Firebase para la app Mantenimiento .....	89
5.54. Hardware ES8266 .....	90
5.55. Diagrama de funcionamiento de la aplicación cálculo de inventarios .....	90
5.56. Logo de la aplicación Insumos   .....	91
5.57. Pantalla de inicio app Insumos .....	91
5.58. Pantalla principal de la aplicación Insumos.....	92
5.59. Mensaje de confirmación de materia prima almacenada .....	92
5.60. Pantalla de consulta de materia prima .....	93
5.61. Plataforma de almacenamiento en internet Firebase para la app Insumos .....	94
5.62. Diagrama de funcionamiento de la aplicación inventarios. ....	94
5.63. Logo de la aplicación Inventario .....	95
5.64. Pantalla de inicio app Inventario .....	95
5.65. Página principal de la aplicación inventario .....	96
5.66. Inventario de la categoría garrafrones.....	96
5.67. Inventario de la categoría botellas .....	97
5.68. Inventario de la categoría envases .....	97
5.69. Pantalla de registro de inventario del almacén .....	98
5.70. Pantalla de registro de inventario del punto de venta.....	99
5.71. Pantalla de consultas de actividades.....	99
5.72. Plataforma de almacenamiento en internet Firebase para la app Inventario .....	100
6.1. Comparativo pago a crédito vs pago de contado. ....	101
6.2. Comparativo compras menudeo vs compras mayoreo.....	102
6.3. Comparativa estrategia fiscal anterior vs estrategia fiscal actual. ....	102
6.4. Comparativo entre tiempo de capacitación proceso manual vs proceso automatizado. ....	103
6.5. Comparativo entre tiempo dedicado a la revisión de calidad del producto .....	104
6.6. Comparativo de cantidad de desperdicios por piezas defectuosas del proceso manual vs proceso automático.....	105
6.7. Comparación de personal requerido en el proceso de manufactura manual vs proceso de manufactura automático. ....	105
6.8. Comparación del nivel de fatiga muscular en el proceso de manufactura manual vs proceso de manufactura automático. ....	106
6.9. Comparación de productividad diaria en el proceso de manufactura manual vs proceso de.. manufactura automático. ....	107
6.10. Comparativo entre el método de mantenimiento tradicional vs método de mantenimiento programado. ....	109
6.11. Comparativo entre retrasos de la producción actual vs retrasos de la producción con herramientas tecnológicas de apoyo. ....	110
6.12. Comparativo personal actual capacitado vs personal capacitado con herramientas tecnológicas de apoyo.....	111
6.13. Resultados esperados a partir de la implementación de herramientas tecnológicas en las diferentes áreas de la empresa.....	112



## Resumen

El rezago en innovación, investigación y desarrollo tecnológico que México presenta respecto a otros países, no le permite a la tecnología nacional crecer e integrarse en los procesos industriales de manera competitiva. Uno de los sectores industriales más afectados en este campo son las MIPYMES, donde el trabajo se lleva a cabo con tecnología obsoleta y sin los recursos técnicos suficientes para desempeñar sus funciones de manera eficiente. El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar e incorporar un conjunto de herramientas de base tecnológica que posibilite a las MIPYMES compensar sus deficiencias y ofrecer mejoras en sus áreas de producción, gestión y mantenimiento; permitiendo aprovechar sus recursos de manera óptima para fomentar su desarrollo, integración y fortalecimiento. Para lograrlo se realiza una amplia investigación sobre los factores que promueven el éxito y el fracaso de las MIPYMES, se propone un caso de estudio de una micro empresa dedicada a la manufactura de resinas plásticas, donde se definen los principales problemas y se identifican los elementos que confluyen en los mismos. Se establece una metodología de trabajo la cual está definida a través de las siguientes fases: recolección de la información, mapeo de procesos a estudiar, identificación de áreas de oportunidad, búsqueda de causas origen y propuesta de mejora. Una vez realizado lo anterior se expone la manera en que se resuelven los problemas encontrados, proponiendo como primer método de solución la automatización de sus procesos productivos y como segundo método la utilización de aplicaciones digitales (app's) que permitan facilitar algunos de sus procesos de administración, gestión y mantenimiento. Finalmente, se detallan los resultados obtenidos a partir de la implementación de las herramientas tecnológicas propuestas.

**Palabras clave:** MIPYMES, Automatización, IoT, Tecnología, Aplicaciones.

## Abstract

The lag in innovation, research and technological development that Mexico presents with respect to other countries does not allow national technology to grow and integrate into industrial processes in a competitive manner. One of the most affected industrial sectors in this field is SME's, where the work is carried out with obsolete technology and without sufficient technical resources to perform their functions efficiently. The aim of this work is to incorporate a set of technology-based tools that will allow SME's to compensate their deficiencies and offer improvements in their production and management areas, allowing them to optimally use of their resources and promote their development, integration and strengthening. To achieve this, extensive research is carried out on the factors that promote the success and failure of SMEs, a case study of a micro company dedicated to the manufacture of plastic resins is proposed, where the main problems are defined and the elements that converge on them are identified. A work methodology is established which is defined through the following phases: information gathering, mapping of processes to study, identification of areas of opportunity, search for origin causes and improvement proposal. Once this has been done, the way in which problems are solved is exposed, proposing as the first method of solution the automation of their production processes and as a second method the use of digital applications (app's) that facilitate some of their processes administration and management. Finally, they detail the results obtained from the implementation of the technological tools proposed as a solution.

**Keywords:** SME's, Automation, IoT, Technology, Apps.

## Introducción

Las micro pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) son entidades de gran importancia en la economía y en el empleo a nivel local, regional y nacional; tanto en países desarrollados como en los de economías emergentes. Las MIPYMES representan en todo el mundo el segmento de la economía que aporta el mayor número de unidades económicas y personal ocupado, lo que hace realmente vital la necesidad de fortalecer su desempeño.

En México las MIPYMES son consideradas la columna vertebral de la economía, según datos oficiales de la comisión nacional para la protección y defensa de los usuarios de servicios financieros (Condusef, 2018) existen en el país 4.2 millones de unidades económicas. De este universo, el 99.8% son consideradas MIPYMES, las cuales aportan el 42% del producto interno bruto (PIB) y generan el 78% del empleo del país.

Pese a su gran importancia económica, las empresas mexicanas presentan grandes problemas de productividad. A nivel internacional, la productividad relativa de las MIPYMES mexicanas respecto a las grandes empresas es comparable con la productividad de las MIPYMES de países latinoamericanos como: Argentina, Brasil, Chile y Perú, muy por debajo de naciones como España, Alemania, Francia e Italia. Por otro lado, el estudio de la OCDE (2013) "Temas y políticas clave sobre PYMES y Emprendimiento en México" destaca la brecha que en materia de productividad laboral que existe entre las micro y pequeñas empresas con respecto a las grandes. De acuerdo a dicho estudio, la productividad de las micro y pequeñas empresas equivale al 16% y 35% respectivamente, de la productividad de las grandes empresas. La baja productividad de las MIPYMES limita el desarrollo nacional y fomenta la desigualdad entre las empresas, sectores y regiones económicas.

Por otro lado, en México y en América Latina las MIPYMES se enfrentan a otros retos tales como su gestión: crecimiento y escalabilidad, lo que resulta en un severo estancamiento productivo y económico, provocando a su vez una paralización y en ocasiones un retroceso en la calidad de sus productos y/o servicios teniendo como consecuencia un decremento sustancial en sus ventas e ingresos lo que pone en riesgo su continuidad y permanencia.

No obstante, con el mayor acceso a la tecnología el panorama general para las MIPYMES es optimista. La entrada de las MIPYMES al mundo tecnológico y digital les brinda la oportunidad de prepararse y adaptarse hacia la "cuarta revolución industrial", con lo que se estima que podrán ser más productivas, a través de la automatización de sus procesos productivos (generando información a través de Internet of Things o IoT), o bien incorporando herramientas administrativas (app's) que les permitan llevar a cabo una mejor gestión, administración y comunicación de sus operaciones.

El reto para las MIPYMES es incorporar y aprovechar el potencial de una nueva generación de tecnología que les permita compensar sus deficiencias y analizar la información generada para aprovechar mejor sus recursos, fomentando su desarrollo, integración y crecimiento.

# Capítulo 1. Fundamentos metodológicos

## 1.1 Justificación

En México las MIPYMES en general presentan un gran rezago en innovación y desarrollo (I+D), lo que las vuelve poco eficientes, poco eficaces y les imposibilita competir de manera aceptable en el mercado nacional ante grandes empresas que son mucho más productivas y eficientes debido a factores como: su alta tecnología, administración de sus recursos, planeación estratégica, estructura organizacional, conocimientos especializados, entre otros.

Otro factor de que impide el desarrollo de las MIPYMES es la competencia a través de una errónea estrategia de diferenciación por precios, haciendo más complicado el hecho de que las MIPYMES puedan captar los recursos económicos suficientes para invertir en I+D de sus procesos.

Por otro lado, las MIPYMES no solo presentan un rezago en I+D, también lo presentan en conocimientos (administración, leyes, marketing, planeación de la producción, etc.), falta de liderazgo y de estrategias competitivas. Estos factores son fundamentales al momento de tomar las decisiones que dirigen el rumbo de las empresas ya que son éstos los que promueven su desarrollo y consolidación.

Una posible solución para lo anteriormente citado es la incorporación de herramientas de tipo tecnológico que faciliten las operaciones de producción, la recolección de información, la gestión de los procesos administrativos y el análisis de datos obtenidos, que permitan apoyar en la toma de decisiones de las MIPYMES para aprovechar de una manera óptima sus recursos.

## 1.2 Preguntas de investigación

La integración de nuevas tecnologías para mejorar el desempeño de las MIPYMES presenta un desafío desde el punto de vista de desarrollo, pues cada MIPYME tiene diferentes características y requerimientos dentro de sus procesos. Una forma de poder afrontar este desafío, es desarrollar soluciones genéricas que se van adaptando según las necesidades de cada MIPYME.

En el presente trabajo de investigación se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se puede mejorar el desempeño general de las MIPYMES en México?
- ¿Cómo se pueden adaptar y utilizar las nuevas tecnologías para fortalecer a las MIPYMES?
- ¿Cuáles son los beneficios de incorporar herramientas tecnológicas a los procesos de las MIPYMES?
- ¿Es posible desarrollar tecnología nacional efectiva que permita fortalecer a las MIPYMES en sus diferentes áreas de operación?

### 1.3 Objetivo general

El objetivo del presente trabajo es proponer y desarrollar un conjunto de herramientas de base tecnológica que permitan ofrecer mejoras en las operaciones de producción y gestión de las MIPYMES al influir en su operación, con la finalidad de apoyar en su permanencia, desarrollo y fortalecimiento.

### 1.4 Objetivos particulares

- Diseñar de una herramienta tecnológica (app) para el control de inventarios en tiempo real
- Diseñar de una herramienta tecnológica (app) que agilice las operaciones de compra de materia prima
- Diseñar de una herramienta tecnológica (app) que brinde Información sobre los periodos de mantenimiento
- Automatizar los procesos de producción

### 1.5 Alcances y limitaciones

Los alcances del presente trabajo son:

- Presentar el uso de herramientas tecnológicas como apoyo en las operaciones de producción y procesos de gestión en una MIPYME.
- Implementar las herramientas tecnológicas desarrolladas en una MIPYME como propuesta de mejora para el desempeño de sus procesos.

Las limitaciones son:

- La etapa de implementación de automatización de los procesos productivos se realiza de manera parcial.
- En la etapa de implementación de las app's se analizan solo los resultados observados y esperados a partir de su integración.

### 1.6 Importancia de la investigación

Las MIPYMES son entidades de gran importancia económica y son consideradas la columna vertebral de nuestro país, pese a esto, en México las MIPYMES presentan problemas de productividad debido, entre otros factores, al gran rezago en innovación y desarrollo.

Por otro lado, el gran avance tecnológico y sus aplicaciones han sido objeto de numerosos estudios en los últimos años debido a las grandes ventajas y aportaciones que ofrecen a la sociedad, al cambiar, facilitar y simplificar la forma de hacer las cosas en diferentes áreas,

por ejemplo: comunicación, educación, entretenimiento, manejo de la información, formas de producción, etc.

La importancia del presente trabajo de tesis radica en el desarrollo de herramientas de base tecnológica que permitan a las MIPYMES aprovechar de mejor manera sus recursos, compensar sus deficiencias y fomentar su desarrollo y crecimiento. Por su parte, el desarrollo de tecnología nacional, abre las puertas a toda una nueva generación de soluciones alternativas de base tecnológica que contribuyan a disminuir el rezago en innovación y desarrollo que tiene México para conducirlo hacia la llamada cuarta revolución industrial.

## Capítulo 2. Tecnologías de control automático y de administración de la información

### 2.1 Marco teórico

#### 2.1.1 Internet of Things

Internet of Things (IoT) describe una gran cantidad de dispositivos que representan objetos, animales, personas, acciones, procesos, climas, etc; que poseen una identidad virtual y que se encuentran interconectados de manera digital a través de internet. Estos dispositivos interconectados se comunican mediante diferentes tipos de sensores (analógicos o digitales) que recolectan la información y la envían hacia los recursos de almacenamiento como son las bases de datos.

#### 2.1.2 IoT aplicado a la industria

La adopción industrial de IoT busca aprovechar el potencial de una nueva generación de redes y plataformas analíticas capaces de procesar grandes flujos de datos industriales, esta tendencia busca romper las paredes entre los dominios operacionales para estimular la integración, la colaboración y la creatividad. Las características del nuevo entorno de fabricación inteligente incluyen (C10,2018):

- **Montaje inteligente.** Busca reducir los tiempos de inactividad y mejorar la precisión, flexibilidad y fiabilidad en la fabricación.
- **Fábrica visual.** Las soluciones emergentes de redes y conectividad permiten una vista de panel de entornos multi-planta, mejorando la eficiencia, la seguridad y el rendimiento de los activos.
- **Sistemas de producción mejor integrados para acortar los procesos de producción.** La tecnología de red IP (Protocolo de Internet) conecta las aplicaciones empresariales con los datos de producción a nivel de dispositivo en tiempo real permitiendo flujos de información más rápidos, decisiones más rápidas y mayor capacidad de respuesta del mercado.
- **Anticipación a la resolución de incidencias.** A menudo, las plantas no pueden enviar notificaciones en tiempo real cuando el equipo falla en la línea de producción. Los estándares abiertos permiten a los usuarios conectarse a sensores que detectan fallos de funcionamiento en tiempo real para mejorar el rendimiento del equipo.

### 2.1.3 Aportación de valor de IoT aplicado a la industria

Las empresas industriales reportan beneficios que van desde el aumento de la productividad laboral y la colaboración, hasta una mayor eficiencia general del equipo, una mayor agilidad en el mercado y experiencias positivas para los clientes. Las capacidades clave incluyen (C10,2018):

- **Mayor rapidez de comercialización.** Los fabricantes que despliegan arquitecturas para apoyar la revolución de IoT afirman que están cosechando beneficios de abrir los flujos de información entre los sistemas de la planta y las aplicaciones de negocio. El resultado es como tener un “motor de decisión de toda la empresa” que les permita acelerar los nuevos productos al mercado y ejecutar ajustes de la cadena de suministro más rápido que antes.
- **Mayor productividad y excelencia operativa.** La conectividad IoT promueve una nueva clase de activos operativos, a menudo incorporados con sensores capaces de comunicarse con otras máquinas sin intervención humana. Estas redes de máquinas inteligentes se ajustan automáticamente a las condiciones de funcionamiento cambiantes y alertan a los operadores de las necesidades de mantenimiento antes de las averías. En consecuencia, la eficiencia del equipo aumenta y el riesgo de “tiempos muertos” disminuye. Mientras tanto, los costes se controlan automáticamente a través de programas de mantenimiento proactivo que dependen de dispositivos, basados en datos de sensores, que se comunican a través de redes industriales.
- **Procesos óptimos.** El proceso desempeña un papel importante en la forma en que las otras entidades de IoT -personas, datos y cosas- se integran entre sí para ofrecer valor a través de escenarios tradicionalmente separados y distintos. Con el proceso correcto, las conexiones se vuelven relevantes y agregan valor porque la información correcta se entrega a la persona adecuada en el momento adecuado de la manera apropiada.
- **Uso proactivo de los datos.** Con IoT aplicado a la industria, los dispositivos suelen recopilar datos y transmitirlos por Internet a una fuente central, para su análisis y procesamiento. A medida que las capacidades de los dispositivos conectadas a Internet continúen avanzando, se volverán más inteligentes al combinar los datos con información más útil. En lugar de simplemente reportar datos sin procesar, las cosas conectadas pronto enviarán información de nivel superior a máquinas, ordenadores y personas para una evaluación más profunda que optimizarán la toma de decisiones.
- **Dispositivos inteligentes.** La capa IoT incluye elementos físicos como sensores, dispositivos y activos empresariales conectados tanto a Internet como entre sí. En IoT, los dispositivos tendrán más datos, se harán conscientes del contexto y proporcionarán más información experiencial para ayudar a las personas y las máquinas a tomar decisiones más relevantes y valiosas. Algunos ejemplos van desde sensores inteligentes que recogen el consumo de energía a nivel de la

máquina hasta otros dispositivos digitales habilitados para IP como cámaras de vídeo o lectores RFID.

#### 2.1.4 Usos más prometedores de IoT en la industria

- **Automatización de procesos:** ¿Cuánto tiempo de trabajo se dedica a atender a las máquinas cuya misión es, precisamente, la de quitarnos trabajo? Este indicador es uno de los que evoluciona de manera más evidente tras la aparición de IoT; el que sean las herramientas las que se ocupen de ellas mismas y liberen tiempo a los trabajadores para tareas menos mecánicas. Este cambio de paradigma facilitado por IoT, es también un factor de eliminación de fronteras entre las distintas industrias (medicina digital, agricultura de precisión, fabricación inteligente, etc.).
- **Gestión y optimización de flotas:** La gestión de flotas comerciales integradas por coches conectados encuentra en IoT soluciones sencillas para, entre otros usos, el mantenimiento preventivo y alertas para anticipar reparaciones, recibir avisos en tiempo real sobre el estado del vehículo, o la conexión a accesorios de terceros (navegadores, sensores telemáticos, etc.). Además, permite la integración con sistemas para la gestión de clientes, que facilita un mayor nivel de atención personalizada y trámites más ágiles.
- **Seguimiento de mercancías:** La tecnología IoT permite al trabajador disponer de información en tiempo real, como la localización de los productos y las variaciones en su estado por alteraciones en el transporte, pequeños golpes o cambios bruscos de temperatura. En este tipo de casos el transportista recibe una alerta para recolocar la carga o reajustar la cadena de frío.
- **Control del stock en tiempo real:** El control del inventario ha sido tradicionalmente una tarea de conteo manual, tedioso y expuesto a constantes fallos. Optimizar el inventario y conocer su situación en tiempo real mejora la gestión de los productos en tienda y la atención a los clientes. Los sistemas de identificación por radiofrecuencia o RFID (Radio Frequency Identification) se basan en una tecnología que permite detectar objetos a distancia sin necesidad de contacto. Gracias al uso cada vez más extendido de las etiquetas RFID se minimiza el tiempo dedicado a las tareas de conteo manual. Así se agiliza la medición cuantitativa y cualitativa del stock en tienda, para ajustar los pedidos a las necesidades reales de cada punto de venta.

## 2.2 Industria 4.0

La historia nos habla de tres revoluciones industriales que se explican a continuación (**figura 2.2**): en la primera, se introdujeron equipos impulsados por vapor para la producción mecánica; en la segunda, la producción se vio impulsada por energía eléctrica, dando paso a la producción en masa y se introdujo el concepto de división de tareas; mientras que en la tercera (en la que nos encontramos actualmente), se utiliza la electrónica e informática para la producción automatizada.



A pesar de su reciente surgimiento, la industria 4.0 se puede considerar como la cuarta revolución industrial, en la que las formas de producción hacen uso de sistemas físicos cibernéticos para crear una industria más flexible y de carácter reconfigurable, es decir, que la estructura de una fábrica se modifica para producir diferentes productos.

Dentro de esta nueva industria actúan nueve tipos de avances tecnológicos recientes: el *big data* y análisis de datos, los robots autónomos, la simulación de procesos en computadora, sistemas de integración, internet de las cosas aplicado a la industria, ciberseguridad, almacenamiento de información en la nube, impresión 3D o manufactura aditiva y la realidad aumentada.

Estos nueve elementos trabajan en conjunto para analizar los datos y variables de una fábrica y de la elaboración de sus productos, logrando optimizar aún más los procesos de fabricación, lo cual se traduce en una producción de bienes de alta calidad de forma rápida y a un costo reducido.

La industria 4.0 hará posible que a través de una aplicación para teléfonos inteligentes se manden a fabricar artículos conforme a los recursos que estén disponibles, involucrando al consumidor en el proceso de elección de la materia prima según su disponibilidad en el mercado y las características deseadas por el consumidor final.

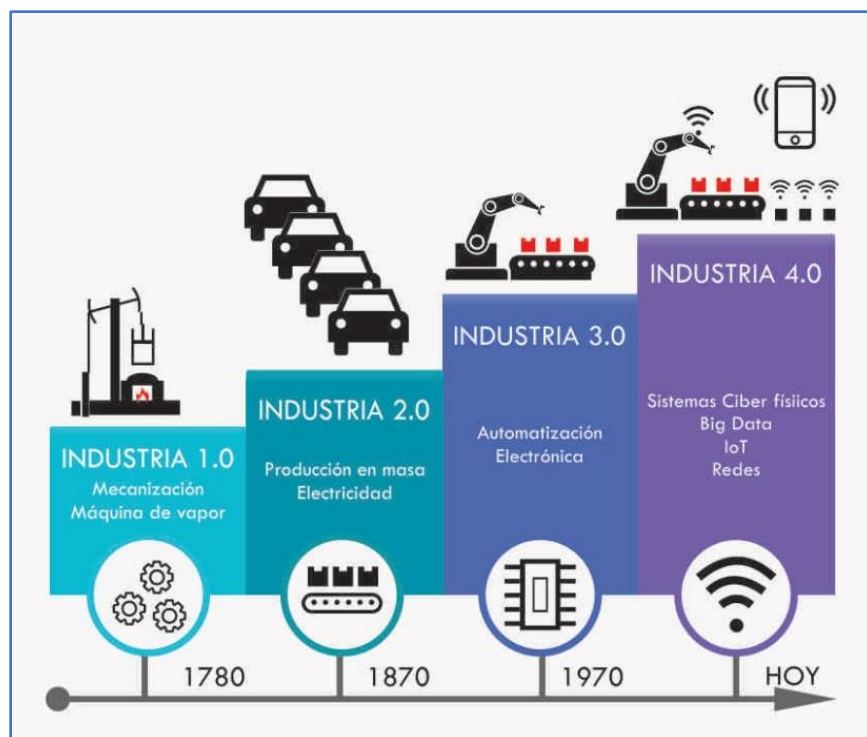


Figura 0.1. Etapas de la revolución industrial

La Industria 4.0 implica la promesa de una nueva revolución que combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos (Conacyt, 2017).

Esta revolución está marcada por la aparición de nuevas tecnologías como la robótica, la analítica, la inteligencia artificial, las tecnologías cognitivas, la nanotecnología y el Internet of Things (IoT), entre otros. Las organizaciones deben identificar las tecnologías que mejor satisfacen sus necesidades para invertir en ellas. Si las empresas no comprenden los cambios y oportunidades que trae consigo la Industria 4.0, corren el riesgo de perder cuota de mercado (Delloite, 2018).

Para los líderes tradicionales, acostumbrados a los datos y las comunicaciones lineales, el cambio que supone esta nueva revolución industrial (proporcionando acceso en tiempo real a los datos y la inteligencia de negocio) transformará la forma en que llevan a cabo sus negocios. La integración digital de la información desde diferentes fuentes y localizaciones permite llevar a cabo negocios en un ciclo continuo. A lo largo de este ciclo, el acceso en tiempo real a la información está impulsado por el continuo y cíclico flujo de información y acciones entre los mundos físicos y digitales. Este flujo tiene lugar a través de una serie de pasos iterativos conocido como PDP (por sus siglas en inglés physical-to-digital-to-physical).

### 2.2.1 Objetivos de la industria 4.0

- **Transferencia del mundo físico al intangible (físico - digital).** Se captura la información del mundo físico y se crea un registro digital de la misma.
- **Transferencia entre mundos iguales (digital - digital).** En este paso, la información se comparte y se interpreta utilizando analítica avanzada, análisis de escenarios e inteligencia artificial para descubrir información relevante.
- **Transferencia del mundo intangible al mundo físico (digital - físico).** Se aplican algoritmos para traducir las decisiones del mundo digital a datos efectivos, estimulando acciones y cambios en el mundo físico.

### 2.2.2 Importancia de la industria 4.0

Es importante entender el potencial de esta cuarta revolución industrial porque no solo afectará a los procesos de fabricación. Su alcance es mucho más amplio, afectando a todas las industrias y sectores e incluso a la sociedad. La industria 4.0 mejora las operaciones de negocio y el crecimiento de los ingresos, transformando los productos, la cadena de suministro y las expectativas de los clientes.

Es probable que dicha revolución cambie la forma en que hacemos las cosas, pero también podría afectar cómo los clientes interactúan con ellas y las experiencias que esperan tener mientras interactúan con las empresas. Más allá de eso, podría generar cambios en la fuerza laboral, lo que requeriría nuevas capacidades y roles.

Además, las tecnologías relacionadas con la Industria 4.0 también pueden conducir a productos y servicios completamente nuevos. El uso de sensores y dispositivos portátiles, el análisis y la robótica, entre otros, permitirán mejoras en los productos de diversas maneras,

desde la creación de prototipos y pruebas hasta la incorporación de conectividad a productos previamente desconectados. Estos cambios en los productos se traducen, a su vez, en cambios en la cadena de suministro y, consecuentemente, en los clientes (Delloite, 2018).

### 2.2.3 Impactos de la industria 4.0

Los impactos de la Industria 4.0 se observan en múltiples niveles: en grandes ecosistemas, a nivel organizacional y a nivel individual (en empleados y clientes):

- **Ecosistemas.** Además del cambio en el que las empresas operan y en la producción de bienes, la Industria 4.0 afecta a todos los agentes del ecosistema (los proveedores, los clientes, las consideraciones regulatorias, los inversores, terceros). Estas tecnologías permiten interacciones entre cada punto de una red.
- **Organizaciones.** La capacidad de ajustarse y aprender de los datos en tiempo real puede hacer que las organizaciones sean más receptivas, proactivas y predictivas. Asimismo, permite a la organización reducir sus riesgos en materia de productividad.
- **Individuos.** La Industria 4.0 significa diferentes cosas para cada persona. Por ejemplo, para los empleados significa un cambio en el trabajo que van a realizar, mientras que para los clientes significaría una mayor personalización en los productos y servicios que satisfagan mejor sus necesidades.

## 2.3 Big Data

Big Data se refiere al tratamiento y análisis de grandes volúmenes de datos derivados de la integración de más fuentes (estructurados y no estructurados, datos sociales, de comportamiento y tradicionales), para generar conocimiento e integrarlo en todos los niveles organizacionales del negocio.

Big Data es acerca de la aplicación de nuevas herramientas tecnológicas (plataformas) para hacer el análisis de una enorme cantidad de datos para mucha más gente.

### 2.3.1 Casos de uso de Big Data

- **Exploración.** Encontrar, visualizar y comprender los grandes volúmenes de datos para mejorar el proceso de decisión.
- **Vista mejorada de 360° del cliente.** Extender las vistas de clientes incorporando fuentes de información internas y externas.
- **Mejor seguridad/inteligencia.** Reducir riesgos, detectar fraudes y vigilancia en tiempo real.

- **Inteligencia operacional.** Analizar datos máquina para mejorar la eficiencia operacional.
- **Data Warehouse mejorado.** Integrar las capacidades del Big Data y de Data Warehouse para mejorar los resultados del negocio.

## 2.4 Data Warehouse

Es una base de datos corporativa que se caracteriza por integrar y depurar información de una o más fuentes distintas, para luego procesarla permitiendo su análisis desde infinidad de perspectivas.

## 2.5 Plataforma de código abierto Internet of Things, NodeMCU

El NodeMCU es un kit de desarrollo de código abierto basado en el chip ESP8266 (ESP-12E), que permite crear un ambiente de desarrollo propicio para aplicaciones que requiera conectividad Wifi de manera rápida.

El ESP8266 es un chip que ofrece una solución completa y autónoma de redes Wi-Fi, lo que le permite alojar la aplicación o servir como puente entre Internet y un microcontrolador.

El ESP8266 tiene potentes capacidades de procesamiento y almacenamiento que le permiten integrarse con sensores y dispositivos específicos de aplicación a través de sus GPIO's con un desarrollo mínimo y carga mínima durante el tiempo de ejecución. Su alto grado de integración en el chip permite una circuitería externa mínima.

## 2.6 Application

El termino App es la abreviación de la palabra en ingles application. Es decir, una app es un tipo de programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar diversos tipos de trabajos.

## 2.7 Plataforma de Google, Firebase

Firebase es una plataforma de Google para desarrollo de app's que permite acceder a un servicio web y tener acceso con datos de la nube (servidores públicos). Firebase provee una API (conjunto de herramientas para el desarrollo) que permite guardar y sincronizar datos en la nube en tiempo real.

Sus características fundamentales, están divididas en varios grupos, las cuales se agrupan en:

- **Analíticas:** Provee una solución gratuita para para poder tener todo tipo de medidas (hasta 500 tipos de eventos), para gestionarlo todo desde un único panel.

- **Desarrollo:** Permite construir mejores apps, permitiendo delegar determinadas operaciones en Firebase, para poder ahorrar tiempo, evitar bugs (errores de ejecución) y obtener un aceptable nivel de calidad. Entre sus características, destacan el almacenamiento, testeo, configuración remota, mensajería en la nube o autenticación; entre otras.
- **Crecimiento:** Dispone de funcionalidades como: invitaciones, indexación y notificaciones.

## 2.8 Base de datos

Una base de datos se puede definir como un conjunto de información relacionada entre sí, que se encuentra agrupada o estructurada. Otra definición de base de datos adecuada para este trabajo es: una serie de datos organizados y relacionados entre sí, los cuales son recolectados y explotados por los sistemas de información de una empresa o negocio en particular. En forma breve, una base de datos es una matriz ordenada por filas (registros) y columnas (campos) con información relacionada.

### 2.8.1 Características de las bases de datos

Entre las principales características de los sistemas de bases de datos se pueden mencionar:

- Independencia física y lógica de los datos
- Redundancia mínima
- Acceso recurrente por parte de múltiples usuarios
- Integridad de los datos
- Consultas complejas optimizadas
- Seguridad de acceso y auditoría
- Respaldo y recuperación
- Acceso a través de lenguajes de programación estándar

### 2.8.2 Ventajas de las bases de datos

- No existe la redundancia de datos
- Consistencia en los datos
- Comparten datos
- Mantenimiento de estándares
- Mejora en la integridad de los datos
- Mejora en la seguridad de los datos
- Mejora en la accesibilidad de los datos
- Mejora en la productividad (búsqueda, manipulación y análisis de datos)
- Mejora el mantenimiento
- Aumento en la concurrencia (acceso a la información por usuarios de manera simultánea)
- Mejora los servicios de copias de seguridad

### 2.8.3 Desventajas de las bases de datos

- Complejidad
- Coste de equipamiento adicional
- Vulnerable a fallos
- Tipos de campos (cada base de datos puede poseer tipos de campos similares o diferentes)

### 2.8.4 Tipos de bases de datos

- **MySQL.** Es una base de datos con licencia GPL basada en un servidor. Se caracteriza por su rapidez. No es recomendable usar para grandes volúmenes de datos.
- **PostgreSQL y Oracle.** Son sistemas de bases de datos poderosos. Administra muy bien grandes cantidades de datos y, suele ser utilizadas en intranets y sistemas de gran calibre.
- **Access.** Es una base de datos desarrollada por Microsoft. Esta base de datos, debe ser creada bajo el programa Access.
- **Microsoft SQL Server.** Es una base de datos más potente que Access desarrollada por Microsoft. Se utiliza para manejar grandes volúmenes de información.
- **Microsoft Excel.** Puede considerarse como una base de datos básica diseñada por el usuario.

## 2.9 Pirámide de automatización industrial

La automatización de los procesos productivos es uno de los aspectos que más ha evolucionado en la industria desde sus comienzos. La integración de tecnologías clásicas como la mecánica y la electricidad con otras más modernas (electrónica, informática, telecomunicaciones, etc.) está haciendo posible esta evolución.

Esta integración de tecnologías queda representada en la llamada "pirámide de automatización" (**figura 2.1**), que recoge los cinco niveles tecnológicos que se pueden encontrar en un entorno industrial. Las tecnologías se relacionan entre sí, tanto dentro de cada nivel como entre los distintos niveles a través de los diferentes estándares de comunicaciones industriales (SMC international training, 2018), los cuales son:

- **Nivel 1. Equipos de campo:** Formado por el equipo que está en contacto directo y tiene una repercusión directa con el proceso. Puede ser todo tipo de sensores, y actuadores.
- **Nivel 2. Control del proceso:** En este nivel se lleva a cabo la regulación y el control del proceso a través de programación para procesar las señales que se generan en los equipos de campo (nivel 1). Los equipos que se integran en este nivel, cuentan

con inteligencia local, por ejemplo: PLC (Programmable Logic Controller) o HMI (Human Machine Interface), que se comunican directamente con los equipos de campo.

- **Nivel 3. Operación y supervisión:** Corresponden a los sistemas de supervisión, control y adquisición de datos. Enlaza principalmente, celdas de producción y computadoras con el equipo de observación como puede ser un sistema SCADA. En este nivel es importante contar con un equipo que integre los diferentes protocolos de comunicación del nivel 2.
- **Nivel 4. Planificación:** Nivel encargado del seguimiento del producto, gestión de existencias, a grandes rasgos, la ejecución de la producción. Sistema de ejecución de la producción (Manufacturing Execution System, MES).
- **Nivel 5. Gestión:** En este nivel se administran los recursos empresariales. Se utiliza la planificación de recursos empresariales (Enterprise Resource Planning, ERP).



Figura 0.2. Pirámide de automatización

## 2.10 Manufacturing Execution System, MES

Un MES (Manufacturing Execution System) es un sistema informático de fábrica para la gestión y el control en tiempo real de todo el proceso de producción, desde la orden de fabricación hasta la entrega del producto terminado con el objetivo de alcanzar la excelencia en producción. El MES cubre las funcionalidades necesarias entre los sistemas corporativos o ERP's y los sistemas PLC/SCADA y permite, por tanto, cerrar la brecha de información entre el nivel corporativo/toma de decisiones y el nivel ejecutivo, comunicando con todos los recursos y la automatización de la planta (OPERA,2018).

Un MES trabaja en tiempo real y permite responder en tiempo real a los eventos que ocurren en planta, gracias a su interconexión horizontal con todos los recursos y con todas las áreas funcionales: producción, calidad, materiales y mantenimiento. De acuerdo a los estándares internacionales, un sistema MES debe cubrir las siguientes funcionalidades:

- Programación avanzada
- Gestión de los recursos y estados
- Envío de las actividades a planta
- Gestión de la documentación
- Trazabilidad y genealogía de los productos
- Análisis de desempeño
- Gestión de mantenimiento
- Gestión de calidad
- Adquisición y análisis de datos

### 2.10.1 Ventajas de los MES

Las principales ventajas de los MES son (Siemens, 2018):

- **Reducción de costo.** Los MES permiten eliminar de manera parcial o total la necesidad del uso del papel utilizado para el registro de actividades de los procesos productivos. Se pretende que todos los formularios en papel sean sustituidos por su equivalente en formato electrónico y, de esta forma minimizar los errores humanos en la introducción de la información. Esto supone un ahorro en los costos operacionales de la planta.
- **Aumento de visibilidad.** Los MES buscan establecer una comunicación entre los sistemas de gestión de la empresa, y las máquinas o dispositivos que controlan la instalación. Como consecuencia, cualquier persona puede tener acceso en tiempo real, en cualquier momento y desde cualquier dispositivo (visibilidad) al estado actual de los procesos y sus desviaciones respecto a los estándares acordados, pudiendo tomar acciones correctivas con rapidez y eficacia.
- **Incremento de la productividad.** Los MES pueden incorporar un módulo para la captura de tiempos de marcha y paro de máquinas y/o líneas de producción, así como contadores de elementos fabricados y rechazos o reprocesos. Con esta información se elaboran indicadores que evalúan la disponibilidad, rendimiento y calidad de los procesos, detectando los cuellos de botella y las ineficiencias que acontecen en la planta, estableciendo un plan de acciones de mejora basado en datos precisos y objetivos.
- **Mejoras de calidad.** La incorporación de los procesos de calidad a los MES, ha supuesto una mejora en cuanto a la interoperabilidad en planta. Ya no se trata de que se establezcan sistemas y procedimientos de calidad que trabajen en paralelo e independientemente de sus homólogos productivos, sino de trabajar de forma colaborativa.



## 2.11 Enterprise Resource Planning, ERP

Los sistemas ERP son herramientas informáticas que integran y administran la información y procesos de una organización en una sola base de datos o sistema unificado. Un sistema ERP está compuesto de módulos, los cuales corresponden a las unidades de negocio o áreas operativas de una empresa. En general, los módulos que incluye un ERP son (Glenn, 2008):

- **Sistemas de manufactura.** Incluye ingeniería, listas de materiales, calendarización, capacidad de flujo de trabajo, control de calidad, procesos de manufactura y proyectos de manufactura.
- **Gestión de la cadena de suministros.** Incluye inventario, ordenes de entrada, compras, planificación de la cadena de suministros, calendarización de proveedores, inspección y cálculo de comisiones.
- **Sistema financiero.** Incluye libro de mayor, administración de efectivo, cuentas por pagar, cuentas por cobrar y activos fijos.
- **Sistema de proyectos.** Incluye costeo, facturación, tiempo de recursos humanos, nomina, entrenamiento, asistencia y beneficios.
- **Gestión de relaciones con clientes.** Incluye ventas y mercadotecnia, comisiones, servicio al cliente, contacto con clientes y soporte de call center.
- **Almacén de datos (Data Warehouse).** Incluye interfaces de autoservicio para analizar datos de interés.

### 2.11.1 Funciones principales de los ERP:

- Optimización de los procesos empresariales
- Acceso a toda la información de forma confiable, precisa y oportuna
- Posibilidad de compartir información apropiada entre todas las áreas de la organización
- Otorgar apoyo a los clientes del negocio para lograr tiempos rápidos de respuesta a sus problemas
- Proporcionar los elementos para la toma de decisiones estratégicas en la empresa

### 2.11.2 Ventajas de los ERP

Las principales ventajas de los sistemas ERP son (Murguía Allit, 2011):

- **Acceso a información confiable.** Bases de datos centralizadas, datos precisos y consistentes y mejores reportes.

- **Eliminación de datos y operaciones redundantes.** Los módulos acceden a los mismos datos centralizados con lo que se evita la duplicación en la captura de datos y actualizaciones de procesos.
- **Reducción en los tiempos de entrega.** Minimiza los retrasos en la recuperación y presentación de informes.
- **Reducción de costos.** Control mejorado, datos globales para la toma de decisiones y optimización de procesos.
- **Fácil adaptabilidad.** Los cambios en el negocio son fáciles de adaptar y reestructurar.
- **Fácil mantenimiento.** Los vendedores de ERP realizan contrato a largo plazo como parte del soporte al sistema.
- **Escalabilidad global.** Se pueden extender sólo añadiendo módulos como CRM y SCM, entre otros.

### 2.11.3 Desventajas de los ERP

Las principales desventajas de los sistemas ERP son (Murguía Allit, 2011):

- **Difícil implantación.** Implantar un sistema ERP requiere de gran esfuerzo por todas las áreas de la empresa.
- **Altos costos.** La implantación de un ERP puede costar millones de pesos, considerando la reingeniería de procesos.
- **Baja compatibilidad del software con la empresa.** Existen sistemas ERP cuyos módulos y procesos no se ajustan tan fácil a los procesos de negocio, cultura y metas estratégicas de la organización.
- **Dependencia del sistema con los vendedores.** La implantación y el mantenimiento dependen del vendedor del sistema.
- **Complejidad.** Los sistemas ERP pueden tener más características y funciones de las que necesita la compañía.

## 2.12 Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

Los sistemas SCADA se encuentran en el nivel 3 de la pirámide de automatización, enlazan principalmente celdas de producción y computadoras con el equipo mediante protocolos de comunicación relacionándose entre sí con los equipos del nivel 2.

El nombre de SCADA se le da a cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo (Rodríguez Aquilino, 2012).

### 2.12.1 Objetivos de los sistemas SCADA

Los sistemas SCADA se definen principalmente como una herramienta de supervisión y mando. Algunos de sus objetivos son los siguientes (Rodríguez Aquilino, 2012):

- **Economía.** Tiene que ver con el hecho de obtener la información del sistema vigilado de forma automática ahorrando el personal que tenga que realizar esta función.
- **Accesibilidad.** Se refiere a la propiedad de tener acceso a la información del sistema de forma remota, teniendo acceso a las diferentes características del proceso.
- **Mantenimiento.** La adquisición de datos presenta la posibilidad de obtener datos de un proceso, almacenarlos, procesarlos y hacer la planeación de los próximos mantenimientos del sistema para evitar fallos.
- **Gestión.** Los datos recopilados pueden ser procesados mediante múltiples herramientas estadísticas, gráficas, etc.
- **Flexibilidad.** Cualquier modificación de alguna de las características de la interfaz no implica un gasto de medios, pues no hay modificaciones físicas que requieran la instalación de cableado de dispositivos.

### 2.12.2 Ventajas de los sistemas SCADA

- Diagnóstico y detección de fallas del sistema fácil y rápido
- El operador no tiene que estar sujeto de forma presencial en el proceso o al sistema, éste puede desplazarse por toda la planta y estar enterado de la evolución del proceso
- La tecnología WEB (IoT) permite el acceso desde cualquier parte del mundo
- Generación y distribución automática de la información del sistema
- La interfaz de control puede presentar alarmas y gestionar las acciones necesarias más rápidamente que un usuario

### 2.12.3 Desventajas de los sistemas SCADA

- Dependiendo del sistema, la inversión inicial es muy alta

### 2.13 Instrumentación Virtual

Un instrumento virtual (VI), es definido como un “instrumento que no es real”, se ejecuta en la computadora y tiene sus funciones definidas por software. A partir del concepto de instrumento virtual, se define la instrumentación virtual como un sistema de medición, análisis y control de señales físicas con una PC por medio de instrumentos virtuales (Rugeles Rafael, 2002).

La instrumentación virtual supone un nuevo enfoque de la instrumentación tradicional que incorpora nuevas características y elementos al sistema añadiendo mejoras tecnológicas basadas en las innovaciones científicas, además de reducir costos de la producción de los sistemas y beneficiar el uso de nuevas tecnologías logrando una plataforma de diseño extremadamente flexible y eficiente.

En la actualidad, los sistemas de monitorización y control de procesos se realizan bajo esquemas de instrumentación virtual debido al constante avance tecnológico que experimentamos. Los sistemas de instrumentación virtual son ampliamente utilizados por su bajo costo, gran flexibilidad y re configurabilidad, así como por su alto rendimiento y ahorro de tiempo de desarrollo; razón por la que constituyen una evolución natural respecto a los sistemas tradicionales de instrumentación (Pineda Alejandro, 2011).

### 2.14 Controlador lógico programable

Un autómata programable o controlador lógico programable (Programmable Logic Controller, PLC), es un equipo electrónico basado en un microcontrolador, está diseñado para operar en un ambiente industrial (soporta altas y bajas temperaturas, polvo, ruido en la línea de alimentación, etc.) y es óptimo para operar procesos de tipo secuencial.

Un PLC está compuesto por las siguientes partes funcionales:

- Módulos de entrada
- Módulos de salida
- Unidad central de proceso (CPU)
- Memoria de programa
- Bus de datos
- Fuente de alimentación

El PLC es controlado a través de sus entradas y salidas (E/S). Las entradas son las encargadas de vigilar las señales provenientes de los sensores y proporcionan la información del comportamiento de los dispositivos que trabajan en el sistema. Por su parte, las salidas le permiten al PLC actuar sobre los accionadores que gobiernan las acciones de los

actuadores. Las entradas y las salidas de los PLC pueden clasificarse en dos categorías: analógicas y digitales.

## 2.15 Sensor

Un sensor es un dispositivo capaz de captar energía proveniente de las variables físicas de su entorno y de transformar esta energía en una señal de salida apropiada para ser utilizada por el ser humano. Algunas literaturas, definen al sensor como: "una ampliación de los sentidos para adquirir un conocimiento de cantidades físicas que, por su naturaleza o tamaño, no pueden ser percibidas por los sentidos" (Pallas Areny, 2005).

La clasificación de los sensores se proponen los siguientes criterios:

- **Según su aporte de energía.** Estos sensores se dividen en moduladores y generadores, en función de la procedencia de la fuente de energía de salida, la cual puede provenir de una fuente externa o de la misma entrada del sensor.
- **Según la señal de salida.** Los sensores se clasifican en analógicos y digitales, dependiendo del tipo de señal de salida del sensor (continua o discreta).
- **Según su modo de operación y funcionamiento.** Los sensores se clasifican en deflexión o comparación. Esta clasificación, hace referencia a la acción de permitir o no la deflexión del sensor para determinar la apropiada medición de la variable física.

Además de los criterios de clasificación descritos anteriormente, los sensores presentan diferentes características, que determinan si son adecuados para ciertas aplicaciones, ya que el comportamiento de un sistema de medición, está condicionado por el tipo de sensor que utiliza, estas características se clasifican en estáticas y dinámicas.

Las características estáticas de un sistema de medida, son aquellas que describen el desempeño del sensor en régimen permanente o con cambios muy lentos de la variable física a medir, algunas de estas características son: exactitud, fidelidad, sensibilidad, repetitividad, reproducibilidad, rango de medida, linealidad, resolución, errores sistemáticos, errores aleatorios, entre otras.

Las características dinámicas de los sistemas de medida, describen el comportamiento del sensor en estado transitorio, algunas de estas características son: error dinámico, velocidad de respuesta, entre otras (Pallas Areny, 2005).

Los sensores no son específicos de un área en particular, debido a su diversidad son utilizados en campos como la automatización, sistemas de control, sistemas de monitorización, etc.

## 2.16 Actuadores

Los actuadores son dispositivos cuya función es proporcionar el medio para efectuar el movimiento de un mecanismo o una parte del sistema en el que se encuentran integrados. En conjunto con los sensores, los actuadores se encuentran en el nivel 1 de la pirámide de automatización.

La fuerza necesaria para que el actuador pueda realizar su función generalmente provienen de alguna fuente: neumática, hidráulica y/o electromecánica. Independientemente del tipo de actuador, estos se clasifican en lineales o rotatorios.

La selección del tipo de actuador debe hacerse tomando en cuenta las características y requerimientos de carga del sistema, identificando en todo momento el tipo de fuerza necesaria, tipo de movimiento y secuencia de los elementos móviles para garantizar el correcto funcionamiento y operación de los componentes mecánicos.

## 2.17 Planeación estratégica

La planeación estratégica es un proceso esencial en la organización que se encarga de definir los objetivos por alcanzar y las directrices para determinar los planes de acción para lograrlos y que generen sus ventajas competitivas y sostenibilidad a largo plazo. La planeación estratégica identifica los recursos potenciales, crea y alinea las capacidades, reconoce las fortalezas y debilidades y establece el conjunto de medidas integradas que se aplicarán para asegurar que la organización alcance los resultados planeados. Sin embargo, ésta solo alcanzará su máxima eficacia cuando todas las personas que la componen, como un conjunto permanente y orquestado de esfuerzos de inteligencia colectiva, la acepten, la entiendan y la apliquen en la práctica (Chiavenato, 2017).

Según Chiavenato (2017), las organizaciones que planean su estrategia registran un desempeño superior al de las que no lo hacen. Las que tienen éxito procuran que su estrategia corresponda debidamente a las condiciones del entorno externo. Asimismo, la estrategia define la estructura y los procesos internos de la organización con la expectativa que produzca efectos positivos en su desempeño. Estos factores implican cambios en la cultura corporativa y en el estilo de liderazgo.

### 2.17.1 Niveles de la planeación estratégica

**1. Planeación estratégica.** Es la más amplia y abarca a toda la organización. Sus características son:

- **Horizonte de tiempo:** Proyección a largo plazo, incluyendo consecuencias y efectos que duran largos años.
- **Alcance:** Comprende la organización como un todo, todos sus recursos y áreas de actividad, y se preocupa por alcanzar los objetivos de nivel organizacional.

- **Contenido:** Genérico, sintético y comprensivo.
  - **Definición:** Está en manos de la alta dirección de la organización (en el nivel institucional) y corresponde al plan mayor, al que se subordinan todos los demás planes.
- 2. Planeación táctica.** Es la que abarca a cada departamento o área de la organización. Sus características son:
- **Horizonte de tiempo:** Proyección a mediano plazo, por lo general es anual.
  - **Alcance:** Abarca a cada departamento, con sus recursos específicos, y se preocupa por alcanzar los objetivos del mismo.
  - **Contenido:** Es menos genérico y más detallado que el de la planeación estratégica.
  - **Definición:** Está en manos del nivel intermedio correspondiente a cada departamento de la organización.
- 3. Planeación operativa.** Es la que abarca cada tarea o actividad específica. Sus principales características son:
- **Horizonte de tiempo:** Proyección a corto plazo, es inmediata
  - **Alcance:** Abarca cada tarea o actividad de forma aislada y se preocupa por alcanzar metas específicas
  - **Contenido:** Detallado, específico y analítico
  - **Definición:** Está en manos del nivel operativo y se concentra en cada tarea o actividad

### 2.17.2 Caminos estratégicos para los nuevos escenarios

- **Alianzas y coaliciones estratégicas.** La alianza estratégica se forma cuando dos o más organizaciones deciden cooperar en alguna actividad, como la investigación y el desarrollo de productos arriesgados que tardan mucho en madurar, o en una operación compartida de producción, compras o administración de un sistema de tecnología de la información.
- **Crecimiento por adquisición o absorción.** Este enfoque estratégico que se ha aplicado mucho en años recientes por su gran atractivo y que tiene gran impacto en la opinión pública. (Chiavenato, 2017) señala que existe una compensación entre el crecimiento por adquisición y el compromiso por la innovación.

- **Procesos de innovación tecnológica.** La productividad, utilidad y el crecimiento guardan una estrecha correlación con la habilidad de innovar. Sin embargo, la creciente aceleración del desarrollo tecnológico aumenta los costos de la innovación y lo vuelve prohibitivo para las pequeñas empresas, lo que deja en manos de las grandes empresas la responsabilidad de incentivar a las iniciativas de los emprendedores de las organizaciones y el financiamiento a los proyectos de innovación.

### 2.17.3 Beneficios de la planeación estratégica

Los principales beneficios de la planeación estratégica son (Chiavenato, 2017):

- La claridad de la visión estratégica de la organización
- La debida comprensión de un entorno sumamente cambiante y competitivo
- El enfoque dirigido, mediante objetivos de largo plazo, a lo que tendrá importancia estratégica para la organización en el futuro
- Un comportamiento proactivo frente a los elementos del entorno externo, de modo independiente a los del entorno interno
- Un comportamiento sistemático y holístico que involucre a toda la organización
- La interdependencia con el entorno externo

### 2.18 Mejora continua

La mejora continua es una herramienta sistemática que favorece el control de las actividades en los procesos productivos, la detección, corrección de los problemas y las oportunidades de mejorar el funcionamiento de la organización, repartir la carga de trabajo, disminuir los tiempos muertos, aumentar la rapidez en la puesta en marcha de nuevos servicios y aplicaciones, sin tener que hacer complejos y costosos desarrollos, forzar el cumplimiento de normativas y estándares, mejorando la trazabilidad, la transparencia, el mantenimiento y la documentación de todas las actividades, así como, la realimentación del conocimiento de la organización (Aurelio, 2009).

La mejora continua es un proceso iterativo, que se repite una y otra vez para encontrar y eliminar todas las causas que originan problemas, no tiene por objeto el ser una actividad superficial que se realice solamente por un corto periodo de tiempo; las actividades deben ser establecidas en el lugar de trabajo con la participación de todos sus miembros; la aplicación y su desarrollo deben ser estimulados a través del tiempo (Reyes, 2011).



### 2.18.1 Reglas básicas de la mejora continua

- Keep it simple
- Garbage in garbage out
- Se confía en ello, pero hay que verificarlo
- Lo que no se puede medir no se puede mejorar

### 2.18.2 Metodologías de la mejora continua

- **SCOR (Supply Chain Operations Reference).** El Modelo SCOR se enfoca en la cadena de suministro usando cuatro distintos procesos: suministrar, hacer, entregar, planear y reciclar; la importancia de este modelo radica en que estandariza el lenguaje para la comprensión de la cadena de suministro y permite ver al sistema en toda su totalidad e inferir al nivel de detalle que se requiera (Torres, 2006).
- **Mantenimiento Productivo Total.** Es un sistema japonés de gestión de mantenimiento industrial, el cual evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos.
- **Lean Manufacturing.** Es un sistema integrado socio-tecnológico de mejoramiento de procesos, cuyo objetivo principal es eliminar desperdicios o actividades que no agregan valor al cliente. Al eliminar desperdicios la calidad aumenta mientras que los tiempos y costos de producción disminuyen en muy poco tiempo (Tejeda, 2011).
- **Six sigma.** Es una estrategia de mejora continua que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; esto lleva a encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, tomando como punto de referencia en todo momento a los clientes y sus necesidades. Esta estrategia se apoya en una metodología altamente sistemática y cuantitativa, orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso. Tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos (Gutiérrez, 2010).
- **Kaizen.** Proporciona a las organizaciones empresariales una filosofía y estructura que les estimula a establecer en forma continua estándares de calidad y a lograr metas en función de la satisfacción del cliente, ventas y utilidades. La filosofía Kaizen suministra un marco de referencia simple para ser utilizado en la solución de problemas, mediante listas de verificación, ejemplos y casos de estudio (Chirinos, 2010).

## Capítulo 3. Identificación de áreas de mejora en las MIPYMES

Las MIPYMES son unidades económicas con la oportunidad de desarrollar su competitividad en base a la mejora de su organización y procesos, así como de mejorar sus habilidades empresariales, éstas se concentran en actividades como el comercio, los servicios y la industria artesanal, al igual que en trabajos independientes (CONDUSEF, 2019).

### 3.1 Factores relacionados con el mejor desempeño de las MIPYMES

Gómez Llonch y Rialp (2010) demuestran que existe una relación positiva y directa entre las variables orientación de mercado e innovación con la variable de resultados de las MIPYME.

Por otro lado, Segura (2014) menciona que existen diversas evidencias empíricas que relacionan los niveles de inversión de las empresas en proyectos innovadores, con los incrementos de productividad, niveles de ventas y valor de las firmas. Al respecto la OCDE (2009), desprende de una investigación realizada en 21 países, las siguientes conclusiones:

- Son más innovadoras las empresas que participan en mercados internacionales, forman parte de las redes de colaboración y reciben financiamiento público.
- Las empresas que deciden invertir en proyectos innovadores de productos y procesos obtienen mayores ganancias sobre la inversión que las que únicamente invierten en desarrollar nuevos productos.
- Altos niveles de innovación se relacionan con mayores niveles de productividad.
- Las empresas que se encuentran más lejos de la frontera tecnológica, invierten poco en innovación.

En conclusión, las empresas que se involucran en la creación de proyectos innovadores presentan incrementos de productividad en sus diferentes áreas operativas, perciben mayores ganancias y, por lo tanto, pueden obtener mayor capital para invertir en productos innovadores.

### 3.2 Orientación del mercado sobre los resultados de las MIPYMES

Se han realizado diversas investigaciones para tratar de determinar si el grado de orientación al mercado influyen en los resultados de las MIPYMES. Gómez, Llonch y Rialp (2010), concluyen que, considerando la limitación de recursos de las MIPYMES y el costo elevado de introducir otras alternativas estratégicas, la orientación del mercado es una opción que le permite a este tipo de empresas crear valor para sus clientes y mejorar sus resultados. Además, Gómez, Llonch y Rialp (2010) encontraron que, la orientación del

mercado está relacionada, tanto de manera directa como de manera indirecta, con los resultados estas empresas.

Segura (2014) determina entonces que la orientación del mercado se define como la cultura organizativa que de forma más eficaz y eficiente genera los comportamientos necesarios para la creación de un valor superior para los compradores y, por consiguiente, mejores resultados para la empresa.

Con base en las investigaciones de Gómez Llonch y Rialp (2010) se identifican las siguientes acciones que denotan la orientación hacia el mercado:

- Formular estrategias dirigidas a crear valor para los clientes
- Plantear objetivos de satisfacción de los clientes
- Responder rápidamente a las acciones de la competencia
- Hacer circular en la empresa información sobre los clientes
- Actuar de manera coordinada para lograr la satisfacción de los clientes
- Compartir información y analizar los puntos fuertes y débiles de la competencia
- Conseguir que los empleados contribuyan a crear valor para los clientes

### 3.3 Diferencias entre MIPYMES tradicionales y modernas

Una de las grandes diferencias entre las MIPYMES consideradas como tradicionales y modernas, radica en factores tales como: la actitud emprendedora, el conocimiento profundo de la realidad, la flexibilidad tanto ante las nuevas tecnologías como en la realidad productiva y comercial (Segura, 2014).

Por otra parte, Segura (2014) identifica una serie de factores constantes en las MIPYMES innovadoras, entre los que destacan "conocimientos profundos de su personal, conocimiento del mercado y de su sector, búsqueda de la excelencia empresarial y una fuerte personalidad emprendedora de los fundadores". Es decir, que las posibilidades de modernización de las MIPYMES tienen una gran relación con el tipo de mentalidad que tengan los emprendedores que inician un negocio, más que con la disponibilidad de recursos con que cuentan.

### 3.4 Importancia de los servicios de asesoría externa

Existe evidencia empírica, a partir de diversos estudios en varios países que indican que generalmente las empresas que reciben apoyo externo en términos de asesoría y soporte, logran mejorar su desempeño y, esto se traduce en indicadores de venta y ganancias.

Un estudio realizado en Bangladesh en 1993 con empresas que recibieron servicios de soporte entre 1985 y 1990, encontró que los pequeños negocios que recibieron este tipo de apoyo tuvieron un mayor crecimiento en empleo, ventas y productividad, que las empresas que no lo habían recibido (Fuentes, 2009).

En otro estudio realizado en Bélgica para evaluar un programa de mejora mercadológica, arrojó como resultados que las empresas que recibieron mayor tiempo la consultoría obtuvieron mejoras significativas (Fuentes, 2009).

### 3.5 ¿Cuáles son los factores comunes que se han observado en MIPYMES con fuerte crecimiento?

Molina (2009) cita y compara las características identificadas en diferentes estudios realizados en las empresas gacela (aquellas que crecen rápidamente incluso en tiempos de crisis) de diversos países, entre los factores más comunes que las investigaciones identificaron se encuentran:

- La experiencia y formación del empresario
- El capital intelectual
- La inversión en innovación
- El reconocimiento de la importancia de las ideas del fundador
- La existencia de estructuras formales e informales de la organización
- La tecnología media y alta

Además, Molina (2009) añade los siguientes factores, identificados mediante una investigación en 12 PYMES en el estado de San Luis Potosí, México:

#### **Dinámica del propietario – dirigente:**

- Comercializa y negocia
- Involucra y valora a los empleados
- Cultiva las relaciones interpersonales
- Valora la innovación
- Agrega valor al cliente
- Es versátil en la conducción
- Muestra constancia
- Selecciona proveedores que agreguen valor

#### **Dinámica de la organización:**

- Domina su oficio
- Sabe lo que debe mejorar
- Aprende
- Controla sus costos y reinvierte
- Busca la diversificación
- Sabe fidelizar a sus clientes
- Aprovecha recursos
- Se integra con otras MIPYMES

### 3.6 ¿Cómo se relaciona una estrategia basada en el liderazgo de costo con el uso de tecnología innovadora?

La estrategia de liderazgo por costo es una de las más arriesgadas, dejando entre las posibilidades de competir en el mercado, la de basarse en el uso de tecnología que permita hacer más eficientes sus procesos productivos. Demuner y Mercado (2011), en un estudio realizado en empresas de autopartes en el estado de México, identificaron las siguientes características de una empresa centrada en el liderazgo de costos:

- Inversión constante en tecnología de punta
- Alta utilización de su capacidad de instalada
- Habilidades de ingeniería de procesos (diseño de productos exclusivos)
- Acompañamiento a sus clientes en asistencia técnica
- Personal experimentado y consolidado en la empresa
- Bajos niveles de rotación de personal
- Resolución de problemas
- Registro de inconformidades
- Identificación de desviaciones
- Intolerancia al desperdicio
- Construcción de indicadores de producción
- Construcción de indicadores de compras
- Construcción de indicadores de mantenimiento

Lo anterior indica que la estrategia basada en el liderazgo de costo implica el control de la mayoría de las variables involucradas en el proceso de producción, además de la constante modernización de tecnología para lograr la eficiencia de los mismos. Un error que se comete con bastante frecuencia en las MIPYMES es elegir esta estrategia sin contar con algún proceso de control o con la tecnología necesaria para hacer eficientes sus procesos.

### 3.7 ¿Cómo se relaciona una estrategia competitiva basada en la diferenciación por tecnología innovadora?

Esta estrategia de diferenciación consiste en enfrentar la competencia mediante la diferenciación del producto, por la tecnología utilizada, del servicio al cliente (por ejemplo, apps) o de la cadena de distribución. Generalmente lograr la este tipo de diferenciación exige más que la eficiencia productiva, se centra en la creatividad y el desarrollo de capacidades tecnológicas (Segura, 2014).

Demuner y Mercado (2011), encontraron que las empresas que logran competir por este tipo de diferenciación se destacan por su capacidad de investigación e innovación en sus productos y procesos, en el uso de nuevos materiales, documentación de sus procesos y vigilancia de sus costos.

### 3.8 ¿Qué empresas son las más innovadoras en México?

Segura (2014), cita los resultados obtenidos por INEGI – CONACYT, 1999-2000, 2004-2007; y del módulo de innovación tecnológica incluido en la encuesta sobre investigación y desarrollo tecnológico (ESIDET-MIT), 2006,2008, que permiten apreciar que las empresas que operan en México han tenido un comportamiento diferenciado en materia de innovación de acuerdo con su tamaño. Los resultados obtenidos indican que la capacidad innovadora de las grandes empresas se ha desplomado al pasar de 43% a 19%; las empresas conformadas entre 50 y 100 empleados han tenido un ligero repunte en este tipo de actividades, al pasar de 23.3% a 24.5%. Por lo tanto, en 1999-2000, las grandes empresas mostraban un comportamiento altamente innovador, muy por encima de la PYMES, pero en el año 2007 las PYMES innovaban más que las grandes empresas.

### 3.9 ¿En qué innovan las pequeñas y las grandes empresas en México?

La adquisición de maquinaria y equipo, otro tipo de tecnología externa y software relacionados con la innovación tecnológica, así como la investigación y el desarrollo tecnológico, son rubros donde se concentra la actividad innovadora de las PYMES (Segura 2014). Esto denota que la innovación ha generado una dinámica interna que se ve reflejada en el lanzamiento de innovaciones tecnológicas, servicios y métodos de entrega.

### 3.10 Ventajas de las MIPYMES en materia de innovación

En general se piensa que, debido a sus vastos recursos, solo las grandes empresas pueden incursionar en materia de innovación. Sin embargo, estudios realizados al respecto coinciden en mostrar que las MIPYME en años recientes han adquirido mayor dinamismo en procesos de innovación, el cual puede medirse a través de (Armenteros, 2011):

- El número de proyectos innovadores lanzados, tanto en productos como en procesos
- La colaboración para la innovación con otras empresas e instituciones
- La duración del ciclo de innovación
- La menor edad en el equipo productivo

Como factores subyacentes, es decir, como ventajas que poseen las MIPYMES para innovar, Armenteros (2011), señala:

- La flexibilidad asociada con el tamaño pequeño de este tipo de empresas. Lo que las habilita para tomar decisiones ágiles
- La cercanía con el cliente y el conocimiento de sus necesidades

Estos factores característicos de las MIPYMES son poco apreciados y capitalizados como factor de innovación.

### 3.11 La relación con el cliente puede detonar la innovación de las MIPYMES

En un estudio realizado en las MIPYMES de Piedras Negras, Coahuila, se encontró que la proximidad y el conocimiento del cliente son factores clave en la innovación de las MIPYMES siendo considerado como el motor del proceso de innovación (Armenteros, 2011).

### 3.12 Beneficios que propicia la innovación en las MIPYMES

En una investigación realizada en España (Institut Cerdá, 2004), se encontró que entre los beneficios asociados por la innovación destacan:

- Fidelización de los clientes
- Aumento en la capacidad de la empresa
- Incremento en las ventas
- Mayor margen de venta
- Reducción de costos
- Mejora de procesos
- Diferenciación del producto

### 3.13 ¿Cómo pueden las MIPYMES desarrollar tecnología?

El desarrollo de la tecnología es posible en la medida en que una empresa logra lo siguiente (Segura, 2014):

- Acumular capacidades tecnológicas y/o construir alianzas con actores que poseen este tipo de capacidades, por ejemplo, empresas más avanzadas en la cadena de valor, universidades y centros de investigación.
- Disponer de recursos que le permitan desarrollar aplicaciones tecnológicas más avanzadas. Estos recursos son en primer lugar, capital humano y en segundo lugar fondos para la investigación y el desarrollo.
- Desarrollar una planificación apropiada de la tecnología. Barjau (2006) propone un proceso de planeación tecnológica de cuatro etapas:

#### 1. Análisis de factores

##### Externos:

- Expectativas de clientes
- Tendencias del mercado
- Características del sector
- Relevancia de otros sectores
- Otros criterios

**Internos:**

- Características de productos
- Características de servicios
- Procesos de producción
- Capacidades de desarrollo / protección
- Estructura organizacional

**2. Definición de objetivos**

Definir los objetivos tecnológicos asociándolos a los objetivos del negocio. Establecer las estrategias para lograr objetivos tecnológicos. En esta etapa se sugiere:

- a) Identificar escenarios tecnológicos que sustenten las diferentes estrategias de negocio.
- b) Evaluar y comparar los escenarios, para identificar las estrategias más eficientes y eficaces.
- c) Seleccionar las estrategias que ayuden a lograr los objetivos de desarrollo de capacidades tecnológicas.

**3. Cartera de proyectos y organización de recursos**

Puede tomar una o varias de las siguientes formas:

- a) Adquirir tecnologías
- b) Desarrollar tecnologías
- c) Proteger tecnologías
- d) Desarrollar infraestructura para a su vez desarrollar tecnologías
- e) Buscar recursos financieros (programas públicos de apoyo)
- f) Formar capacidades en el personal asociado al desarrollo de tecnologías
- g) Modificar procesos dentro de la organización
- h) Otros de naturaleza similar

**4. Seguimiento del plan de tecnología**

Crear indicadores que permitan monitorizar la evolución del programa tecnológico a partir de diversos criterios:

**Criterios estratégicos:**

- Incremento de la participación en el mercado
- Creación de nuevas ventajas competitivas
- Liderazgo tecnológico en los mercados
- Otros equivalentes



#### **Criterios financieros:**

- Ingresos por nuevos productos
- Reducción de costos
- Ingresos por transferencia de tecnologías o por licenciamiento de títulos de propiedad intelectual
- Otros equivalentes

#### **Criterios operativos:**

- Aumento de productividad
- Reducción de costos en los procesos de producción
- Crecimiento en la diversidad de las líneas de producción (nuevos productos)
- Otros equivalentes

#### **Criterios tecnológicos:**

- Infraestructura para el desarrollo de (nuevas) tecnologías
- Crecimiento del número de tecnologías gestionadas en la organización
- Crecimiento en el número de tecnologías (clave) protegidas
- Otros equivalentes

### 3.14 Factores favorecen o inhiben la innovación en las MIPYMES

Como se mencionó con anterioridad, la capacidad innovadora es uno de los principales factores que les permite a las empresas posicionarse en el mercado (ventaja competitiva) al mejorar su productividad y desempeño comercial. La capacidad innovadora se define como "la habilidad de la organización para adoptar o aplicar de manera exitosa nuevas ideas, procesos o productos" (Gómez, Llonch y Rialp, 2010).

Moreno (2012) menciona que la innovación se clasifica generalmente en dos categorías: de producto o de proceso. Además, identifica factores generadores, catalizadores e inhibidores del esfuerzo innovador en las MIPYMES:

- **Generadores:** La competencia global, las especificaciones de los clientes y la necesidad de incorporar tecnología de vanguardia.
- **Catalizadores o aceleradores de la innovación:** Compromiso de la alta dirección; existencia de un departamento encargado de la función innovadora; presupuesto asignado específicamente para propiciar la innovación y la realización de convenios de colaboración con instituciones externas.
- **Inhibidores:** Resistencia al cambio, dificultad para modificar actitudes, tiempo en el puesto del encargado de la función, falta de heterogeneidad en de los equipos de innovación, y falta de presupuesto para innovación y desarrollo.

Además, estudios realizados en Pymes en España (Institut Cerda,2004) identifican como principales barreras para la innovación:

- **Problemas de financiación:** Las dificultades para acceder a recursos limitan el esfuerzo innovador a la disponibilidad de recursos propios.
- **Funcionamiento del sistema de transferencia tecnológica:** Se identifica como principal falla la insuficiente vinculación entre universidades y empresas y, el desconocimiento de éstas con respecto a las posibilidades de desarrollo de proyectos conjuntos.
- **Disponibilidad de recursos humanos apropiados.**

### 3.15 Factores que ocasionan el fracaso de las MIPYMES

Por otro lado, el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) en México, identifica que una mala administración, aunada a la falta de capacitación de los empresarios, sigue siendo la principal causa por la que desaparecen las MIPYMES en nuestro país. Las estadísticas son contundentes: 65 de cada 100 negocios nuevos cierran antes de los dos años de vida por errores administrativos, de acuerdo con datos de la Secretaría de Economía (SE, 2019).

Por su parte, la Comisión Nacional para la Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF, 2016) afirma que el 43% de las compañías en nuestro país fracasa debido a errores administrativos y sólo dos de cada 10 empresarios están capacitados para administrar su propio negocio.

Los flujos de efectivo no son suficientes: La producción de efectivo es uno de los principales fines de las empresas, ya que permite financiar las operaciones, invertir para sostener el crecimiento y pagar las deudas. Un flujo de efectivo negativo se interpreta como una señal preocupante acerca de la liquidez, como un claro aviso de un excesivo nivel de endeudamiento.

Según el instituto nacional del emprendedor (INADEM, 2016) analizando los datos donados por la compañía Aspel -una de las empresas líderes en software administrativo- se observan los siguientes errores administrativos que pueden acabar con cualquier compañía:

- **Existe un mal manejo de los inventarios:** No se conocen a fondo las existencias de producto y tampoco se controlan las mermas, lo que genera desabasto y pérdida de ventas, utilidades, clientes y mercado.
- **La contabilidad no está actualizada y al día:** No se tiene una idea precisa de la rentabilidad y de los compromisos que se deben cumplir.
- **Ausencia de controles internos:** Esto demuestra que se tienen fugas de todo y, por lo tanto, los objetivos que se habían planteado al inicio, no se podrán alcanzar.

- **No hay una adecuada determinación de costos:** El empresario se da cuenta de que su precio de venta es bajo con respecto a lo que realmente está gastando, ya que no contempló, por ejemplo, la proporción de los gastos fijos, tales como la renta de la oficina, luz, etc.
- **No se hacen presupuestos:** Ninguna empresa puede operar sin una previsión realista de los recursos económicos que necesitará para solventar los gastos.
- **Nula planeación de las actividades fiscales:** Esto incluye no estar enterado de las modificaciones a la legislación tributaria, desconocer las fechas de pago de impuestos y no cumplir con las obligaciones fiscales.
- **Falta de análisis financiero:** Es muy importante porque informa si los cambios en las actividades y los resultados han sido positivos o negativos; también permite definir cuáles merecen mayor atención, y fomenta una adecuada toma de decisiones.
- **Se desconoce qué y cuánto se vendió:** No hacer cuentas y no llevar un registro administrativo rígido es el pase directo a la quiebra.

Ante este panorama, es fundamental para todo empresario de una MIPYME combinar su capacitación con estrategia, asesoría profesional y tecnología, con el fin de crear una sólida plataforma administrativa que le permita tomar decisiones clave para su negocio, generar ventajas competitivas y asegurar su permanencia en el mercado (INADEM, 2016).

Según García Canseco (2015) el inicio del fracaso es la incapacidad evidente para afrontar con oportunidad sus compromisos de pago, esa falta de liquidez crea una crisis temporal que no de ser solucionada adecuadamente, se convierte en crisis permanente, afectando a varias áreas de la empresa, lo que se vuelve más difícil de controlar; algunos síntomas son:

- Pérdida gradual del mercado
- Disminución de la rentabilidad
- Pérdida del personal clave u operativo
- Incremento de pasivos
- Falta de liquidez
- Renuncia de proveedores
- Incremento de cuentas por pagar
- Pérdida de productividad
- Problemas laborales

Por su parte, la CONDUSEF (2011), publicó la investigación de Las MIPYMES en México, de ahí se tomaron los 10 errores más comunes que terminan con la vida de las MIPYMES:

- Ausencia de cultura empresarial: misión, visión y valores
- Falta de análisis estratégico: que requiere el mercado
- Mala administración: 43% de las empresas fracasan por estos errores
- Incompetencia personal: sólo dos de cada 10 empresarios están capacitados para administrar su propio negocio
- Creerse todólogo: en la medida de lo posible, contratar al personal necesario
- Mala planeación financiera

- Endeudamiento sin previsión: diferenciar la deuda del capital
- Centralización del poder: a largo plazo, los vínculos familiares motivan la desaparición de las empresas
- Ausencia de controles: cuanto más joven es la empresa, es más importante tener medidas de control
- Falta de planeación: solucionar las cosas según se presentan limitan por mucho el crecimiento de la empresa

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el periodo 2009 – 2012 realizó un estudio donde se muestra que las causas que originaron el cierre de la mayoría de los negocios con menos de 100 empleados fueron los siguientes:

- Poca rentabilidad (finanzas)
- Falta de liquidez (finanzas)
- Rentas elevadas (costos)
- Inseguridad
- Motivos personales

Los resultados de este estudio muestran que el aspecto financiero fue la causa fundamental del fracaso de las empresas con 80% de los casos. Sin embargo, un punto que cabe resaltar es que por primera vez la inseguridad del país (México) aparece como factor de fracaso.

Por otro lado, en un estudio donde se evaluaban más de 40 causas de fracaso, concluyeron que las cinco causas de fracaso en México son las siguientes:

- Ingresos insuficientes para subsistir
- Falta de indicadores
- Falta de proceso de análisis
- Planeación deficiente
- Problemas en la ejecución

A su vez, la nueva plataforma digital The Failure Institute que se encarga de recopilar información e historias sobre el fracaso de empresas de todas partes de mundo, realizó un estudio único en su tipo que reveló las principales razones que llevan al fracaso a los emprendimientos en México, los resultados de este estudio son los siguientes:

#### **Finanzas:**

- 65% ingresos insuficientes para subsistir
- 40% gastos operativos excesivos
- 40% mala administración del dinero
- 38% problemas de financiamiento
- 35% retraso del pago de clientes
- 25% problemas de crédito de sus proveedores

#### **Administración:**

- El 48% falta de indicadores
- El 44% análisis del proceso

- El 44% planeación deficiente
- El 43% problemas de ejecución
- El 39% estructura organizacional inadecuada
- El 33% mal manejo del tiempo
- 28% liderazgo liberal

#### **Mercadotecnia:**

- 41% punto de venta inadecuado
- 41% estudio de mercado débil
- 33% mercado meta mal seleccionado
- 31% pérdida de clientes
- 29% precio inadecuado
- 14% producto mal diseñado
- 5% empaque o envase mal diseñado

#### **Recursos humanos:**

- 29% falta de desarrollo personal
- 21% problemas de compensación
- 20% falta de selección adecuada
- 16% robos por parte del personal
- 14% rotación del personal

#### **Factores externos:**

- 37% crisis económica o política
- 26% cambios repentinos en gustos de clientes
- 19% entrada repentina de un proveedor fuerte
- 18% problemas con proveedores o contratistas
- 16% reformas legislativas
- 13% problemas con grupos delictivos
- 11% aparición de nuevas y mejores tecnologías
- 10% descontento de los grupos de interés

#### **Aspectos técnicos:**

- 22% problemas de tamaño de capacidad de instalada
- 13% problemas con la materia prima
- 5% aplicación de patentes

## Capítulo 4. Metodología utilizada

### 4.1 Enfoque de la investigación

La primera etapa del presente trabajo de investigación consiste en procurar conocimiento relacionado con los diferentes factores de éxito y fracaso de MIPYMES, principalmente en aspectos de innovación y desarrollo tecnológico en sus procesos de producción y servicio. Posteriormente, se expone un caso de estudio en el cual se presenta la aplicación de los elementos de desarrollo tecnológico y su impacto dentro de la correspondiente organización. Para el cumplimiento de lo anterior se contempla el desarrollo e implementación de elementos de innovación tecnológica (automatización de los procesos de manufactura y de adquisición de datos).

### 4.2 Metodología para el desarrollo del caso de estudio

En este capítulo se describe la metodología que se aplicó en el caso de estudio, la cual se llevó a cabo en una micro empresa dedicada a la manufactura de resinas plásticas. El desarrollo de ésta se define a través de las siguientes fases:

- Recolección de la información
- Mapeo de procesos a estudiar
- Identificación de áreas de oportunidad
- Búsqueda de causas origen
- Propuesta de mejora

En la **figura 4.1** se expone el gráfico de las fases del desarrollo del presente trabajo:

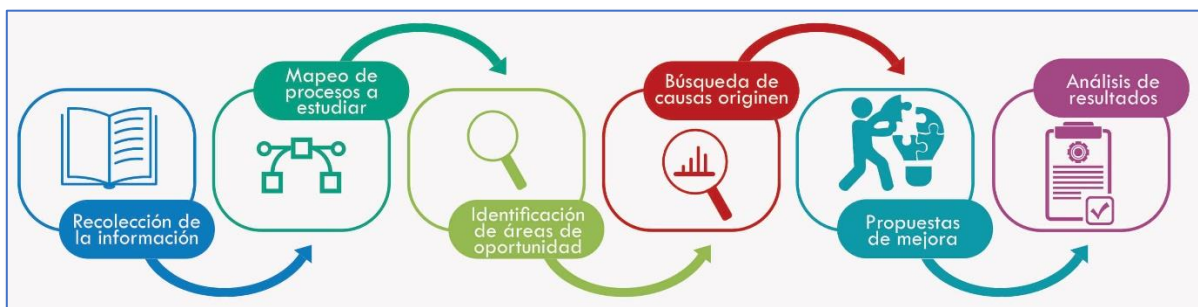


Figura 0.1. Metodología propuesta para el desarrollo del caso de estudio

El objetivo de abarcar estas fases es lograr una mejora en las actividades y los procesos de la empresa que le permita ser más efectiva y eficiente al promover su desarrollo a través de la innovación tecnológica.

## 4.2.1 Recolección de información

Posterior a la revisión bibliográfica, se realiza la recolección de la información necesaria para realizar una descripción detallada de la empresa con el objetivo de conocer aspectos de relevancia como:

- Estructura organizacional
- Métodos de trabajo
- Grado de capacitación del personal
- Experiencia del personal
- Tipo de maquinaria

Para entender adecuadamente las características de la empresa, el presente trabajo se dividió en cuatro partes fundamentales, mismas que muestran a continuación en la **figura 4.2:**



Figura 0.2. Metodología propuesta para la recolección de información

- a) **Recolección de la información:** El objetivo principal de la recolección de la información es identificar patrones y elementos clave que sean de utilidad para conocer, comprender y analizar el estado actual de la empresa al percibir como interactúan los diversos factores de la organización dentro de sus procesos. Esta fase se llevó a cabo a través de:
- Revisión del estado del arte (tesis, reportes, artículos, libros, páginas web, etc.).
  - Documentación de buenas prácticas de operación de empresas similares a la propuesta en el caso de estudio (históricos de producción, indicadores de productividad, personal, etc.).
- b) **Entrevistas.** Se refiere a la reunión entre un entrevistado y un entrevistador con la finalidad de que el segundo obtenga información del primero sobre determinado aspecto. Las entrevistas se clasifican en estructuradas, semi estructuradas y libres. En este caso particular se empleó una entrevista semi estructurada debido a la flexibilidad que tiene el entrevistador para seguir un conjunto de preguntas predefinidas, pero también de reformularlas, precisar conceptos, inquirir conceptos o bien cambiar el orden de las

preguntas. El objetivo de esta fase es obtener datos relevantes de sus diferentes procesos como son: compras, ventas, administración, clientes, estructura organizacional, métodos de fabricación, personal, productos, materia prima, entre otros.

- c) **Visita a las áreas de trabajo.** El objetivo de visitar las áreas de trabajo es obtener información de primera mano sobre todos aquellos medios en los cuales se observan directamente las variables interesadas en su entorno natural. Las visitas realizadas además de permitir recolectar información permitieron detectar cuales otros factores están influyendo en el desempeño de los procedimientos de la empresa. A través de estas visitas se recolectan diferentes datos como: tiempos de producción, tipos de producto, tipos de maquinaria, tipos de materia prima, ambiente laboral, desperdicios, causas retrasos en la producción, causas de retrasos en la entrega de productos, entre otros.
- d) **Recopilación y validación de la información:** Se refiere a la recopilación, organización y análisis de toda la información, con el objetivo de facilitar su consulta. Se reduce la información para desechar la información que no es relevante para el estudio y se separan los datos en categorías para facilitar el análisis.

Una vez realizado lo anterior se realizó un proceso de validación, el cual se llevó a cabo a través de la comparación entre los datos obtenidos a través de las entrevistas y las visitas a las áreas de trabajo, de esta forma fue posible determinar si existían discrepancias por parte de alguno de los métodos de recolección de información. Además, se presentó la información recabada al personal responsable de cada área con la finalidad de validar y complementar la información recopilada. En este caso particular no se encontraron diferencias que pudieran ser significativas en la descripción de los procesos de la empresa.

#### 4.2.2 Mapeo de los procesos a estudiar

El mapeo de procesos nos permite comprender con mayor profundidad la situación actual de la organización a través de sus procesos. Además, ayuda entender cómo se llevan a cabo, la relación que existen entre ellos, a visualizar los puntos fuertes, los puntos débiles y aquellos que necesitan ser mejorados, tales como: fallas de integración, obstáculos, actividades redundantes o duplicadas, etc.

Por otro lado, facilita la construcción de sistemas de medición e indicadores de rendimiento al permitir evaluar de manera oportuna la ejecución de las tareas, la obtención de resultados, costos, producción y productividad.

Para esta fase se realizó una descripción gráfica de sus principales procesos representada por un conjunto de bloques desde su inicio hasta su final. También se realizaron sus respectivos diagramas de flujo que muestran de manera generalizada los procesos y actividades de la empresa.



Los datos necesarios para la descripción de los respectivos procesos fueron obtenidos a partir de pequeñas entrevistas a los operadores de la maquinaria y de las visitas a las respectivas áreas de trabajo.

Además, este paso permite definir de manera clara los tipos de procesos y dividirlos en sus respectivas categorías:

- **Procesos estratégicos.** Son aquellos que están relacionados con el funcionamiento de todas las áreas de la empresa. Corresponden a los cargos de dirección y gerencia y deben ofrecer un soporte para la adecuada toma de decisiones. Están orientados a la definición y control de las metas de la organización, así como las estrategias para su alcance.
- **Procesos operativos.** Son aquellos que permiten desarrollar las actividades y que están vinculadas a la cadena de valor.
- **Procesos de soporte.** Son aquellos que, aunque no tienen relación directa con la actividad comercial de la empresa son necesarios para el adecuado funcionamiento de ésta.

#### 4.2.3 Identificación de áreas de oportunidad

Esta fase se basa en identificar cuáles son los problemas u obstáculos a los que se enfrenta la organización y que la limitan en su desarrollo y/o permanencia. Para lo anterior, es necesario conocer los procesos propios de cada organización (operativos, administrativos, manufactura, servicio, etc.), determinar sus principales problemas y alcances, así como sus posibles causas origen.

Esta etapa propone tomar como base la investigación realizada en la sección 3.15 del capítulo anterior, donde se exploraron los diferentes factores internos y externos que promueven el fracaso de las empresas. Para facilitar la identificación de las posibles áreas de oportunidad de la organización y, realizar su adecuado análisis se utilizó la clasificación de factores propuesta en esta sección:

- Finanzas
- Administración
- Mercadotecnia
- Recursos humanos
- Factores externos
- Aspectos técnicos

Esta clasificación permite analizar y comparar los procesos de la empresa respecto a las fallas más comunes de las MIPYMES de manera clara, facilita la asignación de los recursos de la investigación y ayuda a identificar los puntos de mejora de forma rápida. El resultado final es una lista de problemas principales que limitan el desempeño de la empresa.

#### 4.2.4 Búsqueda de causas origen de los problemas

Esta fase permite examinar detalladamente, clasificar y ordenar las diferentes causas no deseables encontradas en los diferentes procesos. Para este fin se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- a) Revisión de la información obtenida a través de las visitas a las áreas de trabajo, cuyo objetivo fue validar la información recabada respecto a las posibles causas que originan los problemas en los procedimientos de la empresa.
- b) Revisión de la información obtenida a través de las entrevistas al personal de la empresa, cuyo objetivo fue conocer la perspectiva de los participantes sobre las posibles causas que originan los problemas dentro de los procesos de la empresa.
- c) Esta fase propone el uso de herramientas como los diagramas causa – efecto (Ishikawa) las cuales son una herramienta que permiten representar la relación existente entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo originan. Estos diagramas permiten clasificar las categorías dentro de las cuales se pueden identificar las causas del problema (métodos, maquinaria, mantenimiento, medición, medio ambiente y mano de obra). Las causas identificadas serán aspectos específicos, propios de cada categoría y al estar presentes, están contribuyendo o generando el problema.

Los pasos utilizados para la elaboración del diagrama causa – efecto son:

- Identificar las categorías que se consideren apropiadas para el problema. En este punto se puede tomar como base las seis principales categorías mencionadas anteriormente.
  - Proponer causas principales e identificar cada categoría que corresponda.
  - Una vez identificadas las causas principales, se procede a llevar a cabo un análisis de cada causa para proponer una solución.
- d) Una vez realizadas las actividades anteriores, se llevó a cabo una nueva validación con la finalidad de complementar o rectificar la información recopilada.

#### 4.2.5 Propuesta de mejora

El objetivo de las propuestas de mejora consiste fundamentalmente en renovar los procesos de la organización y cuya finalidad es que sean más eficientes y competitivos.

En esta etapa se pretende brindar soluciones alternativas que contribuyan a alcanzar el mejoramiento de la organización al implantar las herramientas necesarias que fortalezcan las áreas de oportunidad de acuerdo a los diferentes procesos de la empresa. Para el cumplimiento de lo anterior se realizaron las siguientes actividades:

- **Análisis de los procesos en busca de posibles mejoras, correcciones o fortalecimiento.** A partir de la identificación de problemas y de sus posibles causas se proponen diversas alternativas de solución que permitan corregir, eliminar o mitigar los problemas determinados.
- **Selección de problemas a corregir.** Para el presente trabajo se seleccionaron aquellos que pueden ser fortalecidos a través de herramientas tecnológicas.
- **Factibilidad de las soluciones propuestas.** Una vez seleccionados los potenciales problemas a corregir, se analizó la factibilidad de cada solución según los requisitos o requerimientos necesarios para llevar a cabo los cambios o modificaciones necesarias.
- **Propuestas de solución.** Finalmente, se tiene como resultado las propuestas de solución para los problemas seleccionados según su factibilidad.

#### 4.2.6 Análisis de resultados

La última fase consiste en medir los resultados obtenidos a partir de las mejoras implantadas en los procesos de la empresa, el resultado de los cambios obtenidos varía según el tiempo que la solución propuesta lleve implementada en el respectivo proceso de la empresa. Para cumplir con este fin, se llevó a cabo una comparación entre los resultados obtenidos de los procesos antes y después de la propuesta de solución, por ejemplo: número de productos producidos, número de productos defectuosos, cantidad de personal encargado de un determinado proceso, etc.

El detalle de los pasos, presentado en las secciones anteriores, se muestra gráficamente en la **figura 4.3**

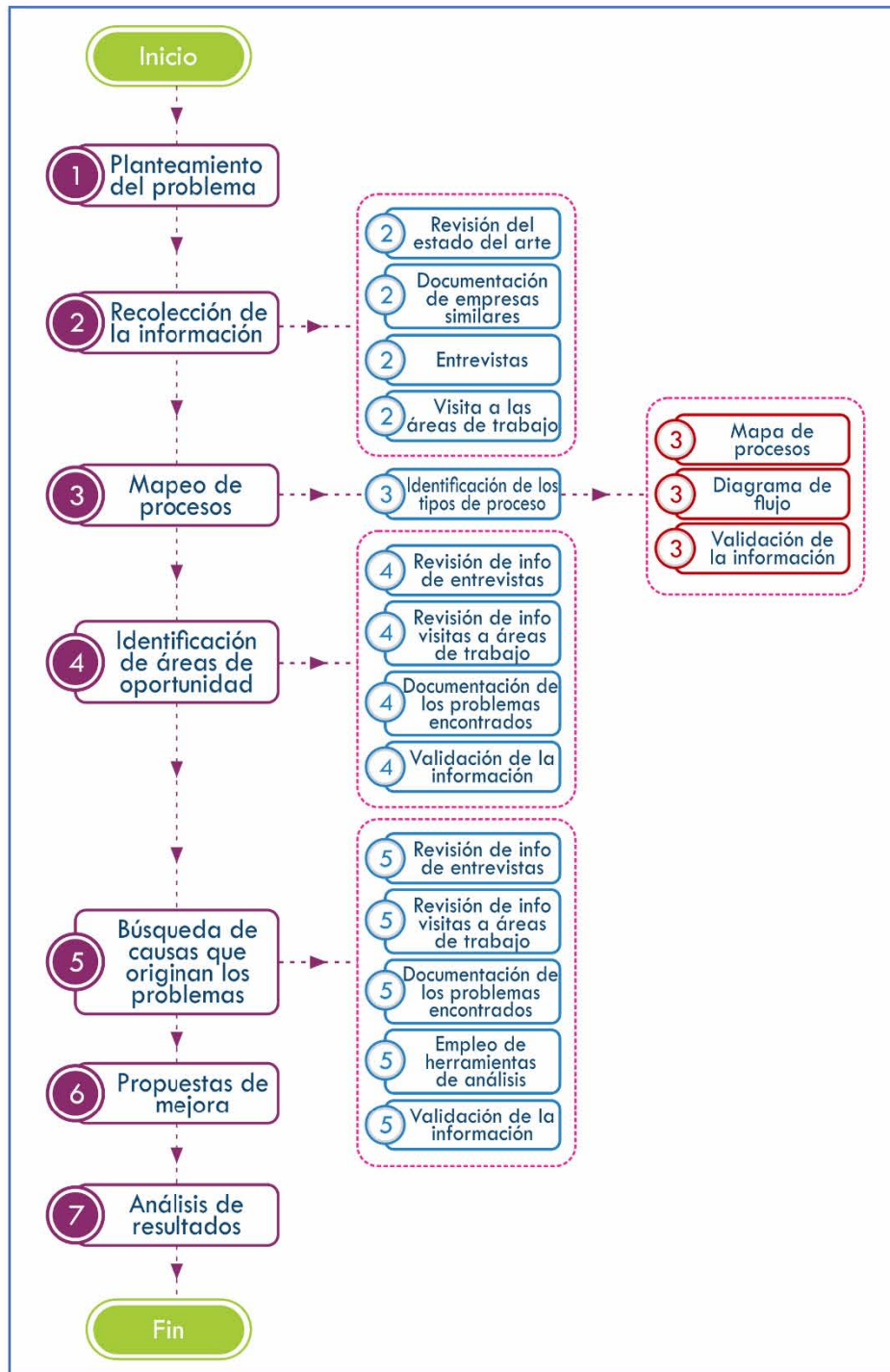


Figura 0.3. Metodología representada en diagrama

## Capítulo 5. Caso de estudio: Plásticos Moctezuma

### 5.1 Antecedentes

Plásticos Moctezuma es una empresa mexicana fundada en 2008, dedicada a la fabricación de productos de soplado de plástico. Con el paso de los años su presencia en el mercado fue creciendo, así como su inversión en el negocio. Actualmente, ofrece empleo a 9 personas entre personal administrativo y operativo.

La empresa se encuentra ubicada al oriente de la Ciudad de México en la alcaldía Iztapalapa (**figura 5.1**) y, de acuerdo con la estratificación de las empresas propuesta por el Diario Oficial de la Federación (DOF), publicada en 2018, conforme al número de trabajadores es considerada una micro empresa.

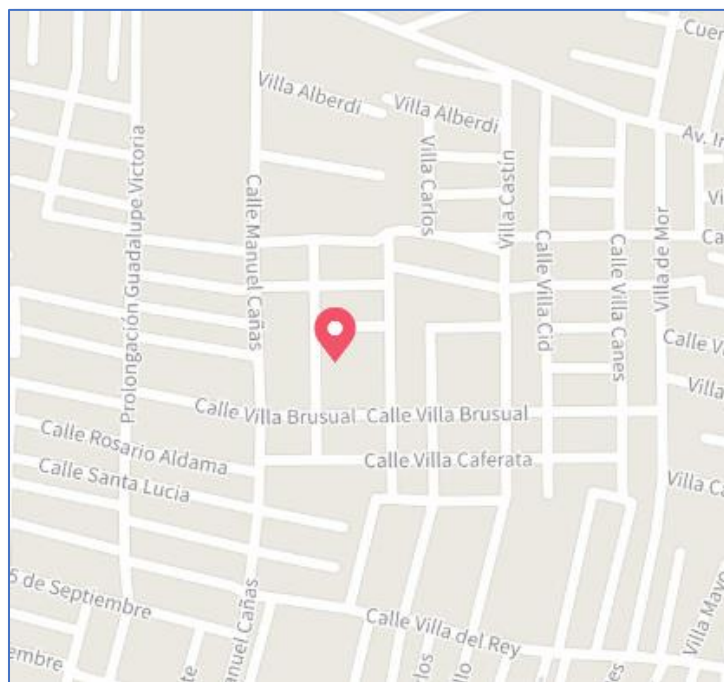


Figura 0.1. Ubicación de la empresa

Inicialmente, plásticos Moctezuma ofrecía al mercado hasta cinco productos entre los que se encontraban: botellas y garrafas con capacidad de 1L, así como envases con capacidad de 1/4 kg, lo anterior debido a que la inversión necesaria para la fabricación de los moldes para cada producto es relativamente alta.

### 5.1.1 Estructura organizacional

A continuación, se presenta la estructura organizacional de la empresa, la cual muestra la división de las actividades y las áreas o departamentos encargados de éstas. Cabe mencionar que esta estructura, aunque bien es la manera en que la empresa gestiona, coordina y organiza sus actividades, se percibe como una estructura organizacional informal, ya que los encargados y el personal de ciertas áreas también participan como apoyo en otras, según los requerimientos de la situación, esto determina la manera de trabajar dentro de la empresa. El organigrama de la empresa se muestra en la **figura 5.2**:

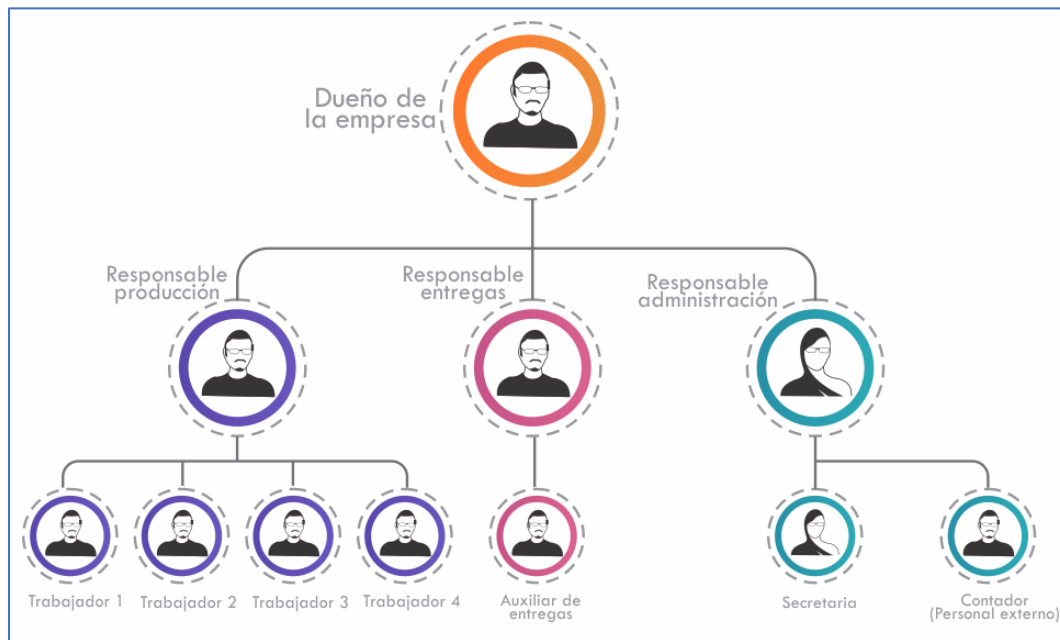


Figura 0.2. Organigrama de plásticos Moctezuma

## 5.2 Descripción de la técnica de moldeo de plástico

El moldeo de los plásticos consiste en dar las formas y medidas deseadas a un plástico por medio de un molde en donde se vierte el plástico fundido para que adquiera su forma. Para ello, los plásticos se introducen a presión en los moldes. En función del tipo de presión, se tienen dos tipos de moldeo:

- **Moldeo a alta presión.** Se realiza mediante máquinas hidráulicas que ejercen la presión suficiente para el moldeo de las piezas. Básicamente existen tres tipos: compresión, inyección y extrusión.
- **Moldeo a baja presión (soplado de plástico).** Se emplea para dar forma a láminas de plástico mediante la aplicación de calor y presión hasta adaptarlas a un molde. El procedimiento (**figura 5.3**) consiste en aplicar aire a presión contra la lámina de plástico hasta adaptarla al molde, este procedimiento se denomina moldeo por soplado.

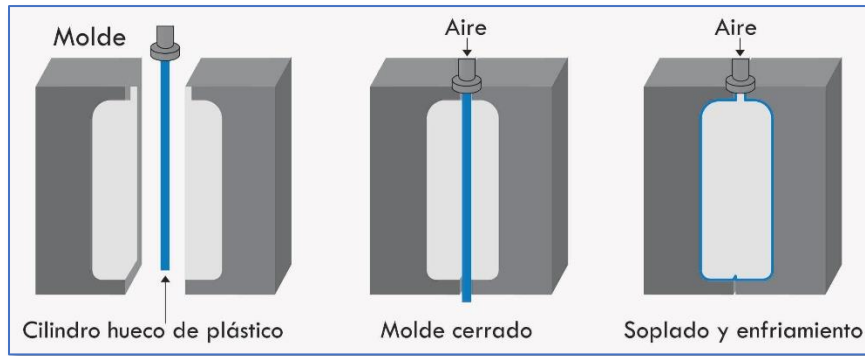


Figura 0.3. Técnica de moldeo de plástico a baja presión (soplado)

Cabe mencionar que la técnica de moldeo empleada por plásticos Moctezuma para la elaboración de sus productos es la de moldeo a baja presión.

### 5.2.1 Productos

Actualmente, plásticos Moctezuma ofrece más de 32 productos entre los que se encuentran botellas, garrafas, floreros de temporada y envases; todos en diferentes capacidades. Además, la empresa ha diversificado su uso de materia prima entre material natural (polietileno de alta densidad 56035 virgen) y material reciclado (polietileno de alta densidad 56035 color blanco). Estos productos se muestran en las **figuras 5.4** y **5.5** respectivamente:



Figura 0.4. Productos de polietileno natural 56035





Figura 0.5. Productos línea verde (productos de material 100% reciclado)

## 5.2.2 Maquinaria

Durante el periodo de elaboración del presente caso de estudio, Plásticos Moctezuma contaba con la siguiente maquinaria para el proceso de fabricación de sus productos (tabla 5.1):

Tabla 0.1. Listado de maquinaria de plásticos Moctezuma.

Maquinaria	Cantidad
Compresor de aire	1
Maquinaria manual	2
Maquinaria semi automática (relevadores)	2
Molino	1



### 5.2.3 Proveedores y clientes

La empresa tiene como principales proveedores de materia prima a pequeños comerciantes quienes le venden la materia prima en común acuerdo (existencia de la misma y disponibilidad de pago). Estos proveedores tienen la ventaja de la cercanía con la ubicación de la empresa.

Por otro lado, la empresa cuenta con dos tipos de clientes: directos (usuarios finales) y distribuidores.

La venta a clientes directos se lleva a cabo a través de la atención en las instalaciones de la empresa, la mayoría de estas ventas se realiza vía telefónica. Por su parte, la venta a distribuidores se realiza principalmente de forma personal en las instalaciones de la empresa.

### 5.3 Proceso de recolección de información

La recolección de la información se llevó a cabo a través de dos principales instrumentos:

- a) Visita a las áreas de trabajo (observación directa)
- b) Entrevistas

#### 5.3.1 Visita a las áreas de trabajo (observación directa)

El proceso de observación directa se llevó a cabo en el contexto natural de cada área de la empresa, para el presente caso de estudio se llevó a cabo en tres áreas:

- **Oficina.** Este lugar es el sitio donde se recibe la información relacionada con los clientes como: pedidos, créditos, compras, ventas, etc. (**figura 5.6**).

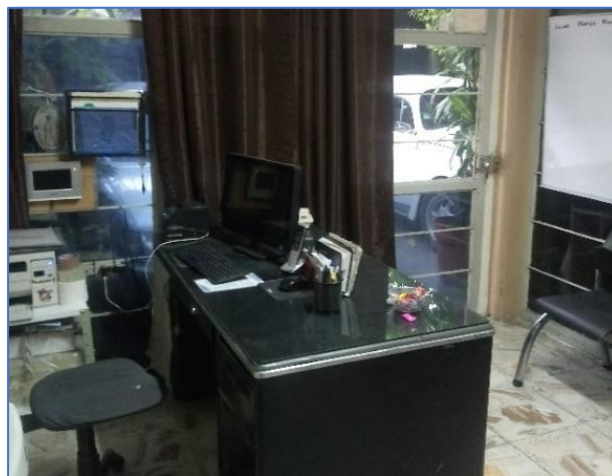


Figura 0.6. Oficina de Plásticos Moctezuma

- **Almacén.** Este lugar es donde se lleva a cabo el almacenaje de la materia prima y productos terminados (bolsas, polietileno de alta densidad, productos terminados) (**figura 5.7**).



*Figura 0.7. Almacén de Plásticos Moctezuma*

- **Área de producción.** Este lugar es donde se lleva a cabo la conversión de la materia prima a productos terminados, pasando por los procesos de manufactura, terminado y empackado (**figura 5.8**).



*Figura 0.8. Área de producción*

### 5.3.2 Entrevistas

El proceso de la preparación de la entrevista semiestructurada (**figura 5.9**) comenzó con la definición de cuáles son los datos que se pretendían conocer con la aplicación de ésta, es decir, la determinación de qué queremos saber con la entrevista. Con base en esto, se seleccionaron a los potenciales entrevistados según: experiencia, cargo y/o función dentro de la empresa; lo anterior con el fin de obtener detalles para planificar las preguntas específicas de cada área.



Figura 0.9. Metodología propuesta de la preparación de la entrevista

Para este caso en particular, se entrevistaron a las siguientes personas:

- **Personal directivo.** Consta del fundador de la empresa quien básicamente toma las decisiones que dirigen a la empresa.
- **Personal administrativo.** Consta de un responsable del área y de una asistente quien es la encargada de: atender las llamadas telefónicas de clientes y proveedores, atender a los clientes en el proceso de venta, recibir a los proveedores y pasar los pedidos de los clientes al área de producción.
- **Personal operativo.** Representado por cuatro personas encargadas de realizar el proceso de manufactura.

Basado en la información descrita en el capítulo tres del presente trabajo, se realizaron preguntas al personal anteriormente descrito de acuerdo a sus funciones y actividades observadas dentro de la empresa, las categorías y las preguntas fueron las siguientes:

#### Escolaridad y conocimientos:

- ¿Cuenta con educación o conocimientos en administración o finanzas?
- ¿Cuenta con educación o conocimientos en desarrollo de empresas?
- ¿Cuenta con educación o conocimientos sobre atención al cliente?
- ¿Cuenta con educación o conocimientos de cómputo?
- ¿Cuenta con una capacitación adecuada sobre su área de trabajo?
- ¿Cuenta con educación o conocimientos sobre mantenimiento de su equipo de trabajo?
- ¿Cree que la tecnología mejoraría el desempeño de su área de trabajo?

### **Cultura empresarial:**

- ¿Conoce la misión, visión y valores de la empresa?
- ¿La empresa cuenta un plan estratégico, lo conoce?
- ¿La empresa cuenta con una estructura organizacional, la conoce?
- ¿Conoce las fortalezas y debilidades de su empresa?

### **Finanzas:**

- ¿Los ingresos que genera la empresa son suficientes para subsistir?
- ¿Considera que sus gastos operativos son adecuados?
- ¿Considera que se lleva a cabo una administración adecuada de los ingresos?
- ¿La empresa tiene problemas de financiamiento?
- ¿Los pagos de los clientes son oportunos?
- ¿Los proveedores ofrecen crédito a la empresa?

### **Administración:**

- ¿Cuenta con indicadores de sus procesos?
- ¿Cuenta con un análisis de sus procesos?
- ¿Cuenta con alguna planificación de manejo de tiempos?
- ¿Sus procesos se ejecutan sin problemas?
- ¿Conoce de productos que vende diariamente, por semana, por mes?
- ¿Conoce la cantidad de materia prima que consumen sus productos?
- ¿Conoce la cantidad de productos que tiene actualmente en inventario?
- ¿conoce la cantidad de materia prima que tiene actualmente en inventarios?
- ¿Conoce los niveles de desperdicio actuales de sus procesos de operación?

### **Recursos humanos:**

- ¿Considera que la selección del personal es adecuada?
- ¿La rotación del personal es baja?
- ¿La capacitación del personal es adecuada?
- ¿El periodo de capacitación del personal de recién ingreso es corto?
- ¿Conoce cuál es su función dentro de la empresa?
- ¿Las actividades orientadas a la producción son exhaustivas?

### **Factores externos:**

- ¿Los proveedores de materia prima de la empresa son confiables?
- ¿La disponibilidad de materias primas es constante?
- ¿Los costos de la materia prima son constantes?

### **Aspectos técnicos:**

- ¿El tamaño de capacidad de instalada de la empresa es adecuado?
- ¿La empresa cuenta con un suministro adecuado de la materia prima?
- ¿Considera que la maquinaria con la que cuenta es la adecuada?
- ¿Considera que el nivel de automatización en sus procesos es adecuado?

- ¿Cuenta con sistemas digitales para llevar a cabo sus procesos de gestión?

**Otros:**

- ¿Cuáles son los factores que usted considera son claves para el desarrollo de la empresa?
- ¿Cuáles son los factores que usted considera que afectan a la empresa?
- ¿Cuáles son las áreas de la empresa que considera tiene mayores problemas?
- ¿Cuáles son las principales fallas o deficiencias que considera se tienen su área de trabajo?
- ¿Conoce que productos generan mayores ganancias a la empresa?
- ¿Cuentan con revisiones que aseguren la calidad de sus productos?
- ¿Cuáles son los canales de comunicación entre las diferentes áreas?
- ¿Cuentan con registros históricos de compras y ventas?
- ¿Puede describir los diferentes procesos de la empresa?
- ¿Cuáles son las principales problemáticas que tiene con sus proveedores?
- ¿Los clientes están satisfechos con sus productos y su servicio?

### 5.3.3 Recopilación de la información

La recopilación de la información se llevó a cabo a través de la reunión, síntesis y clasificación de la información recolectada.

## 5.4 Mapeo de los principales procesos de la empresa

Con la finalidad de describir y comprender la manera de en qué la empresa maneja sus procesos, se elaboraron los respectivos mapas de proceso y los diagramas de flujo de las actividades principales.

Se sabe que en la organización existen una diversidad de procesos, en este caso, solo se describen aquellos que son más importantes o bien aquellos que tienen más problemas o que requieren de control inmediato, por ejemplo, aquellos para entregar un producto o servicio a un cliente, aquellos en áreas donde se acumula carga de trabajo o se dan continuamente errores, procesos donde se tenga que cumplir con tiempos de entrega o niveles de servicio, etc.; estos procesos se muestran en la **tabla 5.2**:

**Tabla 0.2. Procesos de la empresa**

Proceso	Tipo de proceso
Ventas	Operativo
Compras	Soporte
Producción	Operativo
Cobranza	Operativo
Entrega	Operativo

El proceso de atención a pedidos (**figura 5.10**) es crucial para asegurar la satisfacción del cliente, este proceso se interrelaciona con el resto de los procesos y da inicio a todas las operaciones de la empresa. Comienza con la recepción del pedido (entrada) pasando por

los procesos de producción, adquisición de mercancía, entregas y finalmente cobranza (salida). Este proceso es fundamental para el correcto funcionamiento del resto de los procesos.

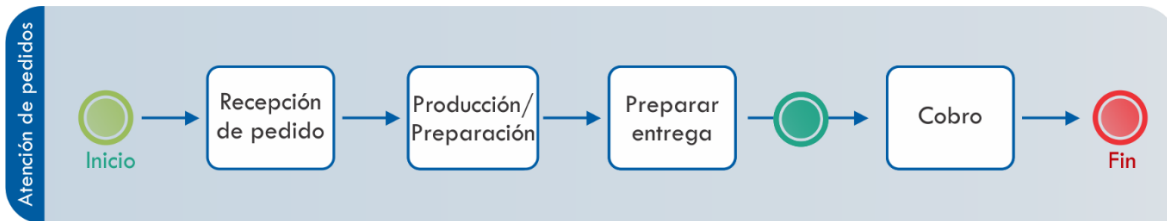


Figura 0.10. Atención a pedidos

El proceso de producción (**figura 5.11**) inicia con la recepción del pedido (entrada). La adecuada planificación de la producción es la clave para concluir con éxito (en tiempo y cantidad) la producción solicitada (salida).

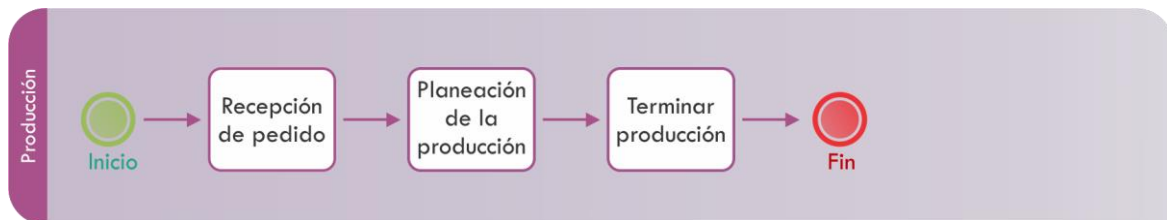


Figura 0.11. Producción

El proceso de entregas (**figura 5.12**) tiene como entrada, la producción completa solicitada por el cliente, pasa por la planificación de entregas y termina cuando se entrega el pedido completo al cliente.

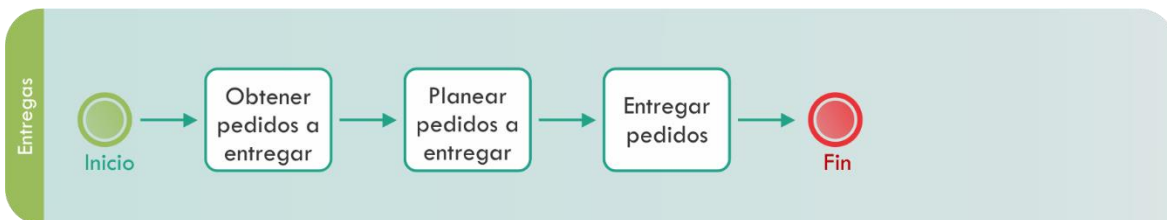


Figura 0.12. Entregas

El proceso de cobranza (**figura 5.13**) tiene como entrada, la entrega del pedido según las especificaciones del cliente, la presentación de su respectiva factura y validación de pago o de crédito según sea el caso. Este proceso concluye hasta que la orden ha sido pagada.

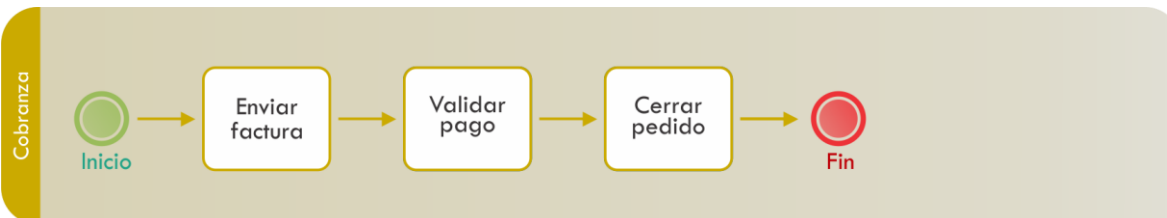


Figura 0.13. Cobranzas

El proceso de compras (**figura 5.14**) permite llevar a cabo con éxito el proceso de producción, este proceso de soporte determina en gran medida si se cumplirán o no, los tiempos de entrega prometidos a los clientes.

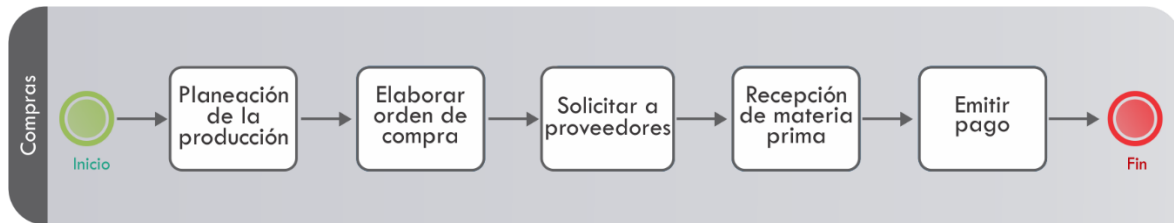


Figura 0.14. Compras

Una vez descritos e identificados los procesos clave (operativos y de soporte) para la empresa, el siguiente paso según el enfoque sistémico radica en examinar las relaciones que existen entre ellos para determinar el grado de influencia que un proceso tiene sobre otro, de esta manera es posible identificar procesos ocultos derivados de las diferentes formas de agrupación de éstos.

A continuación, se presentan algunas de las diferentes relaciones entre procesos que se identificaron durante la elaboración del mapa de proceso general de la empresa (**figura 5.15 a la 5.17**, respectivamente).

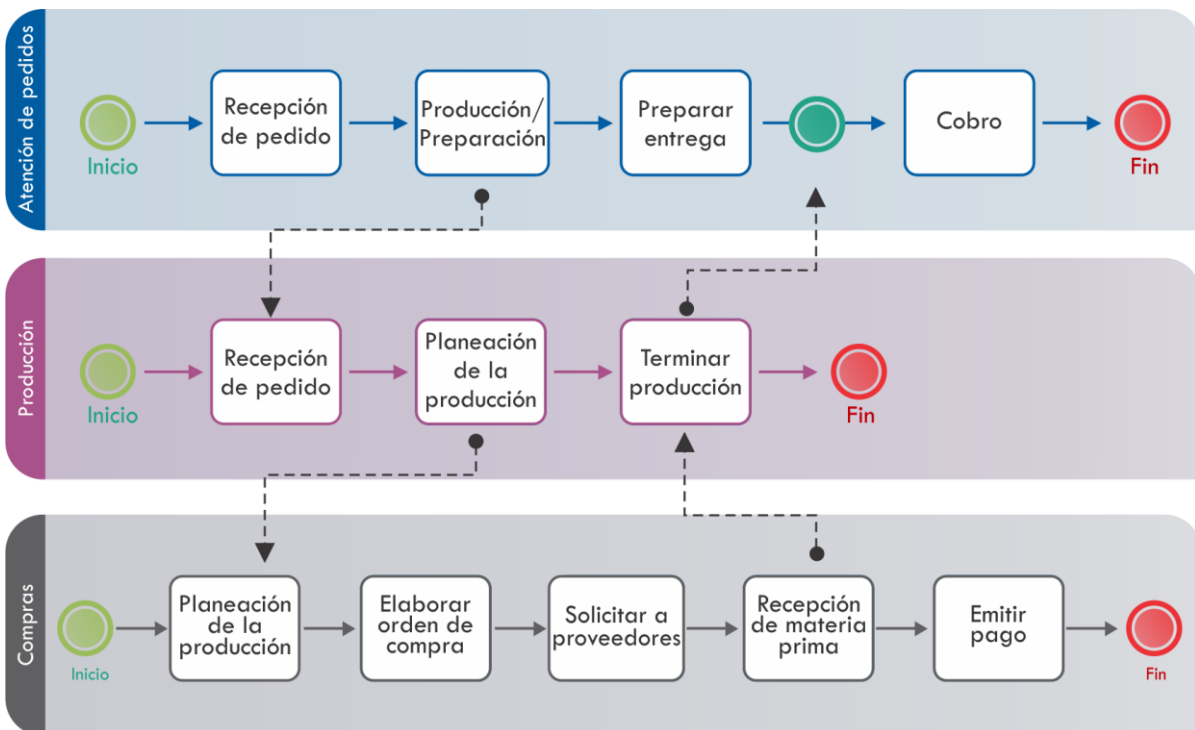


Figura 0.15. Relación entre procesos de producción, compras y atención a pedidos



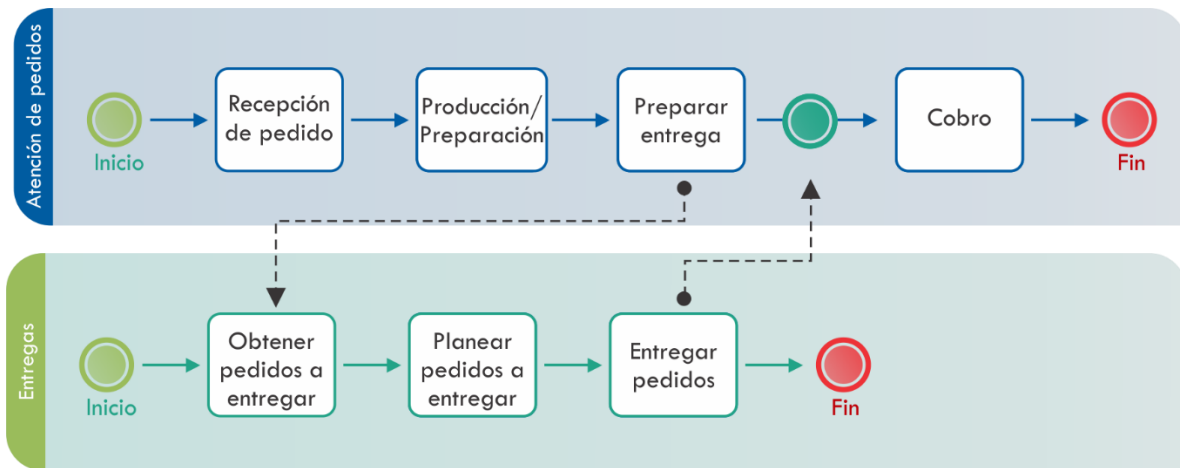


Figura 0.16. Relación entre procesos de entrega y atención a pedidos

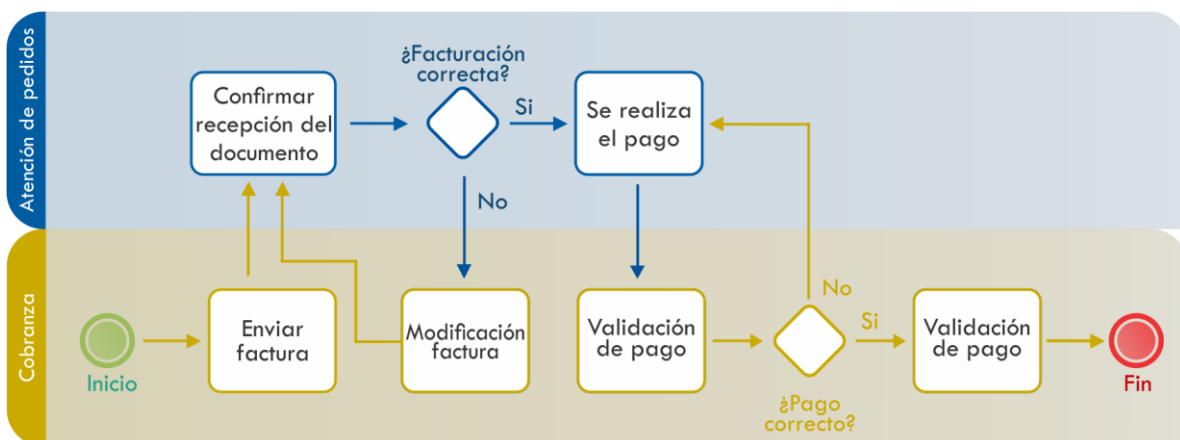


Figura 0.17. Relación entre el cliente y proceso de cobranza

Finalmente, se presenta el diagrama de procesos general de la empresa (**figura 5.18**) el cual representa la visión general de la estructura de la organización, se muestran todos los procesos que lo conforman y sus principales relaciones de manera que quede claro su función y su importancia para el desarrollo de la actividad.

De la elaboración del mapa de procesos se puede observar que la empresa carece de procesos estratégicos, los cuales están destinados a definir y controlar las metas de acuerdo con la estrategia de la organización. La importancia de los procesos estratégicos radica en éstos condicionan al resto de los procesos y actividades de tal manera que mejoren su operación, así como la perspectiva y la satisfacción del cliente.



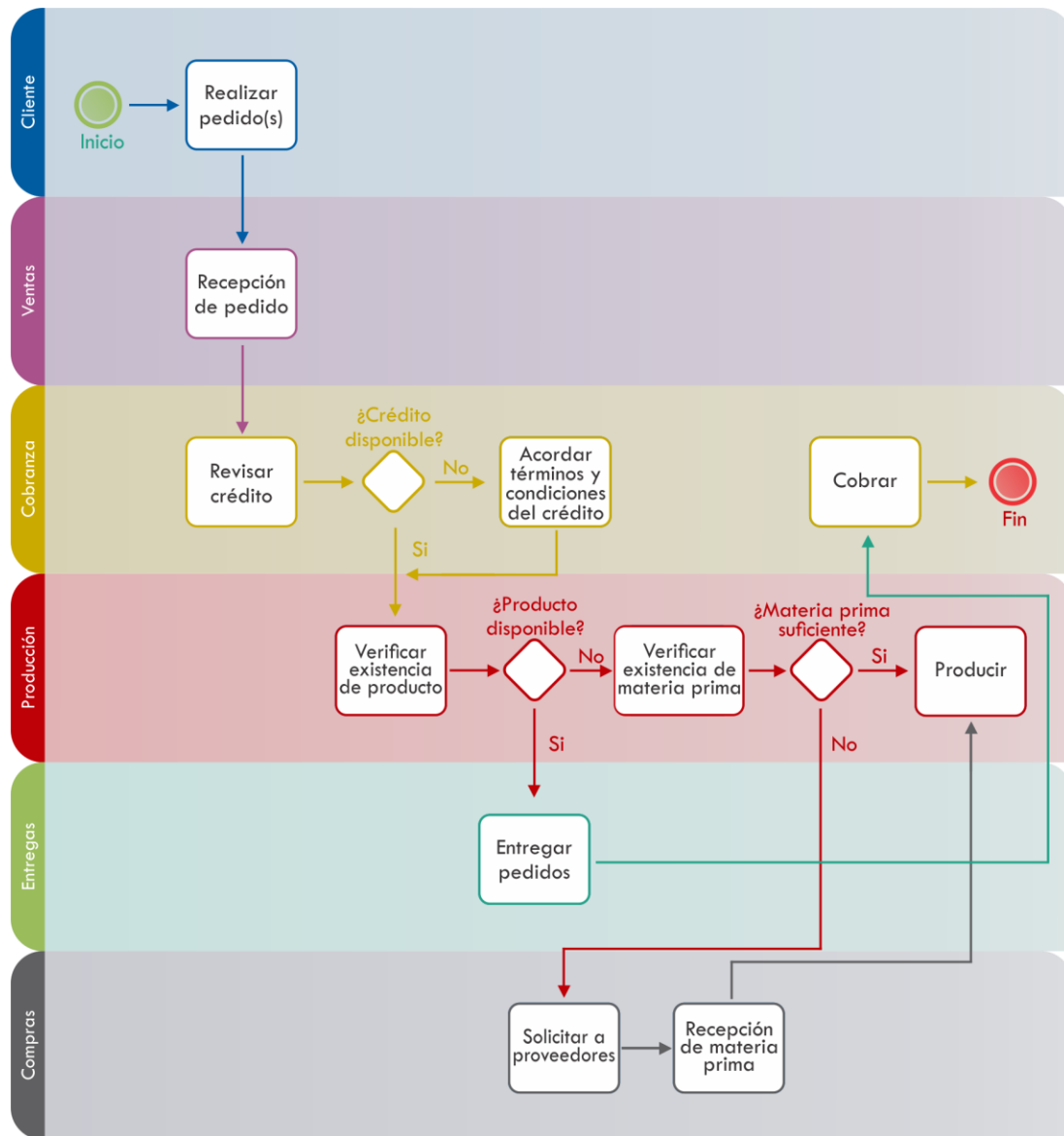


Figura 0.18. Mapa de procesos general de la empresa

### 5.4.1 Diagramas de flujo

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en cada proceso facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás. Para este caso particular, hace posible la identificación de bucles repetitivos, lo que es esencial para las acciones de rediseño y mejora.

A continuación, se muestran los respectivos diagramas de flujo de los procesos de atención de pedidos entrantes (**figura 5.19**), adquisición de materia prima (**figura 5.20**) y producción (**figura 5.21**) respectivamente.

La **figura 5.19** muestra el proceso de atención a pedidos entrantes, y se ilustran las decisiones que se deben considerar para llevar a cabo desde la recepción del pedido hasta el punto

de entrega. También, se muestran las áreas involucradas a través de las cuales circula la información y los materiales:

- **Oficina.** Área encargada de recibir los pedidos
- **Producción.** Área encargada de la fabricación de los productos

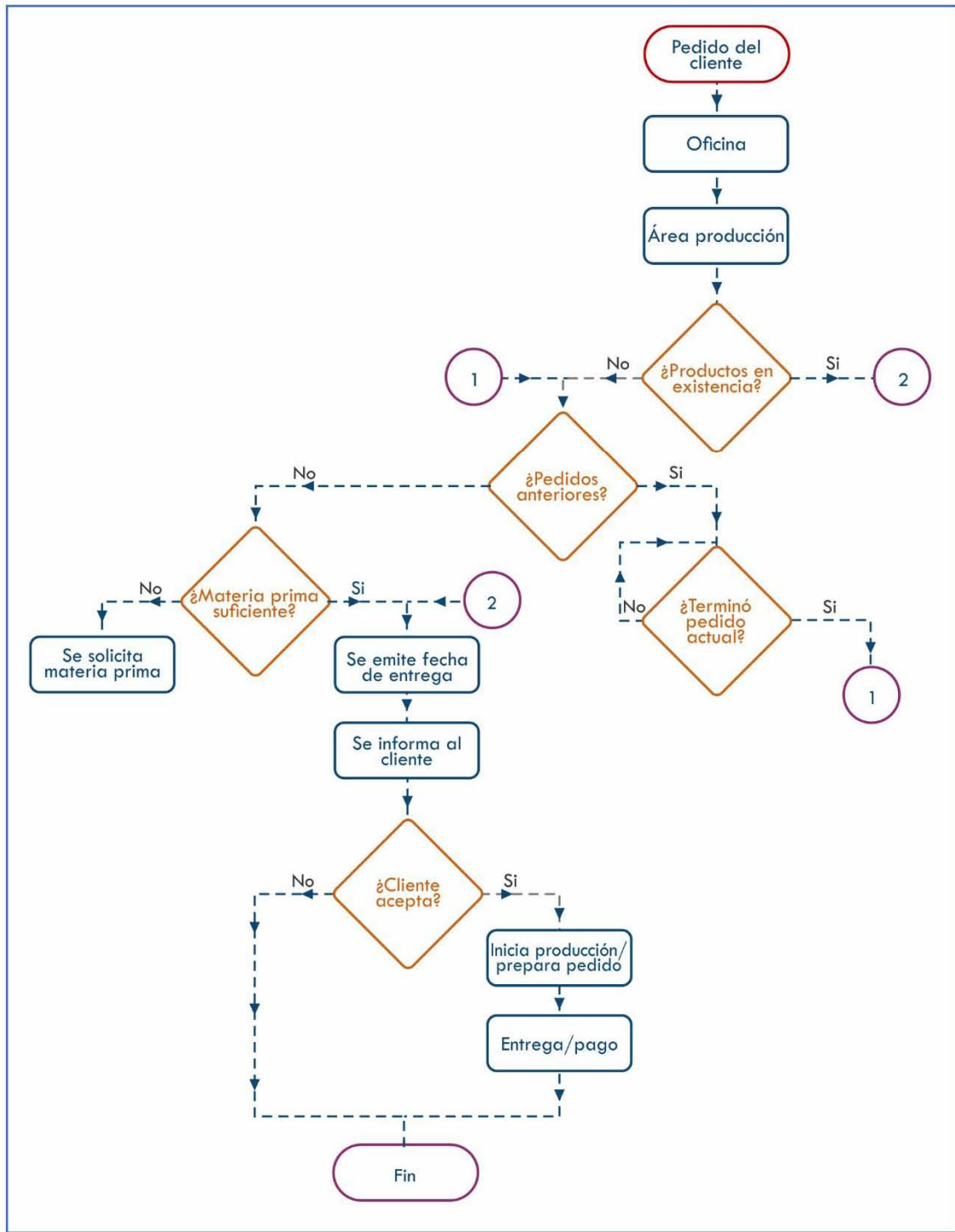


Figura 0.19. Proceso general de atención de pedidos entrantes

La **figura 5.20** muestra el proceso de adquisición de materia prima, en la figura se ilustran las decisiones que se deben considerar para llevar a cabo el proceso de adquisición de los materiales, así como las áreas involucradas en este proceso y sus respectivas funciones:

- **Oficina.** Área encargada de la cobranza y compra de materiales
- **Producción.** Área encargada de la verificación de la suficiencia de materiales

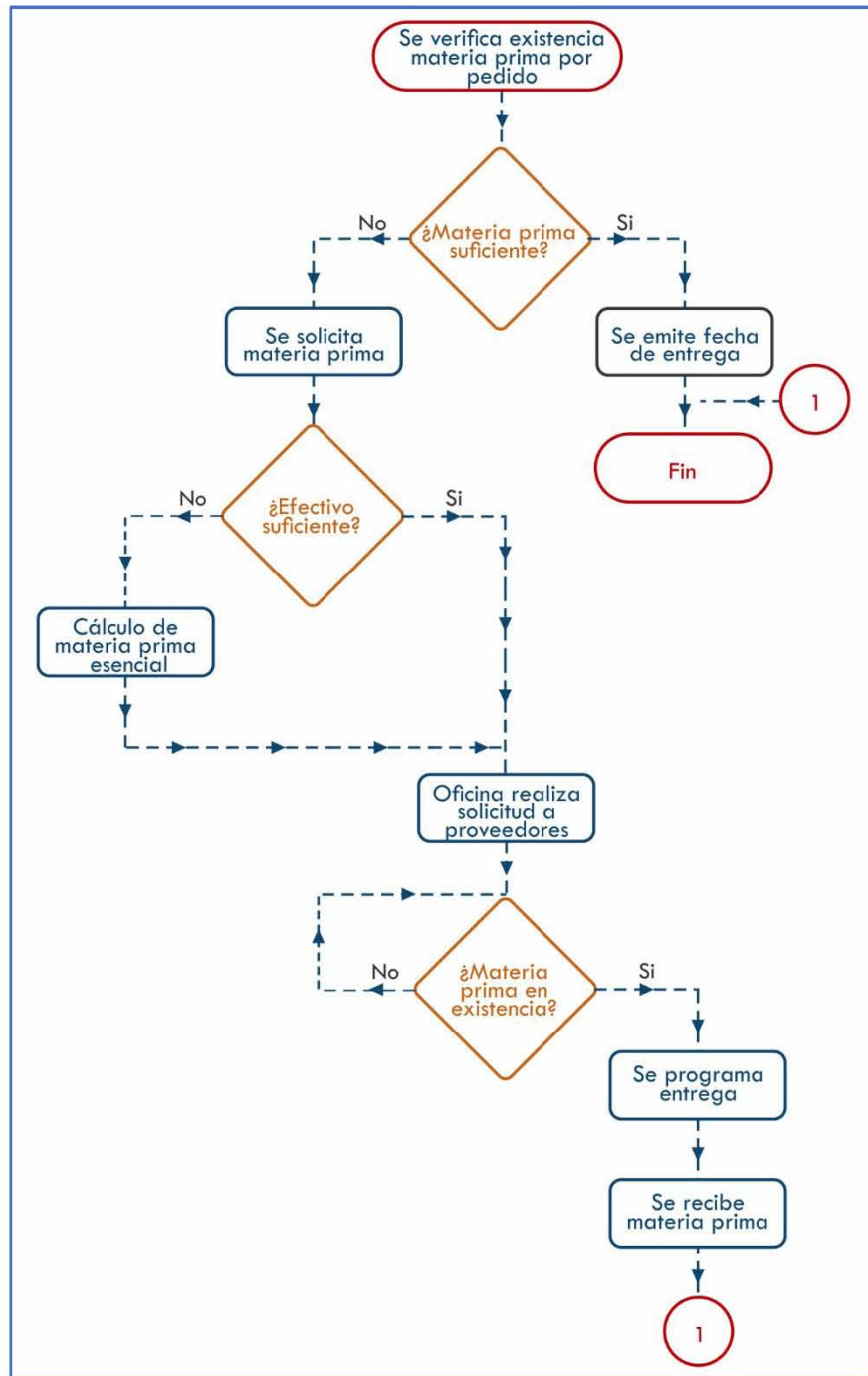


Figura 0.20. Proceso general de adquisición de materia prima

La **figura 5.21** muestra el proceso de producción, en la figura se ilustran las decisiones que se deben considerar para llevar a cabo el proceso de producción, las áreas involucradas en este proceso son:

- **Producción.** Área encargada de la verificación de la suficiencia de materiales y de la planeación de maquinaria disponible

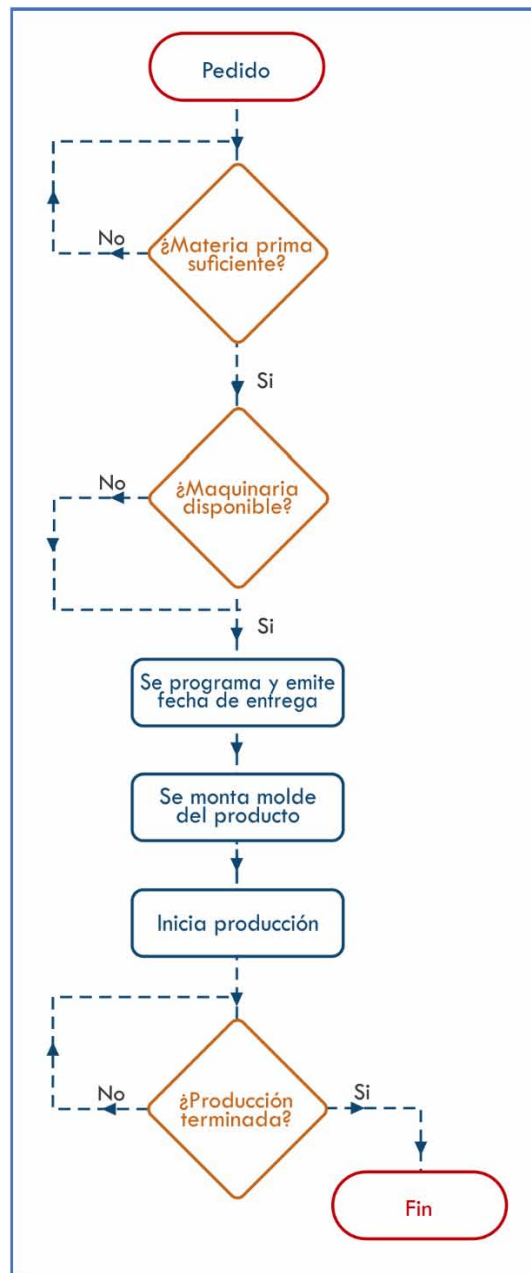


Figura 0.21. Proceso general de producción

## 5.5 Identificación de áreas de oportunidad

A continuación, en la **figura 5.22** se describen las áreas de mejora identificadas a partir del proceso de recolección y análisis de la información (entrevistas, observación directa, mapeo y diagramas de flujo de los procesos analizados, y la verificación de la información). Así mismo, se describen las consecuencias dentro de la empresa.



Figura 0.22. Factores de fracaso de Plásticos Moctezuma

Tabla 0.3. Recursos humanos

Factor: Recursos humanos	
Aspectos relacionados	Consecuencias
Selección adecuada (Proceso de manufactura)	El personal que la empresa requiere para operar la maquinaria necesaria para la fabricación de sus productos es limitado y el proceso de selección del personal no es adecuado, la única condición para el puesto es la fuerza física, lo que no garantiza de ninguna forma que la persona seleccionada cuente con habilidades o destrezas necesarias para el trabajo, teniendo como consecuencia la pérdida de tiempo, dinero y productividad.
Desarrollo del personal	No existen programas de capacitación para el personal que labora en la empresa, esto propicia errores en la manufactura de los diferentes productos.
Rotación de personal	La rotación de personal en el área de manufactura es causada por la naturaleza de las actividades, las cuales son rutinarias y requieren de un gran esfuerzo físico por parte de los trabajadores. La principal consecuencia de esta situación radica en el hecho de que la empresa invierte tiempo y recursos económicos en la capacitación inicial del personal y éste renuncia al poco tiempo.

Tabla 0.4. Aspectos técnicos

Factor: Aspectos técnicos	
Aspectos relacionados	Consecuencias
Tamaño de la capacidad de instalada	No se cuenta con la maquinaria suficiente o adecuada, además, los ciclos de producción son bajos y no satisfacen del todo la demanda de sus clientes. Lo anterior imposibilita a la empresa para contraer compromisos a corto plazo.
Materia prima	No existen controles ni se da el seguimiento del stock de materias primas requeridas para realizar la producción solicitada, esto repercute en los tiempos de entrega y las fechas de pago.

**Tabla 0.5. Finanzas**

<b>Factor: Finanzas</b>	
<b>Aspectos relacionados</b>	<b>Consecuencias</b>
Ingresos insuficientes para subsistir	No tiene la capacidad para hacer frente a sus obligaciones y compromisos financieros en el corto plazo.
Gastos operativos excesivos	En el área de manufactura, se requiere personal adicional para realizar funciones de empaque, terminado final y conteo de los productos elaborados.  Los materiales requeridos para la fabricación de los productos son adquiridos al menudeo, por lo que sus costos son mayores.
Retraso en pagos de los clientes	Debido a los retrasos que presenta la empresa para adquirir los materiales, elaborar sus productos y la de entrega de los mismos, los pagos de los clientes también se retrasan, generando poca liquidez en la empresa.
Problemas de créditos con sus proveedores	El proceso de compra de todos los materiales es a través del pago de contado. Es decir, no se tiene acceso a crédito.
Mal manejo de los inventarios	Las dos principales consecuencias que se presentan en el mal manejo del inventario de la empresa son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal servicio al cliente</li> <li>• Planeación deficiente</li> </ul>

**Tabla 0.6. Mercadotecnia**

<b>Factor: Mercadotecnia</b>	
<b>Aspectos relacionados</b>	<b>Consecuencias</b>
Pérdida de clientes	Menores ingresos y la reducción de la facturación mensual
Mercado meta mal seleccionado	La compañía debe buscar un mercado donde el número de competidores y su tamaño sea mínimo. No debe entrar a un mercado saturado de competidores, a menos que tenga ventaja competitiva sobre las empresas existentes. La consecuencia directa es la poca rentabilidad de la empresa.

**Tabla 0.7. Factores externos**

<b>Factor: Externos</b>	
<b>Aspectos relacionados</b>	<b>Consecuencias</b>
Problemas con proveedores	La relación entre los proveedores y la empresa, aunque a simple vista es "buena" no es confiable, si bien, aseguran "precios bajos" no existe disponibilidad de materia prima en todo momento, teniendo como consecuencias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incumplimiento de los tiempos de entrega</li> <li>• Mala calidad</li> </ul>
Aparición de nuevas y mejores tecnologías	Baja competitividad respecto a otros competidores del mismo ramo que cuentan con maquinaria más eficiente

**Tabla 0.8. Administración**

<b>Factor: Administración</b>	
<b>Aspectos relacionados</b>	<b>Consecuencias</b>
Falta de indicadores	Los indicadores permiten determinar si un proyecto o una empresa están siendo exitosos o si están cumpliendo con sus objetivos. En este caso, la falta de éstos, provocan el desconocimiento total de hacia dónde se dirige la empresa.
Planeación deficiente	La mala planificación produce malos resultados para la empresa y no le permite tomar el control de las situaciones en las que se encuentra, otras consecuencias son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas de oportunidades (desventajas competitivas)</li> <li>• Asignación de recursos no adecuada</li> <li>• Poca eficiencia</li> <li>• Retrasos y falta de cumplimiento de producción y entregas</li> <li>• Planificaciones no ajustadas a la realidad de la empresa.</li> <li>• Sobrecostos</li> </ul>
Problemas de ejecución	No existe seguimiento a los planes realizados, lo que provoca una ejecución fallida y un consumo de recursos innecesarios
Estructura organizacional inadecuada	No se tienen definidos ni asignados las funciones y los roles del equipo de trabajo. Por tanto, los miembros que se encuentran al frente de la empresa no comprenden su papel dentro de ésta y no se desempeñan de forma adecuada.
Mal manejo de tiempo	El mal manejo de tiempo y la sensación de retraso desencadena síntomas como estrés o ansiedad, lo que a su vez provoca una baja productividad, pobre rendimiento laboral y mala calidad en los productos.



**Tabla 0.9. Otros factores**

Factor: Otros	
Aspectos relacionados	Consecuencias
Desequilibrio en las cargas de trabajo	Tiempos extra, baja calidad en los productos
Carecen de un programa de mantenimiento preventivo	Esta práctica común tiene como consecuencias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paros de emergencia</li> <li>• Retraso en las ordenes de trabajo</li> <li>• Incumplimiento de fechas establecidas</li> </ul>
No se cuenta con un programa de innovación	La empresa no cuenta con programas de innovación tecnológica ni de procesos, lo que provoca una desventaja competitiva con respecto a otras empresas del mismo sector que se ocupan por mejorar sus procesos productivos.
No se da seguimiento a los clientes	No se cuenta con ningún registro que permita planificar el siguiente pedido de los clientes, lo que no le permite a la empresa anticiparse y brindar un mejor servicio.  No se mantiene informados a los clientes del proceso de fabricación de los productos por lo que estos llaman continuamente para saber el estado de su producción.

## 5.6 Búsqueda de causas que originan los problemas

Como se comentó con anterioridad, esta fase permite determinar el conjunto de causas que contribuyen u originan los problemas detectados en los procesos estudiados. Para determinar estas causas, es necesario contar con conocimientos previos de los procesos.

A partir de la identificación de las actividades principales de la empresa, la elaboración de sus respectivos mapas de proceso y diagramas de flujo, así como el reconocimiento de áreas de oportunidad (sección 5.5 del presente trabajo) y la verificación de la información con los responsables de las diferentes áreas; se determinaron cinco grandes problemas que afectan y limitan en gran medida las operaciones de la empresa, estos elementos no deseados son los siguientes:

- Ingresos insuficientes
- Mala administración de inventarios
- Falla en la compra de materia prima
- Paros o retrasos en la producción
- Retraso en las entregas a los clientes

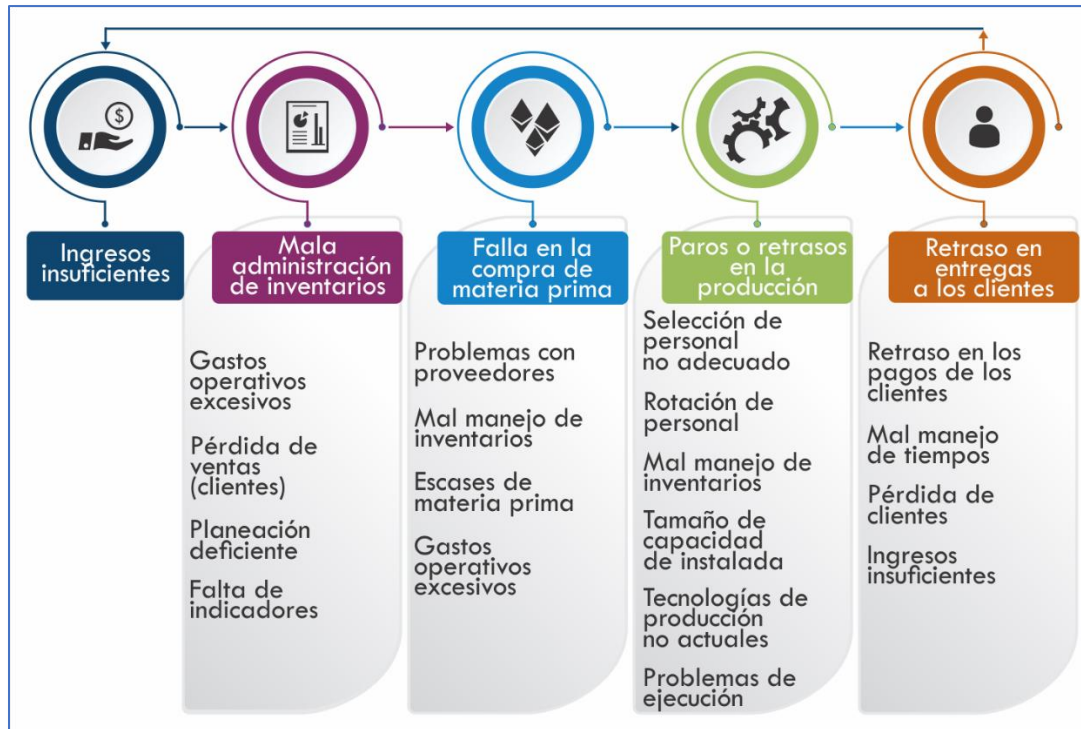


Figura 0.23. Efectos identificados que limitan las operaciones de la empresa

La **figura 5.23** muestra la relación existente entre los elementos identificados como áreas de oportunidad en la sección 5.5 y, sus posibles causas determinadas a partir de los mapas de proceso y los respectivos diagramas de flujo de las actividades principales de la organización. Así mismo, ilustra el vínculo que existe entre los cinco elementos mencionados anteriormente.

Con la finalidad de realizar un análisis preciso y determinar cuáles son las relaciones entre cada uno de los efectos mencionados con anterioridad y sus causas potenciales, se elaboraron sus correspondientes diagramas de causa – efecto (diagrama de Ishikawa) los cuales se describen a continuación:

a) **Mala administración de inventarios, figura 5.24:**

- **Métodos.** No se cuenta con procedimientos que permitan realizar el adecuado registro del almacenamiento de las materias primas, insumos y productos terminados.
- **Maquinaria.** No se tiene ningún tipo de herramientas físicas o digitales que apoyen en el registro y que permitan almacenar y compartir la información recabada sobre los inventarios de materia prima, insumos o productos terminados.
- **Mantenimiento.** No se realiza ningún tipo de supervisión o revisión de la materia prima existente o del producto terminado.

- **Medición.** No existen registros de entradas ni de salidas de materia prima, insumos o del producto terminado.
- **Medio ambiente.** Las diferentes áreas no tienen el mismo conocimiento sobre la cantidad de activos que se encuentran en almacén, lo que les impide tener una adecuada coordinación debido a la falta de comunicación.
- **Mano de obra.** Los usuarios de las maquinas no informan sobre la cantidad de productos que elaboran a lo largo de la jornada laboral ni sobre la cantidad de materia prima utilizada para realizar la actividad de producción.

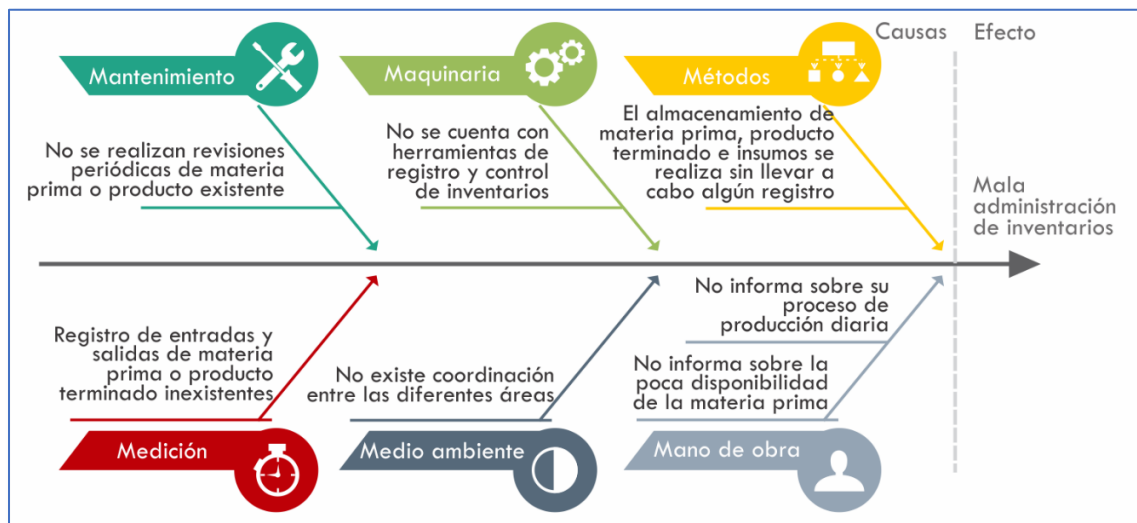


Figura 0.24. Diagrama causa – efecto de mala administración de inventarios

b) **Fallas en la compra de materia prima, figura 5.25:**

- **Métodos.** La adquisición de materia prima se realiza generalmente para cumplir solo los pedidos entrantes.
- **Maquinaria.** No se cuentan con herramientas físicas o digitales que apoyen en la adquisición de materias primas de manera programada.
- **Medio ambiente.** La cantidad de materia prima que se encuentra disponible en el mercado es variable y depende de factores como la estación del año, así como de la disponibilidad que los proveedores tengan de ésta.
- **Medición.** No se realizan estimaciones ni mediciones del consumo de los insumos de manera periódica. Además, no se cuenta con tiempos de entrega establecidos por parte de los proveedores.

- **Materia prima.** Debido a su variabilidad, puede ser que la materia prima no esté disponible en el momento de realizar el pedido de ésta. Por otro lado, durante los periodos de escases de la materia prima los costos son considerablemente más elevados por lo que no se realiza el proceso de compra.
- **Mano de obra.** Los operadores de las maquinarias desconocen la cantidad de materia prima requerida para cumplir con los diferentes pedidos, esto ocasiona que no se reporte la falta de ésta y, por lo tanto, no se realice el proceso de compra en los momentos indicados.

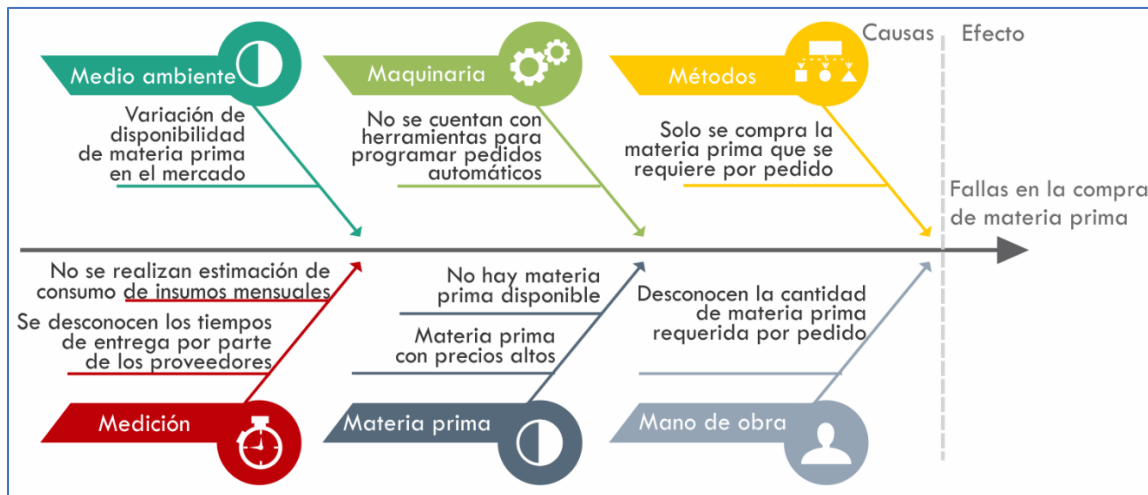


Figura 0.25. Diagrama causa – efecto fallas en la compra de materia prima

c) **Paros o retrasos en la producción, figura 5.26:**

- **Métodos.** Los procesos de arranque y puesta en operación (setup) entre cambio de productos toman diferentes tiempos que dependen de la habilidad del operador y el tamaño de molde.
- **Maquinaria.** El desgaste natural de las piezas ocasiona descomposturas en la maquinaria durante los procesos de producción ocasionando retrasos, el tiempo de los retrasos dependerá de la gravedad de la descompostura. Por otro lado, el número de máquinas con la que cuenta la empresa es insuficiente para satisfacer de manera adecuada la demanda de sus productos.
- **Mantenimiento.** No existen programas de mantenimiento preventivo lo que ocasiona descomposturas en pleno proceso de producción, además, la empresa no cuenta con ningún stock de refacciones para realizar los cambios de piezas de manera rápida.

- **Medición.** No se cuenta con ningún método o procedimiento de registro de descomposturas que permita ayudar a programar el proceso de mantenimiento preventivo.
- **Materia prima.** No se cuenta con la materia prima ni con los insumos necesarios para completar los pedidos. Además, la materia prima puede no tener las características de calidad apropiada para la fabricación de los productos.
- **Mano de obra.** Los operadores realizan el proceso de fabricación de manera inadecuada en forma empírica, ocasionando productos defectuosos que no pueden ser entregados al cliente, causando retrasos en las entregas. Por otro lado, la falta de capacitación, así como la poca experiencia por parte de los operadores originan tiempos de espera alargados que impiden continuar con el proceso de fabricación.



Figura 0.26. Diagrama causa – efecto de paros o retrasos en la producción

d) **Retrasos en las entregas del cliente, figura 5.27:**

- **Métodos.** Los datos de fecha de entrega, cantidad o tipo de producto en el levantamiento del pedido pueden ser incorrectos.
- **Maquinaria.** La cantidad de maquinaria con la que cuenta la empresa es insuficiente para satisfacer de manera adecuada la demanda de sus productos.
- **Medio ambiente.** La falta de planeación genera cargas de trabajo que saturan la capacidad de fabricación de las maquinarias lo que ocasiona diversos retrasos en la línea de producción.

- **Medición.** No existen métricas que permitan conocer si la fabricación de los pedidos está a tiempo o si sufren de algún retraso.
- **Materia prima.** Los retrasos en la solicitud de la materia prima y la escases o falta de ésta, provoca retrasos en la producción y por ende en los tiempos de entrega.
- **Mano de obra.** Se comenten errores en la especificación del pedido y/o existe baja capacidad de producción por parte de los operadores que generan retrasos.



Figura 0.27. Diagrama causa – efecto de retrasos en la entrega al cliente

e) **Ingresos insuficientes, figura 5.28:**

- **Métodos.** Se cuenta con una estrategia de ventas a crédito mientras que las compras de materia prima se realizan de contado.
- **Maquinaria.** No se cuenta con maquinaria suficiente o disponible para cumplir con la demanda de productos.
- **Medio ambiente.** Existen retrasos en los pagos de las ventas a crédito mientras que los costos de las materias primas durante los periodos de escases son considerablemente más elevados.
- **Medición.** No existe una adecuada disciplina financiera, lo que genera retrasos o incumplimiento de las obligaciones de la empresa a corto plazo.
- **Materia prima.** La insuficiencia, así como la variación de los precios provoca que no se disponga de la materia prima suficiente para cumplir con la demanda de los productos.

- **Mano de obra.** No se lleva a cabo un adecuado y oportuno programa de cobranza, mientras que la capacidad de trabajo no es la adecuada para cubrir la demanda total de los productos.

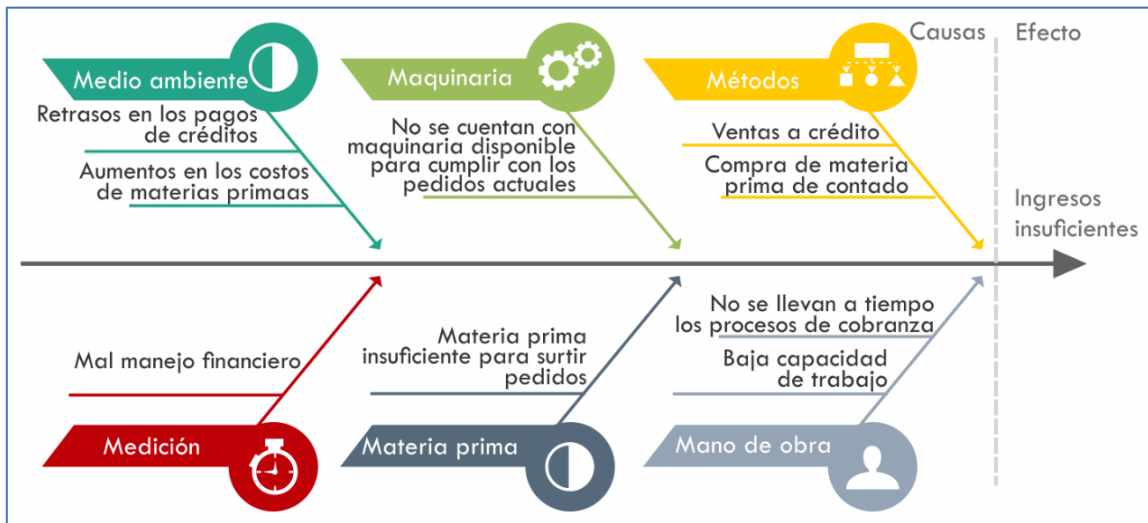


Figura 0.28. Diagrama causa – efecto de mala de ingresos insuficientes

Por otro lado, basado en la validación de la información (problemas históricos identificados por el personal que labora en la empresa), se elaboró el respectivo diagrama de Pareto mostrado en la **figura 5.29**, en el que se ilustran los problemas que más han afectado al desempeño de la empresa. Estos aspectos son: técnicos, administrativos, recursos humanos, materia prima, clientes y otros.

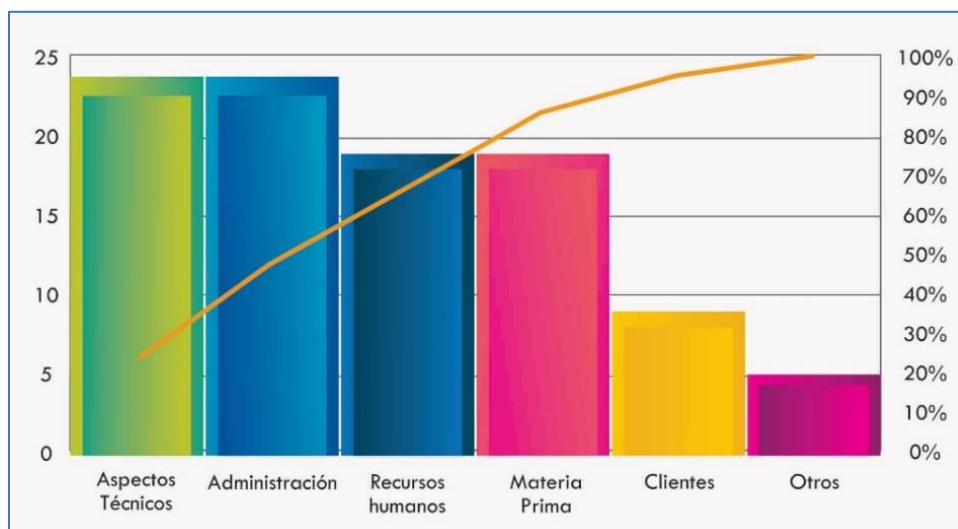


Figura 0.29. Diagrama de Pareto de los principales problemas de Plásticos Moctezuma

Derivado del análisis anterior, se obtuvieron los porcentajes de influencia de las causas raíz las cuales se muestran en las **figuras 5.30** a la **5.33**.



La **figura 5.30** muestra las principales causas raíz de los problemas relacionados con los aspectos técnicos (maquinaria). Basado en la información recopilada con el personal que del área de producción que labora en la empresa, se observa que la causa principal, es la baja eficiencia de la maquinaria, seguido del mantenimiento y finalmente, del tamaño de la capacidad de instalada.

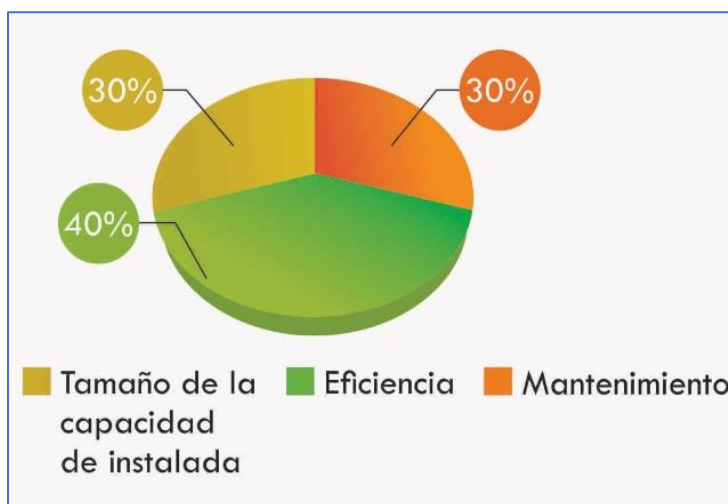


Figura 0.30. Porcentajes de las causas raíz de los problemas relacionados con los aspectos técnicos

La **figura 5.31** muestra las principales causas raíz de los problemas relacionados con los aspectos administrativos (inventarios, pagos, pedidos). Basado en la información recopilada con el personal que labora en las áreas administrativa y de producción, se observa que la causa principal, es la eficacia, es decir, no se alcanzan los objetivos esperados, seguido de una mala comunicación y la baja eficiencia.

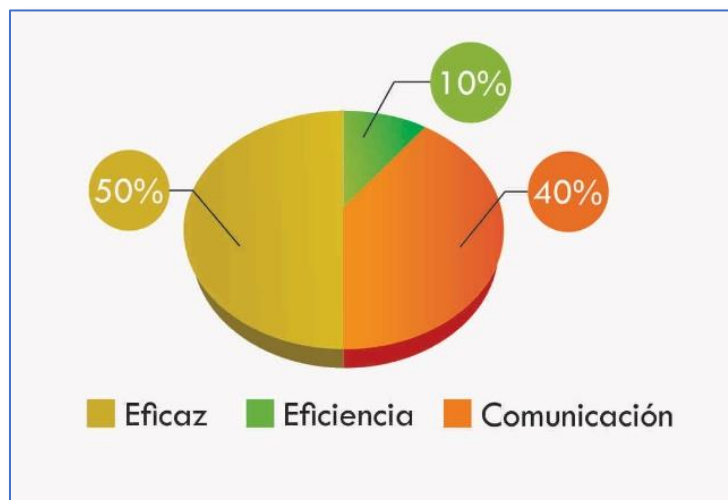


Figura 0.31. Porcentajes de las causas raíz de los problemas relacionados con los aspectos administrativos



La **figura 5.32** muestra las principales causas raíz de los problemas relacionados con los aspectos de recursos humanos. Basado en la información recopilada con el personal que labora en las áreas administrativa y de producción, se observa que la causa principal, es la fatiga, esto debido a las condiciones laborales de los operadores de la maquinaria, seguido de la falta de compromiso y la asistencia.

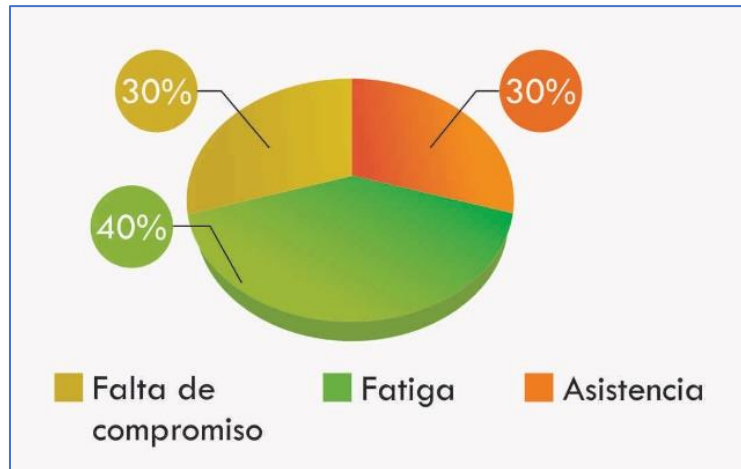


Figura 0.32. Porcentajes de las causas raíz de los problemas relacionados con los aspectos de recursos humanos

La **figura 5.33** muestra las principales causas raíz de los problemas relacionados con los aspectos de materia prima. Basado en la información recopilada con el personal que labora en las áreas administrativa y de producción, se observa que la causa principal, es el costo, esto es debido a la variación de precios de ésta a lo largo del año, seguido de la calidad y la existencia.

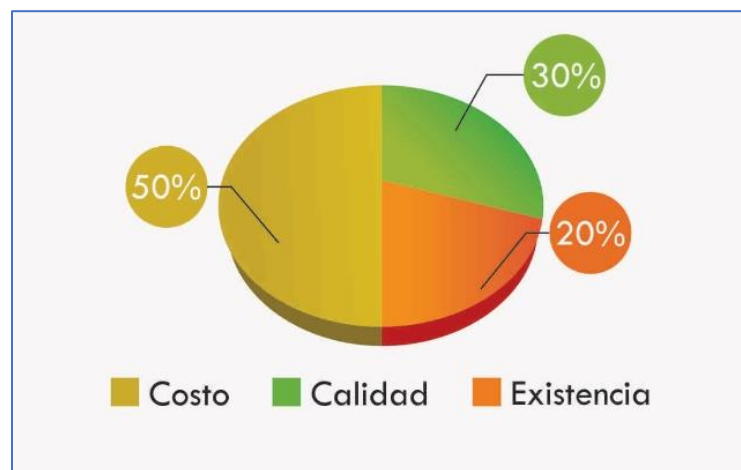


Figura 0.33. Porcentajes de las causas raíz de los problemas relacionados con los aspectos de materia prima

## 5.7 Propuesta de mejora

El objetivo de las propuestas de mejora consiste fundamentalmente en renovar los procesos de la organización de manera que puedan ser más eficientes. En esta etapa se proponen soluciones alternativas que contribuyan a lograr mejoramiento de la organización a través de la integración de herramientas tecnológicas. A continuación, se muestran a manera de esquema (**figura 5.34**) las propuestas de mejora y como impactan a los problemas determinados en la sección 5.6 del presente capítulo.

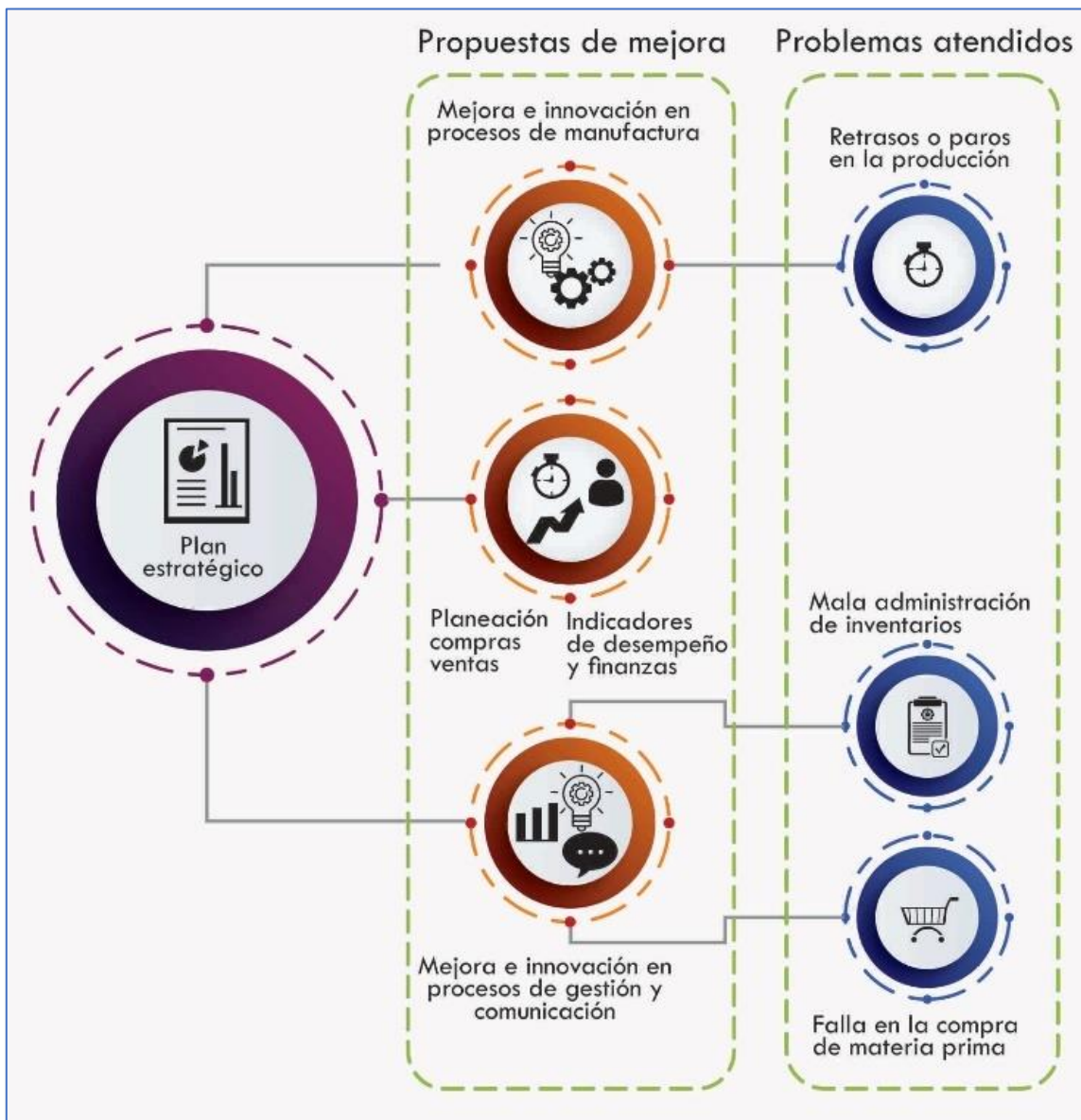


Figura 0.34 Soluciones propuestas

Las propuestas de mejora se dividen básicamente en tres secciones:

- **Plan estratégico.** Tiene como finalidad destinar recursos que permitan fijar un plan de acción para la corrección o disminución de los efectos que ocasionan los problemas dentro de la empresa y que impiden el crecimiento de la misma.

Para atender los problemas financieros el plan estratégico contempla modificar ciertas estrategias de operación como son:

- Estrategia de ventas
- Estrategia de compras
- Estrategia fiscal
- Estrategia de planeación
- Atención al cliente

Esta redefinición de elementos pretende hacer frente a los problemas relacionados factores económicos y de planeación como son:

- Falta de ingresos
- Falta de indicadores
- Problemas con los proveedores (por falta de liquidez)
- Gastos operativos excesivos

Por otro lado, derivado del mismo plan estratégico para atender los problemas relacionados con la producción, gestión y comunicación se proponen las siguientes alternativas:

- **Mejora e innovación de los procesos de manufactura.** Consiste en la automatización de la maquinaria con la que cuenta la empresa, esta acción tiene como objetivo atender a los problemas relacionados el proceso de producción como son:
  - Rotación del personal
  - Tamaño de la capacidad de instalada
  - Tecnologías de producción no actuales
  - Tiempos de capacitación
  - Desperdicios
  - Fatiga de los operadores
- **Mejora e innovación de los procesos de gestión y comunicación.** Consiste en el apoyo a las tareas de gestión y comunicación de la empresa a través del desarrollo de aplicaciones móviles, esta acción tiene como objetivo atender los problemas relacionados con los procesos de gestión de activos y comunicación entre áreas como son:
  - Mal manejo de inventarios
  - Manejo de tiempos
  - Adquisición de materia prima
  - Comunicación directa entre áreas
  - Paros de o retrasos en la producción por falta de mantenimiento
  - Fallas en la compra de materia prima

### 5.7.1 Plan estratégico

Como primer paso se propuso al directivo de la empresa realizar un plan a nivel estratégico que definiera los objetivos de la organización poniendo especial interés en los factores o áreas de oportunidad mencionados anteriormente. La importancia del plan estratégico radica en que fija el rumbo de la organización y ayuda a las personas que laboran dentro de ésta a saber cuál es su posición y su contribución para alcanzar las metas que se requieren como organización. El plan estratégico propuesto tiene los siguientes objetivos:

- a) **Determinar la dirección de la empresa.** Permite trabajar con la conciencia de saber hacia dónde se quiere llegar con la empresa, identificar los recursos potenciales, reconocer las fortalezas y debilidades y establecer un conjunto de medidas para asegurar que la organización alcance los objetivos planeados.
- b) **Conocer la situación actual de la empresa.** Permite alinearse, corregir y enfocarse en las acciones y los recursos necesarios que permitan alcanzar los objetivos fijados, al evaluar y comparar de manera clara la situación actual con la establecida el plan estratégico.
- c) **Formulación de estrategias.** Permite definir las acciones necesarias para alcanzar el fin determinado en el plan estratégico, destacando los elementos claves para llegar a la consecución.

El plan estratégico no se detalla debido a que no es el objetivo del presente trabajo, sin embargo, en la **figura 5.35**, se resumen sus objetivos específicos.

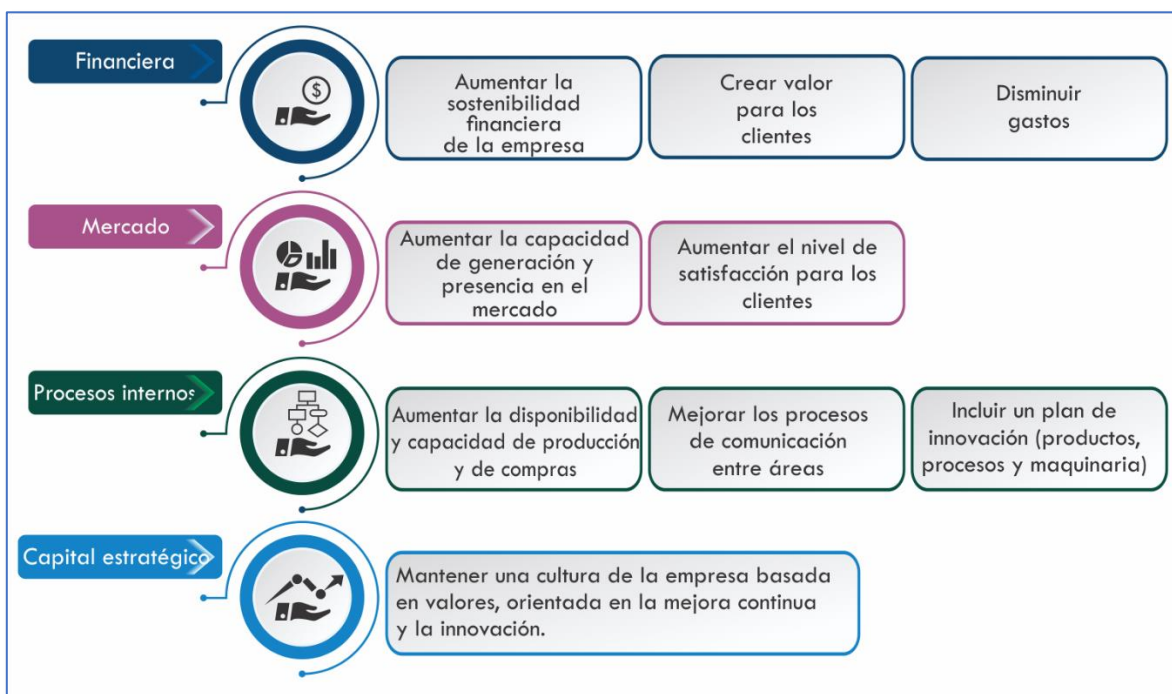


Figura 0.35. Plan estratégico general de Plásticos Moctezuma

El plan estratégico ilustrado en la **figura 5.35** es apoyado por sus respectivos procesos estratégicos, operativos y de soporte como lo se muestra en la **figura 5.36**.



Figura 0.36. Procesos estratégicos, operativos y soporte

### 5.7.2 Mejora e innovación de los procesos de manufactura

Plásticos Moctezuma al igual que muchas de las MIPYMES en México cuenta con maquinaria de tipo manual lo que implica que el éxito del proceso de manufactura depende de su usuario (operador).

Por lo tanto, la segunda recomendación, se basó en mejorar el proceso de manufactura, a través de la innovación de las maquinarias utilizadas (soplado de plástico). La **figura 5.37** describe el proceso general de operación manual.

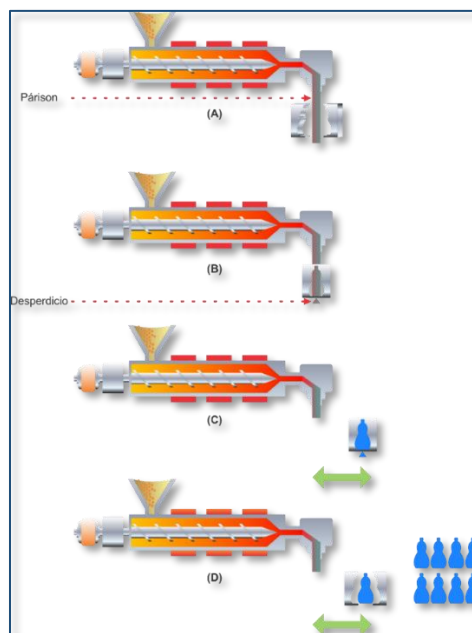


Figura 0.37. Proceso de producción

### 5.7.2.1 Proceso de manufactura

A continuación, se detalla el proceso de manufactura por parte de la maquinaria:

- A. El husillo o tornillo sin fin de la maquinaria gira desplazando el material (plástico fundido) depositado en el cañón de ésta, provocando que el plástico salga del cabezal.
- B. El plástico que sale del cabezal de la maquinaria denominado "párison"<sup>1</sup> se desplaza hacia abajo una longitud suficiente para que el molde de un producto determinado pueda abarcarlo.
- C. El molde se cierra y se desplaza hacia el punto de "soplado" donde se aplica aire a presión al párison hasta adaptarlo al molde.
- D. Finalmente, el molde se abre y se retira el producto semi terminado.

La **figura 5.38** describe los pasos que sigue el operador para obtener el producto semi terminado:



Figura 0.38. Procesos de fabricación

A continuación, se detalla este proceso de manufactura por parte del operador:

- A. El operador coloca el molde del producto a fabricar debajo del cabezal de la máquina.

<sup>1</sup> El párison es un tubo, manguera de plástico que es extruido y obligado a pasar por un molde a tomar forma, por medio de aire a presión.

- B. El operador espera que el párison sea lo suficientemente largo para cubrir la longitud del molde, entonces, cierra la prensa ejerciendo presión suficiente para lograrlo. Además, el operador corta el párison restante para continuar con el siguiente paso.
- C. El operador posiciona el molde en punto inicial donde se encuentra el pistón de sople que realizará la función de "soplo" de la termo-forma plástica contenida en el molde.
- D. El operador sube el pistón de sople y abre el molde para retirar el producto semi terminado y nuevamente desplaza el molde debajo del cabezal.

Este mismo ciclo de operación se repite durante toda la jornada laboral (8 hrs.), además, entre cada ciclo el operador debe tener la habilidad de dar el acabo final (eliminar excesos de plástico en el cuerpo y boquilla) al producto para considerarlo listo para el refinado o empacado, según sea el caso.

La rapidez de los ciclos de producción varía según el tipo de producto y su capacidad.

Como se puede observar, el proceso de manufactura manual es tedioso y repetitivo. Además, requiere la presencia del operador durante todo el ciclo de producción lo que genera fatiga y baja productividad.

### 5.7.2.2 Propuesta de automatización

La automatización de procesos consiste en una mejora continua de las tareas que se realizan al interior de las empresas, apoyándose en herramientas tecnológicas. La automatización de los procesos o actividades dentro de una empresa es vista como una manera de innovación que permite minimizar costos, tiempos, errores, esfuerzo físico por parte de los trabajadores, etc. Además, libera a las personas de las tareas rutinarias y repetitivas, esto conduce a una mayor satisfacción laboral, mayor productividad y libertad para realizar tareas más importantes, tales como la resolución de problemas o añadir valor en las interacciones con el cliente.

La propuesta de automatización consiste en la modernización de la maquinaria actual, a través de la integración de cuatro subsistemas (**figura 5.39**) que se conectan entre sí para gobernar:

- Los movimientos mecánicos
- La temperatura
- La velocidad del proceso
- La adquisición y registro de las variables



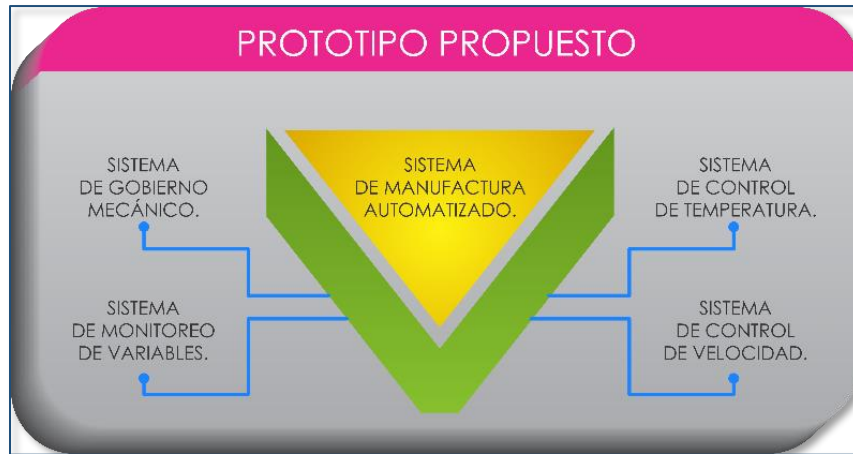


Figura 0.39 Prototipo propuesto

A continuación, se describen a profundidad cada uno de los cuatro sistemas propuestos:

- a) **Sistema de control de movimientos mecánicos.** Este sistema es el encargado de ejecutar los mismos movimientos que realiza el operador: movimiento de carro (adelante o atrás), cierre de prensa o molde, corte de párison, activación del pistón de sople y sople de aire.

El sistema requiere de elementos como: PLC, sensores, sistemas neumáticos o hidráulicos, motores trifásicos, pistones, ente otros (**figura. 5.40**).



Figura 0.40. Sistema de control de movimientos mecánicos

- b) **Sistema de control de velocidad.** Este sistema es el encargado de controlar la velocidad a la que avanza la materia prima a través del cañón (**figura 5.41**).



El sistema requiere de elementos como: variador de velocidad, potenciómetro o botón de control y motor trifásico.



Figura 0.41. Sistema de control de velocidad

- c) **Sistema de monitoreo de variables.** Este sistema es el encargado de recolectar las variables físicas del sistema como: presión, corriente, voltaje, temperatura, etc. Además, puede controlar parte del sistema mecánico (**figura 5.42**).

El sistema requiere de elementos como: sensores de presión, corriente, voltaje, temperatura, red de comunicación, microcontroladores, pantalla de despliegado, memoria de almacenamiento y botones de control.



Figura 0.42. Sistema de monitorización de variables

- d) **Sistema de control de temperatura.** Este sistema es el encargado de mantener la temperatura constante según las necesidades y características de la materia prima, ésta puede requerir mayor o menor temperatura (**figura 5.43**).

El sistema requiere de elementos como: controlador de temperatura tipo PID, sensor de temperatura tipo termopar, resistencias de calefacción, dispositivos de accionamiento (acoplamiento entre el controlador de temperatura y la resistencia de calefacción), estos pueden ser relevadores de potencia o SSR (Solid State Relay – Relevador de Estado Sólido).



Figura 0.43. Sistema de control de temperatura

Finalmente, la **figura 5.44** muestra las primeras pruebas del funcionamiento de la maquinaria terminada.

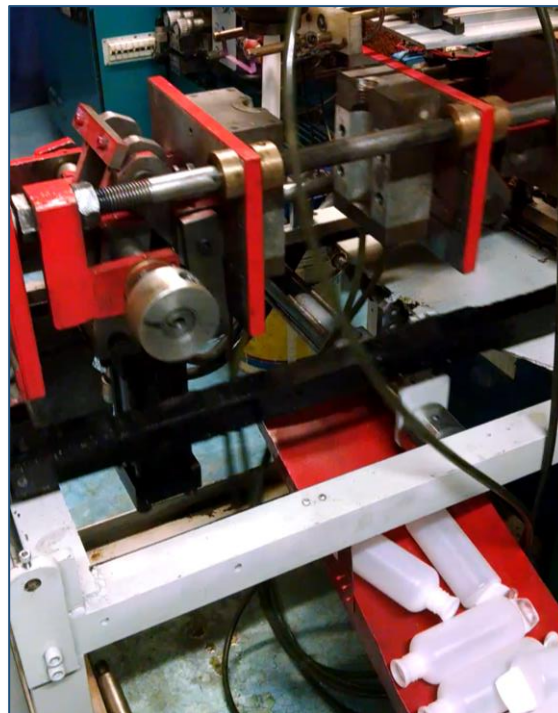


Figura 0.44. Prototipo físico

Así mismo, la **figura 5.45** muestra el tablero de control el cual está integrado por el sistema de control de temperatura, sistema de control de velocidad y sistema de control mecánico.

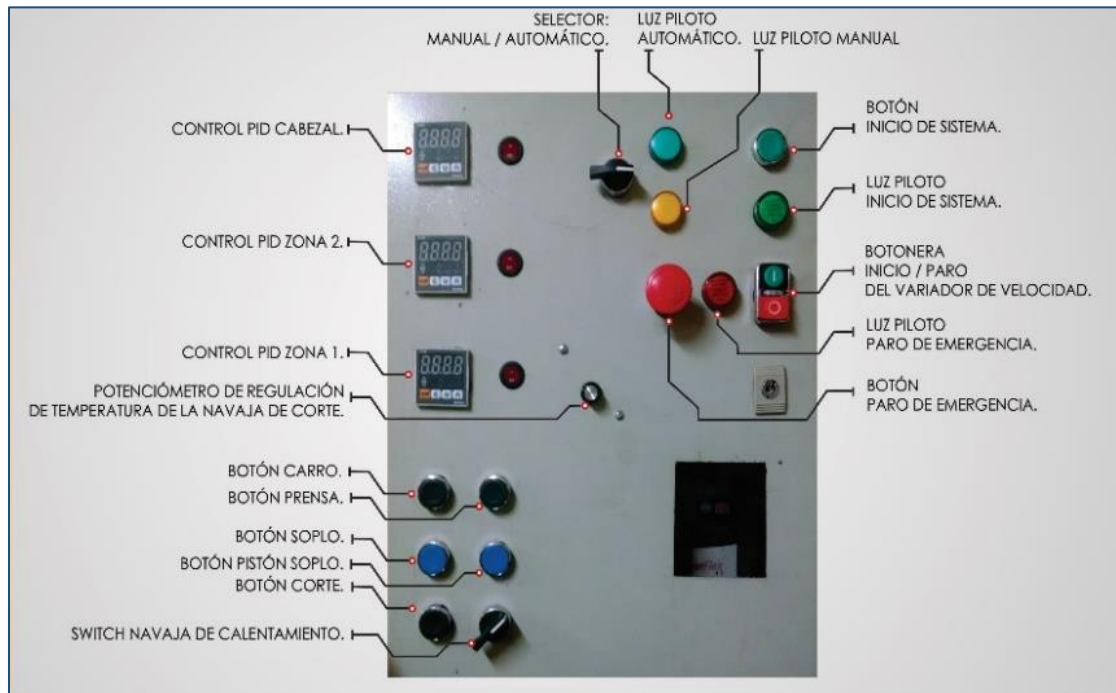


Figura 0.45. Tablero de control de funciones

De la misma manera, la **figura 5.46** muestra al sistema de monitorización de variables del proceso, el cual está compuesto por un sistema SCADA que captura las variables de: temperatura, presión, corriente y voltaje.

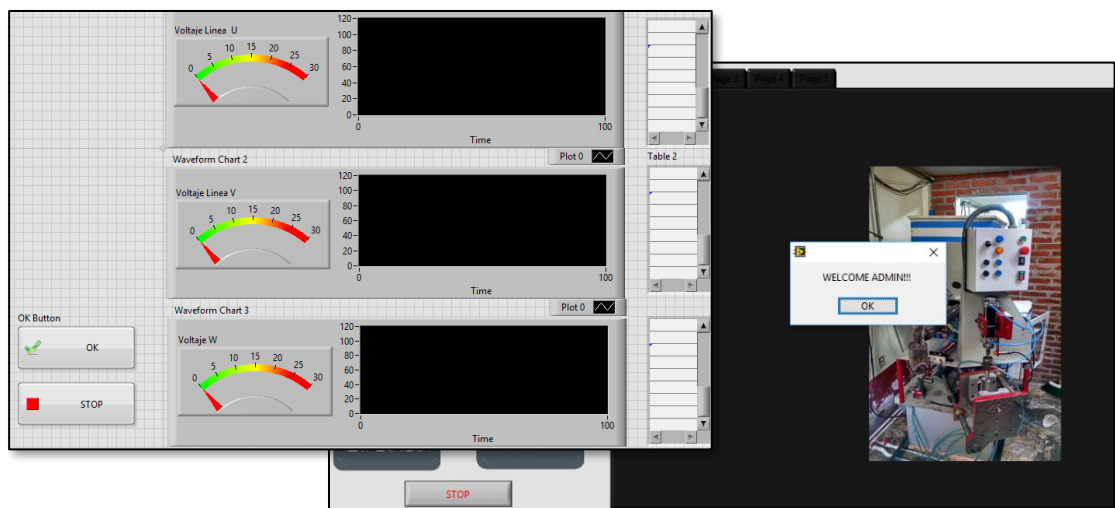


Figura 0.46. Módulo del sistema SCADA

### 5.7.3 Mejora e innovación de los procesos de gestión y comunicación

Plásticos Moctezuma cuenta con procesos internos que deben ser atendidos y gestionados de manera apropiada para garantizar que la operación de la empresa se realice de manera eficiente y, de esta manera reducir los cuellos de botella originados por la gestión inadecuada de sus procesos.

La tercera recomendación consistió en que la empresa adoptara herramientas que le permitieran llevar a cabo una apropiada gestión de: inventarios, mantenimiento, gestión de pedidos y procuración de materia prima.

La propuesta de gestión de procesos consiste en la adopción de “nuevas tecnologías” que ayuden a mitigar las necesidades de administración y comunicación. Estas soluciones tecnológicas están basadas en:

- **Aplicaciones para dispositivos móviles.** Una de las herramientas más potentes con la que se cuenta en la actualidad. Estas aplicaciones son capaces de: almacenar, procesar y compartir información.
- **Internet.** Medio de comunicación para compartir información.
- **Base de datos (nube).** Permite al almacenamiento de los datos adquiridos a través de los usuarios y/o sensores.
- **Análisis y procesamiento de la información.** Este punto es crucial para el fortalecimiento y la toma de decisiones que permitirán seguir, cambiar o modificar los objetivos de la empresa, según su planeación estratégica.

La integración de las tecnologías anteriormente mencionadas se muestra en la **figura 5.47**.

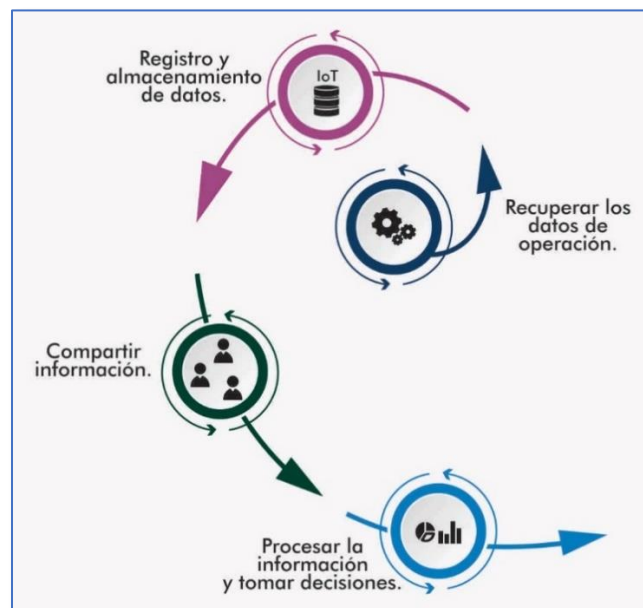


Figura 0.47. Integración de tecnologías

A continuación, se describe el funcionamiento de los elementos mostrados **figura 5.47**:

- a) **Recuperación de datos.** La recuperación de datos se realizó a través de tres aplicaciones para dispositivos móviles (Android):
  - **Cálculo de insumos.** Esta aplicación le permite al personal (con menos experiencia) saber exactamente las cantidades de material y de insumos necesarios para elaborar los productos.
  - **Inventarios.** Esta aplicación permite conocer la cantidad de productos producidos y almacenados en el área de producción, además de la cantidad de productos localizados en el punto de venta.
  - **Mantenimiento.** Esta aplicación lleva el conteo de los ciclos de la maquinaria e informa sobre el momento necesario para realizar los mantenimientos preventivos.
- b) **Registro y almacenamiento de información.** Las aplicaciones antes mencionadas envían la información de las operaciones de venta, mantenimiento e inventarios, para ser almacenada para su posterior procesamiento y análisis, para este caso se utilizó Firebase, la cual es una plataforma que ofrece Google para el almacenamiento gratuito de la información generada en forma de lista y está disponible para ser utilizada, descargada y analizada en todo momento.
- c) **Comunicación.** Toda la información recolectada a través de las aplicaciones anteriormente mencionadas es compartida entre los usuarios de las diferentes áreas de la organización, con esto se pretende coordinar las actividades y hacer más eficiente la toma de decisiones ante cambios del entorno.
- d) **Procesamiento de la información.** Permite realizar el análisis de la información recolectada, lo que facilita la toma de decisiones estratégicas de la empresa.

A continuación, se describen a profundidad cada una de las tres aplicaciones propuestas:

**Mantenimiento.** Esta aplicación lleva el conteo de los ciclos de la maquinaria. La aplicación hace uso de dispositivos como sensores de tipo inductivo, que permiten conocer el número de ciclos que realiza la máquina durante la jornada de trabajo, el chip ESP8266 realiza la conectividad vía Wifi y la plataforma Firebase almacenamiento para el posterior despliegado de la información en la aplicación Android (**figura 5.48**).

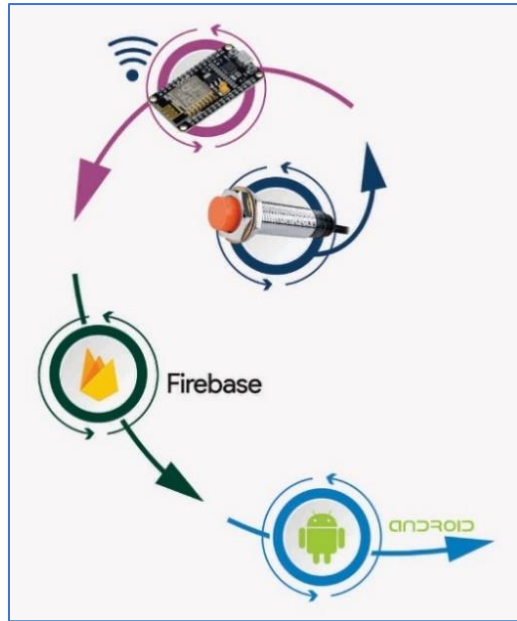


Figura 0.48. Diagrama de funcionamiento de la aplicación de mantenimiento

La **figura 5.49** muestra el logo de la aplicación (Mantenimiento) que aparece en la pantalla de inicio de los dispositivos Android.



Figura 0.49. Logo de la aplicación Mantenimiento

La **figura 5.50** muestra la pantalla de inicio de la aplicación (Mantenimiento) que aparece en la pantalla de inicio de los dispositivos Android.



Figura 0.50. Pantalla de inicio app Mantenimiento

La **figura 5.51** muestra la pantalla principal de la aplicación (Mantenimiento), la cual cuenta con cuatro progressBar:

- **Mantenimientos cumplidos.** Representa gráficamente el número de mantenimiento cumplidos y registrados por el usuario.
- **Mantenimientos incumplidos.** Representa gráficamente el número de mantenimientos que han sido omitidos por el usuario.
- **Fallas presentadas.** Representa gráficamente el número de fallas de la maquinaria ocurridas antes de los periodos de mantenimiento programados.
- **Ciclos de la maquinaria.** Representa gráficamente el número de ciclos de trabajo actuales de la maquinaria.

Por otro lado, esta pantalla cuenta con tres botones en la barra de tareas:

- **Botón de mantenimiento cumplido.** Este botón registra el cumplimiento del mantenimiento programado. Reinicia el contador de los ciclos de la maquinaria y el proceso de mantenimiento programado. La finalidad de este botón es llevar el control y el registro los mantenimientos realizados a la maquinaria con el objetivo de realizar un control estadístico de éstos y alargar el tiempo de vida de los componentes que integran el funcionamiento de la maquinaria.
- **Botón de mantenimiento incumplido.** Este botón registra los mantenimientos no atendidos por el usuario. La finalidad de este botón es llevar el control del número de ciclos acumulados de la maquinaria durante el incumplimiento del mantenimiento antes de presentarse una falla de los mecanismos de la maquinaria.
- **Botón de falla.** Este botón registra el número de fallas ocurridas antes de presentarse el siguiente periodo de mantenimiento. La finalidad de este botón es registrar el número de fallas presentadas, así como su tipo, para el cumplimiento de lo anterior se cuenta con un listado que contiene las tres principales fallas que pueden ocurrir en la maquinaria las cuales son: mecánicas, eléctricas y de control. El objetivo principal de esta opción es determinar cuál es el tipo de falla más recurrente en la maquinaria para prevenirlas y/o anticipar su reparación.

Además, esta pantalla lanza una alarma visual y vibratoria indicando la proximidad del siguiente mantenimiento, cuya finalidad es recordarle al usuario que es necesario prepararse para realizarlo.



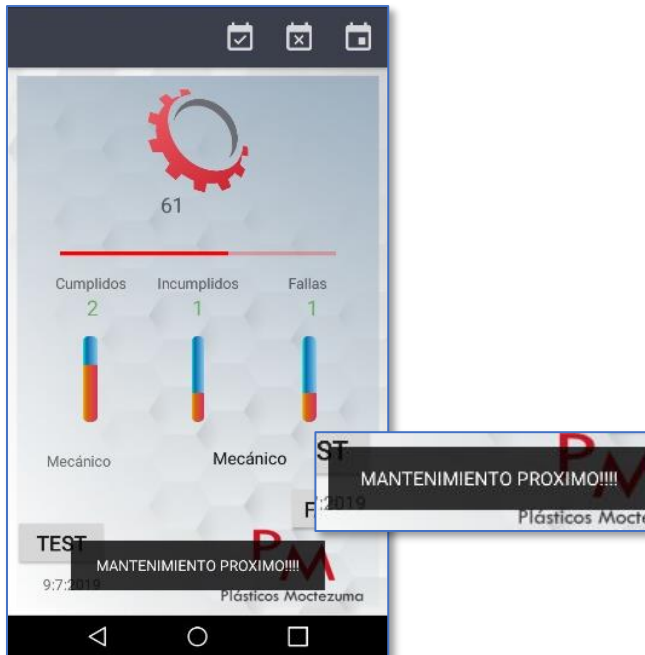


Figura 0.51. Pantalla principal de la aplicación Mantenimiento

La **figura 5.52** muestra el ícono representativo de la aplicación, el cual cambia de color de verde a rojo a medida que el número de ciclos de trabajo de la maquinaria se va acumulando, este ícono indica visualmente la necesidad de preparar el mantenimiento de la maquinaria.



Figura 0.52. Indicador visual de tiempo de mantenimiento

La **figura 5.53** muestra la plataforma de almacenamiento en internet (Firebase), la cual es la encargada de almacenar los datos obtenidos a través de la aplicación Mantenimiento y el sensor de la maquinaria conectado al chip ESP8266. La plataforma almacena la información en un arreglo tipo árbol (.json). Para este caso particular, la raíz de la aplicación es `sensormantenimiento` y los respectivos hijos o ramas (child) son:

- **Mcumplido.** Variable en internet encargada de almacenar la información actual de los mantenimientos cumplidos.



- **Mncumplidos.** Variable en internet encargada de almacenar la información actual de los mantenimientos no cumplidos.
- **Contador\_ciclos.** Variable en internet encargada de almacenar la información actual de los ciclos de trabajo de la maquinaria.
- **Fallas.** Variable en internet encargada de almacenar la información de los reportes de las fallas ocurridas en la maquinaria, esta variable está constituida a su vez por sus respectivas ramas o hijos las cuales son: fecha, noFalla, tipo de falla e identificador único.
- **Mantenimiento.** Variable en internet encargada de almacenar la información de los reportes de los respectivos mantenimientos realizados u omitidos, esta variable está constituida a su vez por sus respectivas ramas o hijos las cuales son: ciclos, fallas, fecha, mantenim\_cumplidos, mantenim\_no\_cumplidos e identificador único.

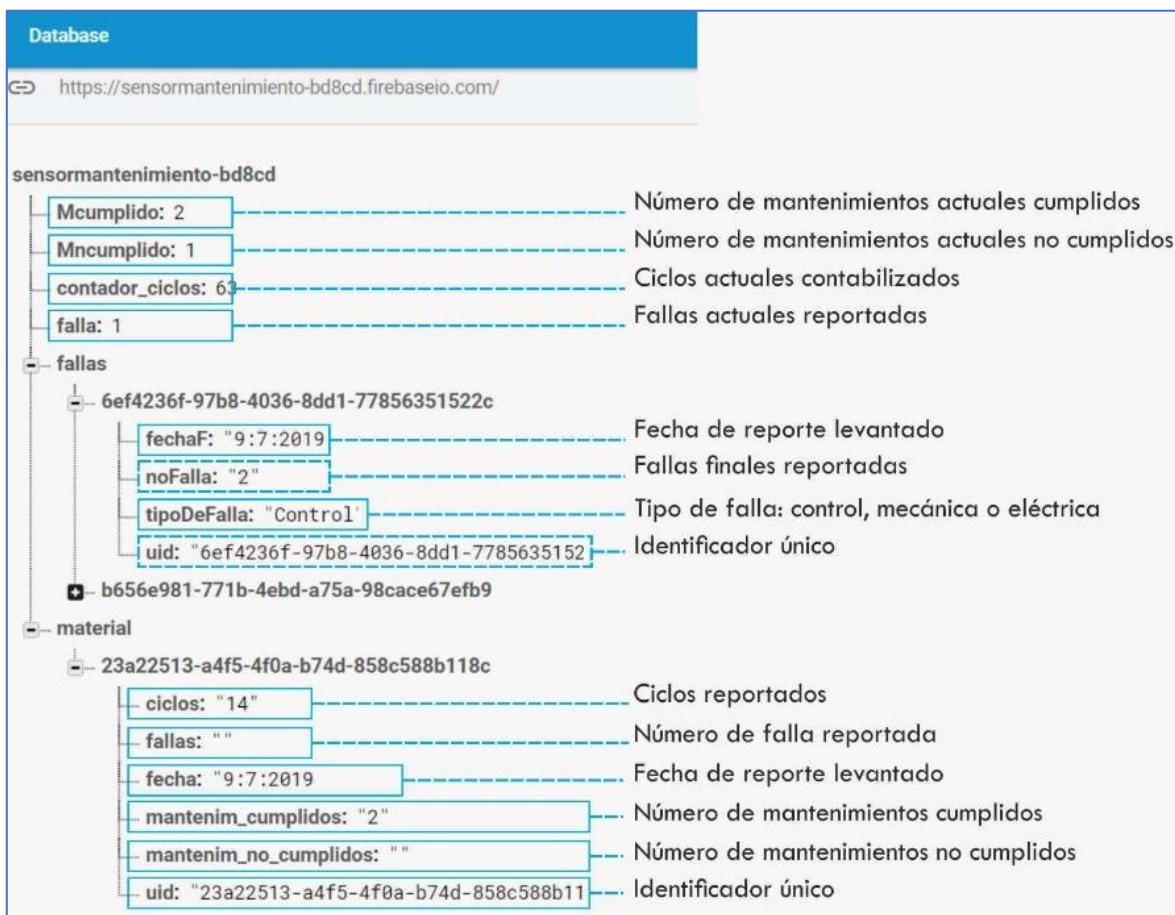


Figura 0.53. Plataforma de almacenamiento en internet Firebase para la app Mantenimiento

La **figura 5.54** muestra el hardware conformado por el sensor inductivo que capta la señal proveniente de los movimientos mecánicos de la maquinaria y la placa de desarrollo ESP8266 encargada de enviar el conteo de los pulsos a la plataforma Firebase.



Figura 0.54. Hardware ESP8266

**Cálculo de insumos.** Esta aplicación permite calcular las cantidades de materia prima necesaria para la elaboración de productos. La aplicación calcula según el peso en gramos de cada producto y el número de productos por pedido, la cantidad de material necesaria para surtir el pedido. Para el funcionamiento de esta aplicación, solo se requiere que el usuario digite el número de productos requeridos (**figura 5.55**).

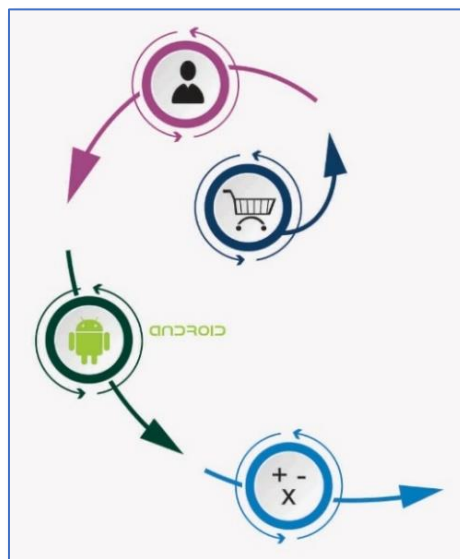


Figura 0.55. Diagrama de funcionamiento de la aplicación cálculo de inventarios

La **figura 5.56** muestra el logo de la aplicación (Insumos) que aparece en la pantalla de inicio de los dispositivos Android.



*Figura 0.56. Logo de la aplicación Insumos*

La **figura 5.57** muestra la pantalla de inicio de la aplicación (Insumos) que aparece en la pantalla de inicio de los dispositivos Android.



*Figura 0.57. Pantalla de inicio app Insumos*

La **figura 5.58** muestra la pantalla principal de la aplicación (Insumos), la cual cuenta con cuatro botones:

- **Calcular.** Al presionar este botón, la aplicación calcula de manera automática la cantidad de materia prima requerida para completar el pedido de un solo producto.
- **Añadir.** Al presionar este botón, la aplicación calcula de manera automática la cantidad de materia prima requerida para completar un pedido, permitiendo agregar el peso en gramos de diferentes productos.
- **Limpiar.** Permite limpiar la casilla "cantidad de productos"

- **Guardar.** Al presionar este botón, la aplicación almacena la consulta del material requerido en la base de datos Firebase para su posterior consulta. El objetivo de esta opción es llevar un registro de la cantidad de materia prima utilizada en la elaboración de los diferentes productos para mejorar su disposición y adquisición de manera oportuna. Por su parte, para evitar errores de almacenamiento de la información, esta opción se complementa con un mensaje de confirmación que permite al usuario cancelar o confirmar la operación (**figura 5.59**).



Figura 0.58. Pantalla principal de la aplicación Insumos

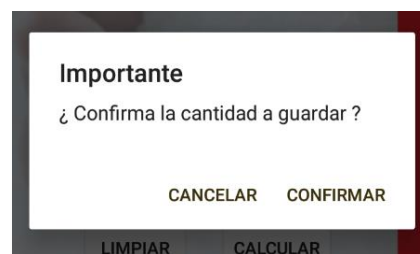


Figura 0.59. Mensaje de confirmación de materia prima almacenada

Además, la aplicación cuenta con una sección de consulta que le permite al usuario visualizar en forma de lista, los cálculos de materia prima que ha realizado para completar los pedidos recibidos (**figura 5.60**). Las consultas arrojan los siguientes datos: producto, cantidad, peso en kilogramos del material utilizado y la fecha de almacenamiento de la información.



Figura 0.60. Pantalla de consulta de materia prima

La **figura 5.61** muestra la plataforma de almacenamiento en internet (Firebase), la cual es la encargada de almacenar los datos obtenidos a través de la aplicación Insumos. La plataforma almacena la información en un arreglo tipo árbol ( .json). Para este caso particular, la raíz de la aplicación es Insumos2 y los respectivos hijos o ramas (child) son:

- **cantidad.** Variable en internet encargada de almacenar la información de la cantidad de productos ingresados para el cálculo.
- **fecha.** Variable en internet encargada de almacenar la fecha en que se realizó en cálculo.
- **peso.** Variable en internet encargada de almacenar el resultado del cálculo realizado (peso en kilogramos).
- **producto.** Variable en internet encargada de almacenar la información del tipo de producto seleccionado para el cálculo.

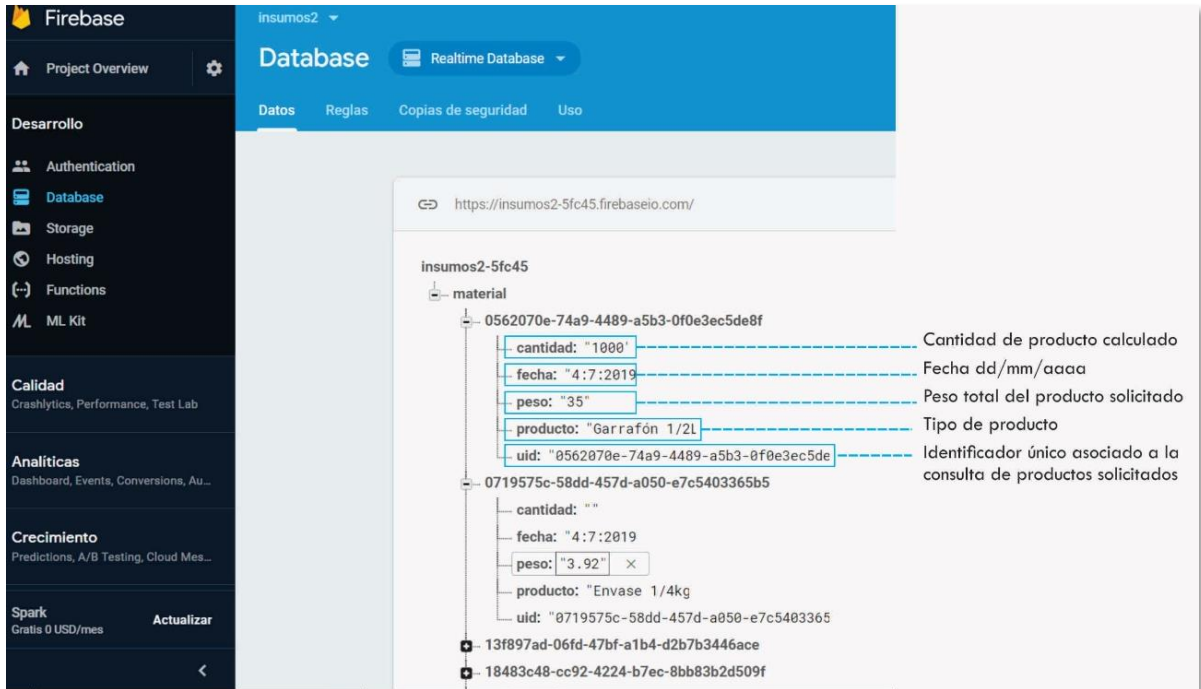


Figura 0.61. Plataforma de almacenamiento en internet Firebase para la app Insumos

**Inventarios.** Esta aplicación registra la cantidad de artículos producidos y almacenados por Plásticos Moctezuma. La aplicación permite compartir en tiempo real la información del registro de los productos existentes, a través de la aplicación es posible que el usuario registre la cantidad de productos producidos y vendidos, ambas cantidades se registran en la base de datos para su posterior análisis (figura 5.62).

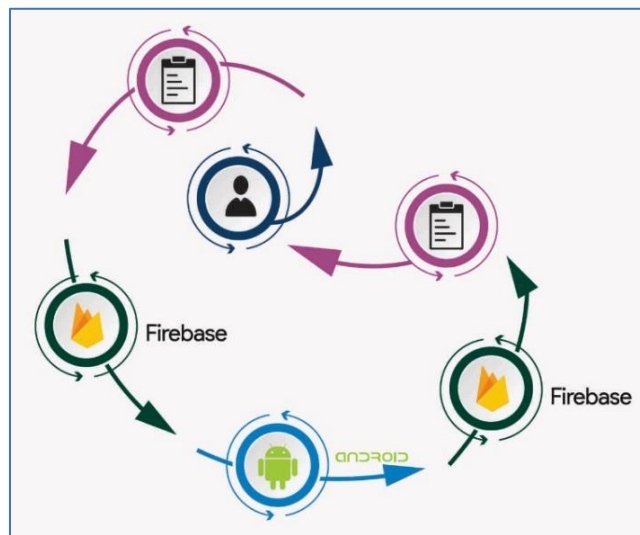


Figura 0.62. Diagrama de funcionamiento de la aplicación inventarios

La **figura 5.63** muestra el logo de la aplicación (Inventario) que aparece en la pantalla de inicio de los dispositivos Android.



*Figura 0.63. Logo de la aplicación Inventario*

La **figura 5.64** muestra la pantalla de inicio de la aplicación (Inventario) que aparece en la pantalla de inicio de los dispositivos Android.



*Figura 0.64. Pantalla de inicio app Inventario*

La **figura 5.65** muestra la pantalla principal de la aplicación (Inventario), la cual cuenta con tres botones:

- **Garrafrones.** Permite la navegación hacia la página inventario de garrafrones
- **Botellas.** Permite la navegación hacia la página inventario de botellas
- **Envases.** Permite la navegación hacia la página inventario de envases

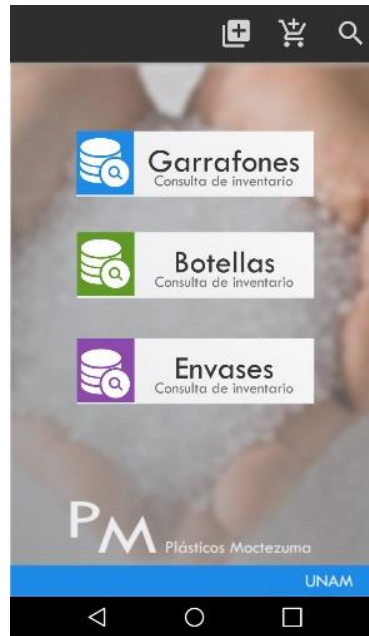


Figura 0.65. Página principal de la aplicación inventario

Además, esta pantalla posee en su barra de tareas los botones de: almacén, punto de venta y consultas.

La **figura 5.65** muestra la pantalla de inventario de la categoría garrafones, en esta pantalla el usuario puede verificar la cantidad existente en tiempo real de los diferentes productos de esta categoría los cuales son: anticongelante, garrafón 4.5 L, garrafón 3.5 L, garrafón 2L, garrafón 1L, garrafón 1L JO, garrafón 1/2L, garrafón 1/4 L, garrafón 1/4L JO y garrafón 1/8L.

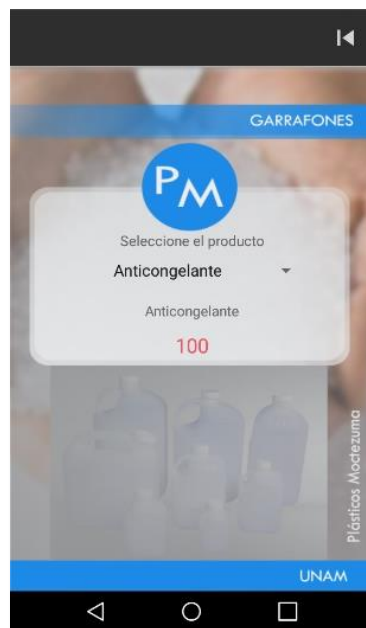


Figura 0.66. Inventario de la categoría garrafones



La **figura 5.67** muestra la pantalla de inventario de la categoría botellas, en esta pantalla el usuario puede verificar la cantidad existente en tiempo real de los diferentes productos de esta categoría los cuales son: botella 1L, botella 1/2L, botella 1/4L, botella 1/8L.



Figura 0.67. Inventario de la categoría botellas

La **figura 5.68** muestra la pantalla de inventario de la categoría envases, en esta pantalla el usuario puede verificar la cantidad existente en tiempo real de los diferentes productos de esta categoría los cuales son: envase 4kg, envase 2kg, envase 1kg R-70, envase 1kg R-89, envase 1kg R-100, envase 1/2 kg, envase 1/4kg y envase 1/8kg.



Figura 0.68. Inventario de la categoría envases

La **figura 5.69** muestra la pantalla de registro de inventario de almacén, en esta pantalla el usuario registra las cantidades de los bienes producidos a lo largo de la jornada laboral, así como las cantidades de productos almacenados.

Por otro lado, permite registrar la salida de productos ya sea para venta a cliente o bien para surtir su punto de venta. El registro de la información antes mencionada se lleva a cabo en la plataforma Firebase, la cual se comunica de manera directa con la aplicación para almacenar y proporcionar la información que el usuario necesita en tiempo real.



*Figura 0.69. Pantalla de registro de inventario del almacén*

La **figura 5.70** muestra la pantalla de registro de inventario del punto de venta, en esta pantalla el usuario registra las cantidades de los bienes recibidos provenientes de su almacén, así como las cantidades de productos almacenados. Además, permite registrar la salida de productos por concepto de venta.

El registro de la información antes mencionada se lleva a cabo en la plataforma Firebase, la cual se comunica de manera directa con la aplicación para almacenar y proporcionar la información que el usuario necesita en tiempo real.



Figura 0.70. Pantalla de registro de inventario del punto de venta

La **figura 5.71** muestra la pantalla de consulta de actividades, esta pantalla muestra las actividades de adición de productos o la sustracción de los mismos del inventario de la empresa, la información que despliega es la siguiente: nombre del producto, cantidad de productos, actividades de adición o sustracción, lugar de la actividad (almacén o punto de venta) y la fecha en que se realizó la actividad.

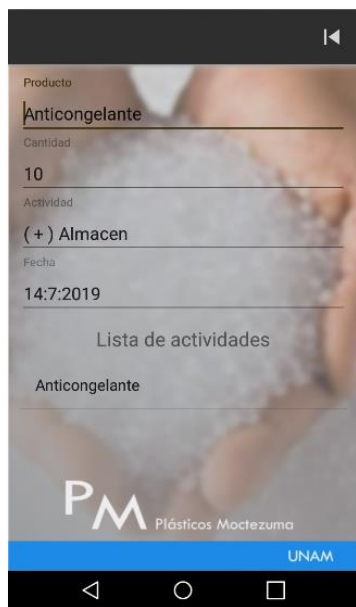


Figura 0.71. Pantalla de consultas de actividades

La **figura 5.72** muestra la plataforma de almacenamiento en internet (Firebase), la cual es la encargada de almacenar los datos obtenidos a través de la aplicación Inventario. La plataforma almacena la información en un arreglo tipo árbol ( .json). Para este caso particular, la raíz de la aplicación es inventarios y Producto, sus respectivos hijos o ramas (child) son:

- **Gama de productos de Plásticos Moctezuma.** Conjunto de variables en internet encargada de almacenar la información de la cantidad de productos existentes en el inventario de la empresa.
- **Producto.** Variable en internet encargada de almacenar la información relacionada con las actividades de adición o sustracción de los productos de la empresa.

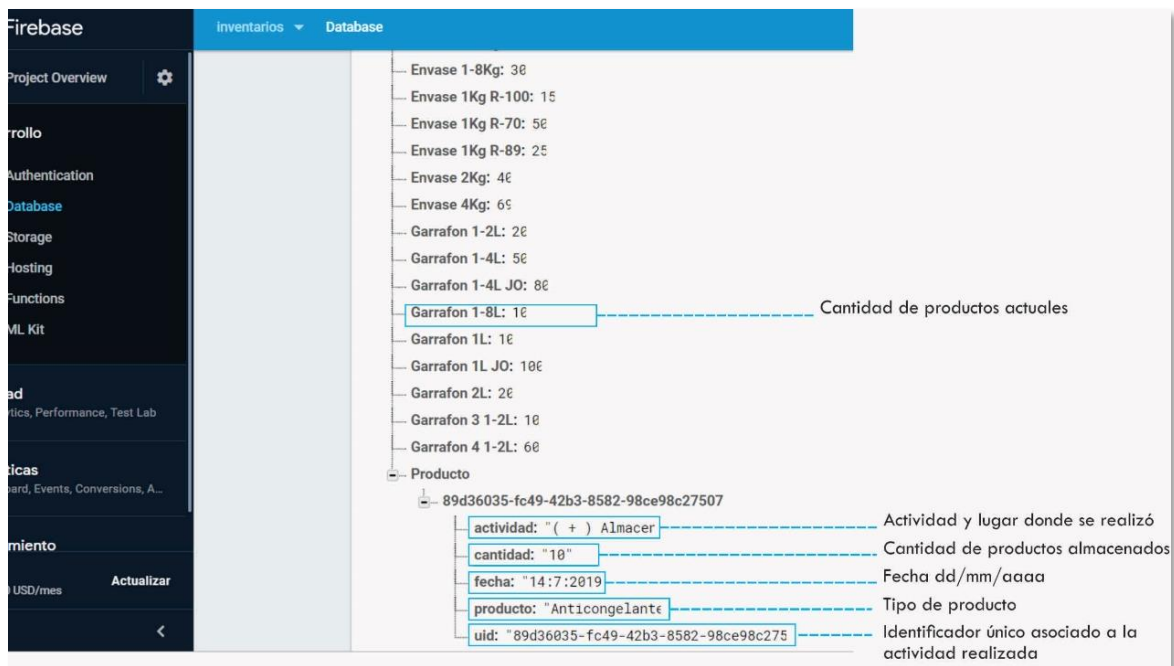


Figura 0.72. Plataforma de almacenamiento en internet Firebase para la app Inventario

## Capítulo 6. Análisis de resultados de las mejoras propuestas

### 6.1 Análisis de los resultados del plan estratégico

Las características propias de las MIPYMES, en particular los recursos limitados con los que cuentan, como es el caso de Plásticos Moctezuma, sugieren que una adecuada y correcta aplicación del proceso de planeación estratégica es vital para alcanzar una adecuada competitividad y permanencia. Por otro lado, el plan estratégico encargado de regir a la MIPYME, debe ser flexible y capaz de adaptarse a los cambios internos y externos por lo que la continua evaluación de los objetivos estratégicos o de la misma estrategia es fundamental para la empresa.

A continuación, a manera de evaluación, se muestran las diferencias que se presentaron al modificar el plan estratégico de la empresa:

La **figura 6.1** muestra el comparativo entre la estrategia de ventas a crédito **figura 6.1a** y la estrategia de ventas con pago de contado **figura 6.1b**.

La **figura 6.1a**, señala los porcentajes de clientes al 100% y como se llevaba a cabo la estrategia de ventas, se ilustra que la mayor parte de las ventas (67%) se realizaban a través de créditos, de esta manera, las ventas tardaban semanas o incluso meses en determinarse como cerradas.

Por su parte, la **figura 6.1b** muestra una disminución de clientes al 68%, sin embargo, el porcentaje de pagos de contado se elevó al 74%, lo que significa ingresos inmediatos al terminar el proceso de venta y, por lo tanto, liquidez para la empresa. Las ventas a crédito no se eliminaron del todo, no obstante, las fechas de pago se redujeron según el caso y el acuerdo de cada cliente con la empresa.



Figura 0.1. Método de pago preferido por los clientes. (a) Pago a crédito, (b) Pago de contado

Otro factor importante dentro de la nueva estrategia financiera se ilustra en la **figura 6.2** donde se aprecia el comparativo entre las compras al menudeo **figura 6.2a** y al mayoreo **figura 6.2b**.

Por un lado, la **figura 6.2a** muestra el ahorro comprando con los precios al menudeo, así como la disponibilidad de la materia prima al realizar las compras de esta manera.

Por otro lado, la **figura 6.2b** muestra el ahorro económico que se presenta al realizar las compras por mayoreo que va desde un 15% hasta un 17% dependiendo del insumo. Por su parte, el factor considerado como más importante es la disponibilidad de materia prima, la cual permite entre otras cosas, evitar retrasos en la producción y la posibilidad de comprometerse a tiempos de entregas cortos.



Figura 0.2. Comparativo compras menudeo vs compras mayoreo. (a) Compras al menudeo, (b) Compras al mayoreo

De igual modo, la estrategia financiera contempla los compromisos en materia fiscal que tiene la empresa, en la **figura 6.3** se muestran los comparativos entre los compromisos adquiridos (pago de impuestos) y las diferentes formas de abordarlos.

La **figura 6.3a** señala el porcentaje de pagos realizados debido a las operaciones de compra – venta de bienes materiales, donde las deducciones por concepto de compras con el respaldo de documentos fiscales (facturas) era menor o igual al 25% de la operación mensual, limitando a la empresa a realizar un número determinado de operaciones (ventas) para no exceder el pago de otros impuestos (ISR por ejemplo).

Por su parte, la nueva estrategia financiera ilustrada en la **figura 6.3b** contempla realizar más compras respaldadas con documentos ficales que las que se realizaban con la estrategia anterior, la finalidad de hacer más compras es justo la reducción del pago de otros impuestos sin la necesidad de limitar el número de ventas u operaciones mensuales a través de documentos fiscales. Con la aplicación de la nueva estrategia, los pagos de los compromisos fiscales se redujeron en un 35%.

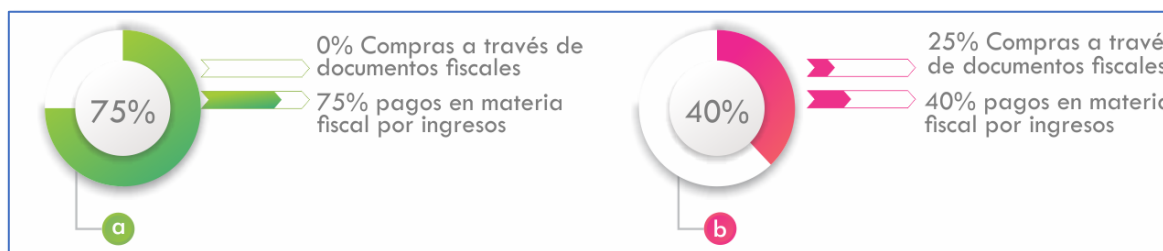


Figura 0.3. Comparativa estrategia fiscal. (a) Estrategia fiscal anterior, (b) Estrategia fiscal actual

## 6.2 Análisis de los resultados de la innovación en los procesos de manufactura

A continuación, se muestran los resultados presentados al automatizar el proceso de manufactura de Plásticos Moctezuma:

La **figura 6.4** muestra el comparativo entre el tiempo necesario para la capacitación del proceso manual **figura 6.4a** y el tiempo de capacitación del proceso automatizado **figura 6.4b**.

La **figura 6.4a**, señala el tiempo necesario que tarda una persona en ser considerado como capacitado de manera adecuada (180 días), el amplio periodo es necesario para que el operador pueda adquirir las habilidades necesarias para la elaboración del producto, así como las formas para resolver las diferentes fallas que se pudieran presentar durante el proceso.

Por su parte, la **figura 6.4b** muestra el tiempo necesario para la capacitación del personal encargado del proceso automatizado (60 días). La principal diferencia entre estos tiempos radica en el hecho de que, en el proceso automatizado la atención del personal solo se centra en resolver las situaciones presentadas para la elaboración del producto (peso, forma, densidad, uniformidad) y el adecuado terminado de éste. Podría decirse, que los conocimientos del trabajador cobran más valor, puesto que ahora tienen la oportunidad de aplicarlos para beneficiar la producción y la calidad del producto. Además, el corto periodo de capacitación permite a la empresa reducir tanto los costos de capacitación del nuevo personal como el número de piezas defectuosas fabricadas durante este periodo, lo que se traduce como una ventaja para la empresa.

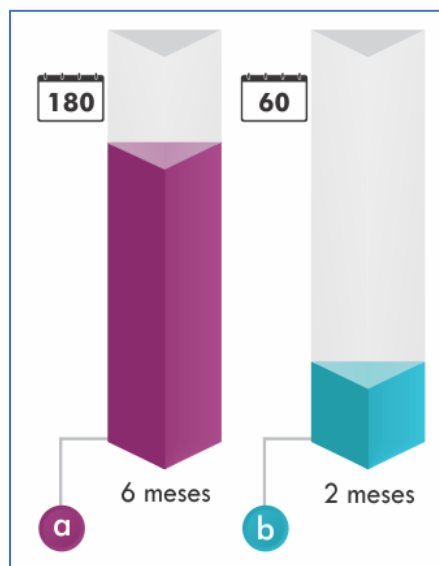


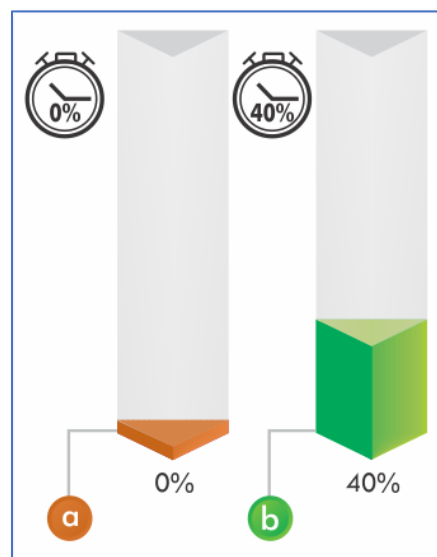
Figura 0.4. Comparativo entre tiempo de capacitación. (a) Proceso manual, (b) Proceso automatizado

Otra ventaja derivada de la automatización del proceso de manufactura, es el tiempo dedicado a la revisión de la calidad del bien producido.

La **figura 6.5** muestra la comparación entre el tiempo destinado a la revisión de la calidad del producto en el proceso manual **figura 6.5a** y el proceso automático **figura 6.5b**.

Debido a la cantidad de esfuerzo físico y el tiempo de ciclo de producción de cada producto, el operador de la maquinaria del proceso manual solo dispone del tiempo necesario para dar el terminado final al bien producido, provocando que la calidad del producto dependa en todo momento de la habilidad del operador para realizar el proceso manual de manera adecuada (**figura 6.5a**).

Por otro lado, el proceso automatizado permite al usuario disponer de tiempo para hacer una inspección del producto, este tiempo se obtiene de la espera entre ciclos de producción y se estima que es un 40% de éste, el resto del tiempo se destina a dar un mejor terminado al producto elaborado (**figura 6.5b**).



*Figura 0.5. Comparativo entre tiempo dedicado a la revisión de calidad del producto. (a)Proceso manual, (b)Proceso automatizado*

Por otro lado, la automatización del proceso tiene la ventaja de reducir la cantidad de piezas defectuosas hasta en un 30% en comparación con la cantidad de desperdicio que se genera con el proceso manual (**figura 6.6**).

La **figura 6.6a** muestra que la cantidad de productos defectuosos o mal fabricados es consistente con el tipo de producto y con el operador en turno, es decir, se promedia una cierta cantidad de productos defectuosos por turno.

Por otro lado, la **figura 6.6b** ilustra que el mismo producto ahora manufacturado en el proceso automático presenta una reducción de hasta 30% de desperdicio por piezas defectuosas al desvincular las tareas de manufactura del operador y minimizar el error humano en esta parte del proceso.



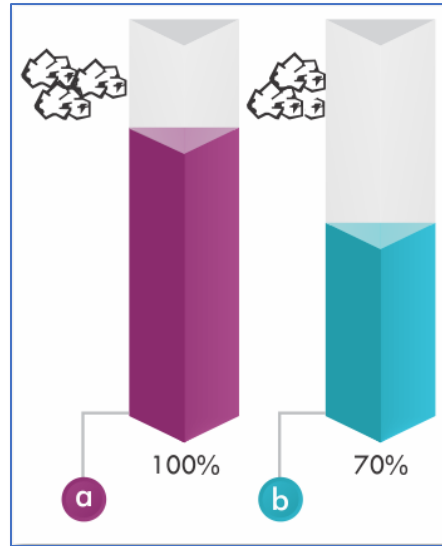


Figura 0.6. Comparativo de cantidad de desperdicios por piezas defectuosas. (a) Proceso manual, (b) Proceso automático

Otra ventaja derivada de la automatización del proceso se ilustra en la **figura 6.7**.

La **figura 6.7a** muestra el número de personas que son requeridas para llevar a cabo el proceso de producción de forma manual, en este caso, es necesario un operador por máquina y una persona de apoyo para llevar a cabo los procesos de alimentación de materia prima y el empaclado de los productos provenientes de las maquinarias. Es decir, por cada dos máquinas se requieren un operador para cada una y un personal auxiliar.

Por su parte, la **figura 6.7b** ilustra que solo se requiere un operador por máquina y que éste se puede hacer cargo de los procesos de apoyo antes descritos. De esta manera, los recursos humanos podrán ser aprovechados en otras tareas que tengan más valor y que beneficien a la empresa y a los clientes.

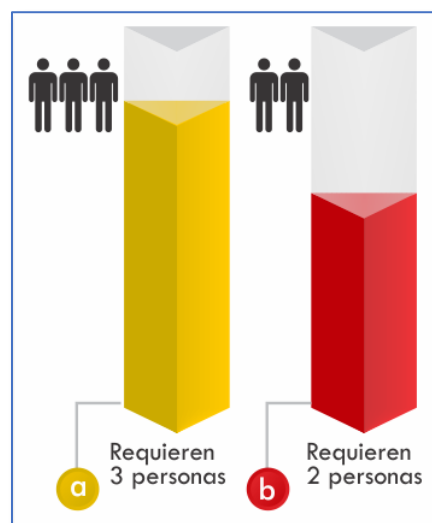


Figura 0.7. Comparación de personal requerido. (a) Proceso de manufactura manual, (b) Proceso de manufactura automático

De igual modo, la automatización del proceso tiene la ventaja de reducir el nivel de fatiga de los operadores de la maquinaria hasta en un 40% (según las encuestas aplicadas a éstos) en comparación con el nivel de fatiga que sufrían con el proceso manual (**figura 6.8**) donde el esfuerzo físico se realiza durante toda la jornada laboral.

La **figura 6.8a** muestra el porcentaje de fatiga que los operadores manifestaron tener al final de la jornada laboral, este nivel de fatiga ocurre por dos razones principales, la posición de trabajo fija (de pie) y esfuerzo físico al realizar el proceso de manufactura (cierre y traslado de prensa).

Por otro lado, la **figura 6.8b** ilustra el porcentaje de fatiga que los operadores manifestaron tener al final de la jornada laboral con el proceso automático (40%), donde el operador puede cambiarse de posición si así lo desea, no requiere realizar ningún esfuerzo físico para realizar el proceso de manufactura y puede moverse con libertad en su zona de trabajo.

Esta ventaja elimina la restricción de contratación que se tenía para este tipo de procesos de manufactura manual, donde el principal factor de contratación radicaba en la fuerza física, lo que limitaba de gran medida a la empresa.

Otro factor que se ve favorecido con la automatización del proceso, es la disminución de rotación del personal, debido a que el proceso de manufactura manual es agotador, gran parte de las personas que eran contratadas por la empresa renunciaban en poco tiempo o dejaban de asistir al trabajo. Durante el periodo de prueba del proceso automático no hubo cambios o renunciaciones por parte de los operadores de la maquinaria, se espera que la rotación de personal siga disminuyendo con el proceso de automatización de la planta.

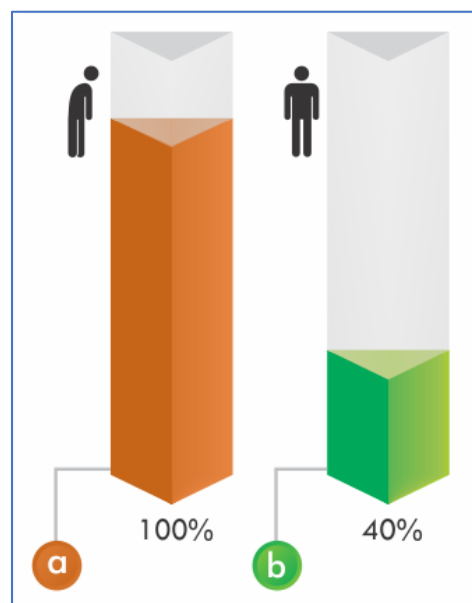


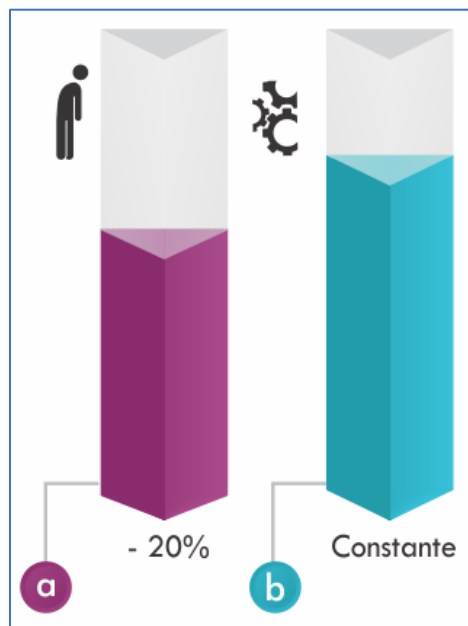
Figura 0.8. Comparación del nivel de fatiga muscular en el proceso de manufactura. (a) Proceso de manufactura manual, (b) Proceso de manufactura automático

Finalmente, la automatización del proceso permite tener una productividad diaria casi “constante” lo que lo convierte en una de las principales ventajas desde el punto de vista de planeación de la empresa.

La **figura 6.9** muestra el comparativo entre la productividad del proceso manual **figura 6.9a** y la productividad del proceso automatizado **figura 6.9b**.

La **figura 6.9a**, señala que a lo largo de la jornada laboral se reporta hasta un 20% de disminución de productividad debido factores como: la fatiga del operador, tiempos muertos o bien a la falta de compromiso y experiencia de los empleados.

Por su parte, la **figura 6.9b** ilustra la productividad del proceso automatizado donde la productividad permanece “constante” al no estar influenciado por el factor humano.



*Figura 0.9. Comparación de productividad diaria. (a) Proceso de manufactura manual, (b) Proceso de manufactura automático*

### 6.3 Análisis de mejora de la innovación en los procesos de gestión y comunicación

La principal función de las aplicaciones digitales propuestas con anterioridad, es entregar información relevante de manera rápida y resumida que permita realizar un seguimiento, tanto del desempeño del proceso, como del cumplimiento de los objetivos establecidos en la estrategia de la empresa, de esta manera, se pretende integrar los procesos estratégicos, operativos y de soporte en una estructura unificada para apoyar la comunicación entre las diferentes áreas (planeación, manufactura, mantenimiento y compras) y mejorar su desempeño.

Debido a su reciente implementación, a continuación, solo se mostrarán algunos de los resultados observados y esperados a partir de la integración de herramientas digitales (aplicaciones) en los procesos de gestión de Plásticos Moctezuma:

#### 6.3.1 Mantenimiento

Actualmente, Plásticos Moctezuma no cuenta con ningún plan de mantenimiento preventivo o algún tipo de inspección periódica que permita vigilar el adecuado funcionamiento de sus máquinas. Es por este motivo que la gran mayoría de las fallas se han presentado en el momento de ejecución afectando negativamente el cumplimiento de las fechas de entrega y la disponibilidad de la maquinaria. Además, el tiempo requerido para realizar las reparaciones es considerablemente largo debido a la falta de repuestos o porque las piezas necesarias no están disponibles de manera inmediata. Por los motivos anteriormente descritos, la implantación de la herramienta digital (aplicación) de mantenimiento propone la revisión periódica y programada que permita garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria por pedidos más largos.

La manera en que el mantenimiento programado impacta las operaciones de la empresa es la siguiente:

- **Disponibilidad de la maquinaria.** Este es uno de los principales factores que influyen en la planificación de la producción y de fechas de entrega de la empresa. El mantenimiento programado permite determinar de una manera más segura el tiempo de ocupación de la maquinaria según las ordenes de producción que se tengan pendientes, minimizando los retrasos e interrupciones en las operaciones de producción debido a fallas.

La disponibilidad de la maquinaria depende de dos factores principales:

- Ocupación de la maquinaria por pedidos pendientes
- Fallas

Siendo las fallas las que más afectan la planificación de la producción y las que generan retrasos en las fechas de entrega. El mantenimiento programado permite detectar las fallas de manera anticipada permitiendo optimizar los recursos productivos y de esta forma tener una alta disponibilidad de las instalaciones.

- **Cumplimiento de fechas de entrega a los clientes.** Uno de los principales factores que impiden cumplir con las fechas de entrega es la incapacidad de garantizar el correcto funcionamiento de la maquinaria. El mantenimiento programado permite disminuir la probabilidad de falla de la maquinaria en el momento de ejecución, lo que se traduce en una mejor atención y cumplimiento al cliente.
- **Reducción de costos de mantenimiento.** En comparación con el costo que implica detener el proceso de producción, mantenimientos mayores originados de fallas menores y el gasto de tiempos extra para realizar las reparaciones, así como para el cumplimiento de los pedidos, otras empresas que llevan a cabo este tipo de mantenimiento han reportado una reducción 50% en sus costos, por lo que se espera que Plásticos Moctezuma presente este beneficio al integrar esta práctica.
- **Aumento del tiempo de vida de las piezas.** La prevención y la detección de fallas anticipada en la máquina aumenta la vida operacional útil de sus piezas y componentes en un promedio de 30%. El aumento de la vida de la máquina es una proyección basada en la implementación de un programa de mantenimiento programado al evitar daños serios a las máquinas y sus sistemas. Esta reducción en la severidad de los daños aumenta la vida operacional del equipamiento, evitando también la propagación de defectos.
- **Aumento de la producción.** Este aumento se basa estrictamente en la disponibilidad de la máquina, ya que permite mejorar el rendimiento operativo y, por lo tanto, la productividad de la maquinaria.
- **Mejora en la seguridad del operador.** El anticipado mantenimiento de la maquinaria permite reducir el riesgo de fallas que puedan causar daños a los operadores.

La **figura 6.10** muestra el comparativo entre los resultados esperados al implementar la solución tecnológica con respecto a la forma tradicional en que se llevaban a cabo las operaciones de mantenimiento dentro de la empresa.



Figura 0.10. Comparativo entre el método de mantenimiento tradicional vs método de mantenimiento programado

La propuesta de esta app ha permitido recolectar información sobre las piezas que sufren mayor desgaste en el momento de la operación, además se han clasificado las refacciones que son vitales para la rápida reparación de la maquinaria, entre estos elementos se encuentran:

- **Control de temperatura:**
  - Contactores o SSR
  - Pirómetros o controlador PID
  - Termopar tipo "J"
- **Control mecánico:**
  - Relevador
  - Cadenas
  - Catarinas
  - Bandas

Por su parte, la app registra el número de ciclos que la maquinaria realiza para establecer el periodo de mantenimiento y que pueda ser programado de tal manera que se maximice el tiempo de vida de las refacciones antes mencionadas.

### 6.3.2 Cálculo de insumos

Como se describió con anterioridad, no todo el personal que labora en la empresa de Plásticos Moctezuma cuenta con el conocimiento o experiencia para calcular la cantidad de materia prima que se requiere para cumplir con la producción en curso, esta es una limitante para la empresa y es otro de los factores que provoca el retraso en las entregas. De hecho, se puede afirmar que la falta de material es el principal cuello de botella de las operaciones de producción de la empresa según los diagramas de flujo expuestos en la sección 5.6.1. Dos principales beneficios se esperan de la implantación de esta herramienta digital.

- Reducción de tiempos de producción y de entrega por falta de insumos y/o materia prima
- Conocimientos de material requerido por cada pedido

De la sección 5.6 (análisis de consecuencias o efectos indeseables), se observó que una de las causas de origen de las problemáticas: paros o retrasos en la producción (**figura 5.26**), retrasos en la entrega al cliente (**figura 5.27**) e ingresos insuficientes (**figura 5.28**) es justamente la insuficiencia de materia prima. De aquí que los beneficios que se esperan tener a partir de la implementación de la aplicación digital son de gran relevancia para el mejoramiento de las operaciones de la empresa. Los porcentajes de mejora que se estiman se pueden alcanzar con esta aplicación se muestran en las **figuras 6.11** y **6.12**, respectivamente.

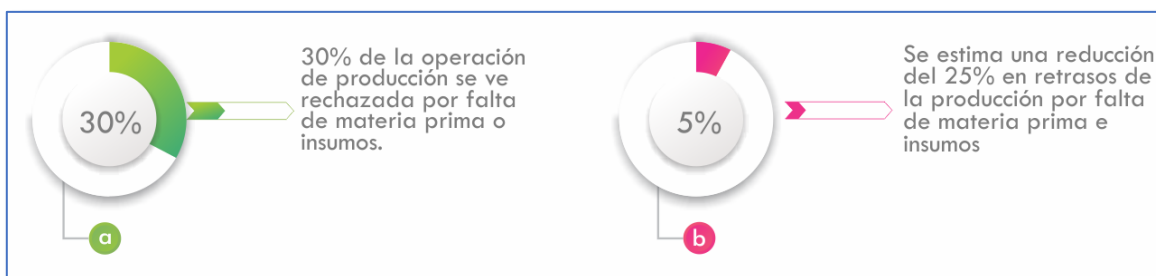


Figura 0.11. (a) Retrasos de la producción actual, (b) Retrasos de la producción con herramientas tecnológicas de apoyo

Esta estimación anterior está basada en:

- El cálculo anticipado de la materia prima necesaria para la elaboración de los pedidos desde su recepción
- La información en tiempo real del consumo de materia prima diario
- La información en tiempo real del material disponible en inventarios

Los resultados observados hasta el momento muestran como el conocimiento oportuno y anticipado sobre la cantidad de materia prima requerida permite al área de compras prevenirse ante la escasez, el mal cálculo y la falta de materia prima requerida durante la elaboración de los pedidos, evitando así retrasos en la producción.

Por otro lado, gracias a la facilidad de cálculo que ofrece la aplicación, todo el personal que labora en la empresa contará con los conocimientos suficientes para estimar la cantidad de materia prima necesaria, lo que supone que cualquiera pueda rectificar, verificar o comunicar cualquier factor relacionado con disponibilidad la de ésta.

Como se muestra en la **figura 6.12a**, solo el 40% del personal que labora en la empresa (personal con mayor experiencia) era capaz de calcular la cantidad de materia prima, con la integración de la herramienta digital todo el personal está capacitado para realizar este cálculo (conocimiento unificado), lo que beneficia en gran manera a la empresa (**figura 6.12b**).

Los beneficios derivados de esta acción son:

- Reducción de interrupciones en la línea de producción debido a la falta de material
- Cumplimiento de los tiempos de entrega programados
- Reducción de tiempos muertos
- Almacenamiento de la información para el pronóstico de la demanda de materia prima

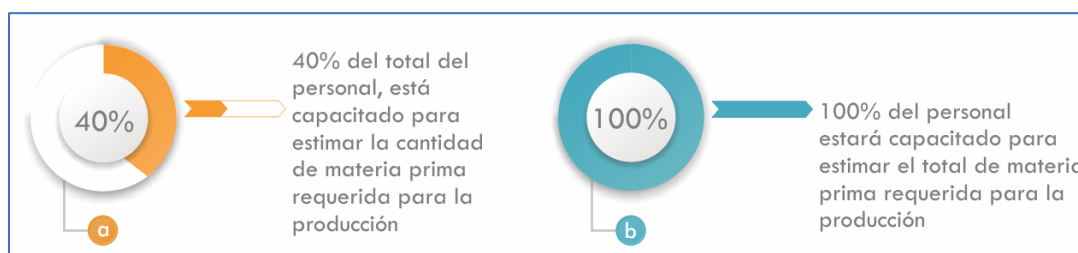


Figura 0.12. Comparativo personal actual capacitado vs personal capacitado con herramientas tecnológicas de apoyo

### 6.3.3 Inventarios

Plásticos Moctezuma al igual que muchas otras MIPYMES no cuenta con ningún control de inventarios, lo que le impide optimizar el manejo de sus recursos y tomar decisiones oportunas sobre compras de materia prima, producción de bienes y atención al cliente.

La propuesta de esta app está permitiendo realizar el control de los inventarios de los diferentes productos producidos por la empresa. La app apoya a la empresa a mejorar la comunicación entre sus diferentes áreas (producción, compras, ventas, finanzas). La

ventaja que ofrece esta aplicación a diferencia de otros sistemas MES o ERP, es la facilidad con que los usuarios registran, actualizan y recuperan la información correspondiente a los productos.

El rápido acceso a la información está beneficiando a la empresa en la adecuada toma de decisiones sobre las ventas y la producción de sus artículos, de esta manera se mejora el tiempo de respuesta sobre la demanda de sus productos y se optimizan sus recursos económicos al destinarlos a la compra de materia prima de los productos que tienen mayor demanda y generan mayores ganancias.

Los resultados esperados son los mostrados en la **figura 6.13**:



*Figura 0.13. Resultados esperados a partir de la implementación de herramientas tecnológicas en las diferentes áreas de la empresa*

A través de la aplicación se puede realizar el control de los inventarios mediante el registro de las diferentes actividades que se realizan en la empresa (compras, ventas, producción, etc.) que permitirán tener las siguientes ventajas:

- Control de entradas y salidas de materia prima y productos terminados
- Elevar la calidad del servicio al cliente
- Mejorar el flujo de efectivo
- Identificar la estacionalidad
- Reducción de costos por compras de emergencia
- Conocimiento de stock máximo y mínimo
- Puntos de reorden de materias primas
- Optimización de espacio en almacenes
- Priorización de producción de productos
- Visualización del inventario en línea
- Comunicación en tiempo real entre las diferentes áreas de la empresa
- Determinar la eficiencia de la política para el manejo de inventarios
- Verificar si los movimientos en los inventarios se registran adecuadamente
- Sistema actualizado y adecuado de las condiciones de la compañía

Con estas características la empresa podrá responder a las siguientes preguntas:



- ¿Cuántos productos se produjeron?
- ¿Cuándo se produjeron?
- ¿A dónde se dirigen (punto de venta o cliente directo)?
- ¿Cuántos productos quedan en almacén?
- ¿Disponibilidad del producto?
- ¿Fecha de entrega del producto?

La respuesta a estas preguntas se traduce en un mejor control y gestión de los activos de producción de la empresa, lo que se ve reflejado en un aumento de calidad del servicio al cliente al ser capaz de cumplir con sus demandas en corto y mediano plazo aumentando la lealtad, fidelidad y confianza de éstos, lo que a su vez repercute en un aumento en las ventas.

#### 6.3.4 Otros factores.

Durante el desarrollo del presente trabajo, se identificaron algunos factores que ayudaron a mejorar el desempeño y fortalecimiento de Plásticos Moctezuma, dichos factores se mencionan a continuación:

- a) **Diferenciarse entre MIPYMES tradicionales y modernas.** Durante un largo periodo la situación de la empresa plásticos Moctezuma se definió como tradicional, la dirección se enfocó en resolver problemas inmediatos y en el trabajo productivo sin considerar factores como una adecuada administración, estrategias de venta o desarrollo tecnológico para mejorar sus procesos. Pero, en cierto punto (crítico) apostó por orientar sus acciones en un rumbo diferente permitiendo diferenciarse como moderna (la actitud de la dirección se vio obligada a cambiar, siendo flexible a la aceptación de nuevas tecnologías y mejoramiento de sus procesos productivos y administrativos).
- b) **Servicios de asesoría externa.** Un factor de gran relevancia fue recurrir a servicios de asesoría externa, el apoyo recibido por parte de personal especializado (recursos humanos) permitió cambiar y/o corregir los patrones de operación que se presentaban en la empresa y que no eran considerados como aportadores de valor en la cadena productiva.
- c) **Desarrollo de un plan estratégico.** Este es el factor más importante, ya que definió los objetivos de la organización poniendo especial interés en las áreas de oportunidad de la empresa que requerían ser atendidos con rapidez y eficiencia: ingresos insuficientes, mala administración de inventarios, falla en la compra de materia prima, paros o retrasos en la producción, retraso en las entregas a los clientes, etc.
- d) **Plantear objetivos de satisfacción al cliente.** Se formularon estrategias que permitieran reducir los tiempos de entrega de los productos terminados, estas estrategias son: stock de productos, planificación oportuna de entregas, reducción de los tiempos de entregas
- e) **Inversión en innovación.** Este factor fue de gran utilidad ya que permitió a la empresa seguir mejorando en las actividades de desarrollo e innovación de los procesos productivos, de gestión y administración.

## Conclusiones y recomendaciones

La propuesta de este trabajo de investigación se basó en desarrollar e incorporar un conjunto de herramientas de base tecnológica que permitieran aprovechar el potencial de las "nuevas tecnologías" y compensar las deficiencias que las MIPYMES presentan en sus diferentes áreas de operación con la finalidad de mejorar el aprovechamiento de sus recursos fomentando su desarrollo, integración y de esta manera garantizar su crecimiento, continuidad y permanencia. Al finalizar el presente proyecto fue posible obtener diferentes mejoras en la empresa objeto del caso de estudio (Plásticos Moctezuma), lográndose así el objetivo planteado.

El trabajo se enfocó principalmente en cuatro aspectos de la empresa: automatización del proceso de producción, mantenimiento de maquinarias, inventarios y cálculo de insumos, obteniéndose mejoras en cada uno de estos aspectos.

Con respecto a la automatización del proceso de producción, se lograron disminuir de manera considerable los tiempos requeridos para la adecuada capacitación del personal que opera la maquinaria (dos meses), con lo cual se reduce la cantidad de productos defectuosos que los operadores novatos producen durante su periodo de trabajo hasta en un 30%. Este punto apoya a la empresa en la reducción de desperdicios provocados por el inadecuado desempeño de parte de los operadores.

Otra ventaja derivada de esta propuesta es que los operadores poseen un tiempo para la revisión de la calidad de los productos producidos lo que ayuda en la rápida identificación de piezas o unidades defectuosas y con esto disminuyeron los reclamos por parte de los clientes y los desperdicios derivados de esta situación. Por otro lado, la automatización del proceso permitió mantener la productividad de la jornada laboral prácticamente constante debido a que se minimiza el esfuerzo físico requerido por parte de los operadores y deja de estar influenciado por factores como la fatiga y la habilidad del operador.

Finalmente, por cada dos máquinas automatizadas el personal de apoyo requerido es nulo, lo que implica que los recursos humanos pueden ser aprovechados en otras actividades que beneficien a la empresa.

En cuanto a las propuestas relacionadas con la gestión de los procesos de la empresa, hasta el momento se reportaron las siguientes mejoras:

**Mantenimiento.** La propuesta de esta app ha permitido recolectar información sobre las piezas que sufren mayor desgaste en el momento de la operación, además se han clasificado las refacciones que son vitales para la rápida reparación de la maquinaria. Por lo tanto, cumple con su objetivo de manera óptima.

**Cálculo de insumos.** La propuesta de esta app ha homogeneizado el conocimiento entre todo el personal que labora en la empresa, desde los operadores de las maquinarias hasta el personal encargado de la recepción de los pedidos, de esta manera, las cantidades de materia prima requerida se estima desde el momento en que se recibe el pedido. Esta propuesta ha ayudado a la empresa a completar los pedidos sin contratiempos asociados a la falta de materiales.

**Inventarios.** La propuesta de esta app está permitiendo realizar el control de los inventarios de los diferentes productos producidos por la empresa. El rápido acceso a la información está beneficiando a la empresa en la adecuada toma de decisiones sobre las ventas y la producción de sus artículos.

Finalmente, durante el desarrollo de este trabajo de investigación, se comprobó que la entrada de las MIPYMES al mundo tecnológico y digital les permite ser más productivas y eficientes. El reto para las MIPYMES es saber incorporar y aprovechar el potencial de una nueva generación de tecnologías que les permita compensar sus deficiencias y reducir el rezago en innovación y desarrollo (I+D). Por su parte, se comprobó que el plan estratégico es un pilar fundamental para el correcto y adecuado funcionamiento de la empresa ya que permite identificar los recursos potenciales, las fortalezas, capacidades y debilidades que establecen las acciones conjuntas para asegurar que la organización tenga un mejor desempeño al adaptarse de manera rápida a las condiciones de su entorno interno y externo.

## Recomendaciones de innovación y gestión para Plásticos Moctezuma

Para el futuro a corto plazo y mediano plazo de Plásticos Moctezuma, se deben plantear los siguientes objetivos:

- **Automatización total de la plantilla de maquinarias.** Debido a los buenos resultados que se han obtenido con la automatización de parte de la maquinaria de la empresa, el siguiente paso recomendado es automatizar el resto de la plantilla de maquinaria para aumentar los beneficios obtenidos.
- **Integrar las app's desarrolladas en una aplicación digital que permita mejorar la comunicación entre las áreas de la empresa.** Hasta el momento las diferentes apps desarrolladas para esta empresa apoyan a mejorar la capacidad de gestión y comunicación de sus diferentes áreas, la integración de todas estas apps en una sola, mejoraría el desempeño y facilidad de uso de las mismas, además de aumentar la integración de la información ya que ésta se podría almacenar en una sola base de datos.

Por otro lado, se propone que, una vez mejorada la gestión de los inventarios de la empresa, se desarrolle una app que permita a los clientes consultar en línea el número de artículos disponibles y de esta forma facilitar el proceso de venta.

- **Revisión y ajuste continuo del plan estratégico de la empresa.** La revisión continua de la estrategia de la empresa le permitirá adaptarse a los cambios del mercado, al modificar sus objetivos de corto y mediano plazo, así como la destinación y distribución de recursos acorde a la situación que la empresa esté viviendo en ese momento, garantizando así la permanencia y/o crecimiento de la misma.
- **Capacitaciones continuas al personal.** Debido a la rapidez con la que los operadores de la maquinaria automática pueden aprender a realizar sus actividades, se presenta la oportunidad de estandarizar los procesos para hacerlos más efectivos y reducir los desperdicios de movimientos innecesarios. Por otro lado, se propone la capacitación de todo el personal sobre el uso de las nuevas

tecnologías para asegurarse que todos podrán hacer buen uso de ella y de esta manera obtener el mayor beneficio posible al ser utilizadas de manera adecuada.

- **Implementación de metodologías de mejora continua.** La implementación de metodologías y herramientas de mejora continua permitirá mejorar el funcionamiento de la organización al favorecer el control de las actividades en los procesos productivos, la detección, la corrección oportuna de los problemas, la repartición la carga de trabajo, disminución los tiempos muertos, etc. Favoreciendo el fortalecimiento y las capacidades de la empresa al apoyar en la reducción de desperdicios y mejorar el aprovechamiento de sus recursos.
- **Satisfacción del cliente.** Fortalecer las estrategias formuladas anteriormente para cubrir y superar las expectativas que éstos tengan sobre el servicio de la empresa y de esta manera lograr su fidelización.

## 6.4 Referencias

### 6.4.1 Mesografía

<https://www.forbes.com.mx/pymes-mexicanas-un-panorama-para-2018/>

<https://www.forbes.com.mx/los-principales-riesgos-de-una-pyme/>

<https://www.condusef.gob.mx/Revista/index.php/usuario-inteligente/educacion-financiera/492-pymes>

<http://elempleado.mx/actualidad/50-pymes-presentan-estancamiento-falta-credito>

[https://www.inadem.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/Diagno%CC%81stico\\_FNE-2016.pdf](https://www.inadem.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/Diagno%CC%81stico_FNE-2016.pdf)

<https://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/16795/LNI2008%20H436a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://www.clase10.com/iot-aplicado-a-la-industria/>

<https://www.smctraining.com/webpage/indexpage/311/>

<https://elandroidelibre.lespanol.com/2016/05/firebase-plataforma-desarrollo-android-ios-web.html>

<http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>

<https://www.operames.it/es/industry/chemical-pharmaceutical-cosmetics.html>

<https://ciudadesdelfuturo.es/5-beneficios-sistemas-mesmom.php>

<https://papelesdeinteligencia.com/que-es-industria-4-0/>

<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>

<http://www.ticbeat.com/tecnologias/los-cinco-usos-mas-prometedores-del-iot-en-la-industria-4-0/>

<http://www.conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/18282-la-industria-4-0>

<https://www.inadem.gob.mx/errores-administrativos-mas-comunes-del-emprendedor/>

<https://www.forbes.com.mx/5-causas-del-fracaso-de-negocios-en-mexico/>

<https://www.heflo.com/es/blog/automatizacion-procesos/que-es-la-automatizacion-de-procesos/>

[https://www.cmic.org.mx/simposiocaic/ponencias/Modulo\\_III/Documento%20%20Alejandro%20Ogarrion%20P%C3%A9rdida%20de%20productividad.PDF](https://www.cmic.org.mx/simposiocaic/ponencias/Modulo_III/Documento%20%20Alejandro%20Ogarrion%20P%C3%A9rdida%20de%20productividad.PDF)

<http://www.bdigital.unal.edu.co/20538/1/16689-52246-1-PB.pdf>

<https://blog.softexpert.com/es/los-beneficios-del-mantenimiento-predictivo/>

## 6.4.2 Bibliografía

- Allio Michael. (2006). Metrics that matter: seven guidelines for better performance measurement. HANDBOOK OF BUSINESS STRATEGY, 255-263. 2019, De Emeral Group Publishing Limited.
- Armenteros, M., Median, M., Ballesteros, L., y Molina V. (2011). Las prácticas de gestión de la innovación en las micro, pequeñas y medianas empresas: resultados del estudio de campo en Piedras Negras, Coahuila, México. Global Conference on Business and Finance Proccedings. Vol. 6 núm 2, 1 178-1 184.
- Askar Mohamed, Imam Syed, R. Prbhaker Paul. (2009). Business Metrics: A key to competitive advantage, Vol 17, 191-103, ACR.
- Barjau, E. (2006). Planeación de tecnología. Cuadernos de gestión de tecnología, Premio Nacional de Tecnología. México.
- Bourne Mike. (2008), Performance measurement: lerning from the past and projecting the future, 67-72, Vol 12, De Emeral Group Publishing Limited.
- Carrillo Sancosme Rodrigo, 2004. Mejora de procesos a través de Six Sigma para las empresas de servicios en México (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Chiavenato Idalberto. (2017). Planeación estratégica. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Chirinos, Edgar; Rivero, Eduarda; Méndez, Elita; Goyo, Aurora; Figueredo, Carlos. El Kaizen como un sistema actual de gestión personal para el éxito organizacional en la empresa ensambladora Toyota Negotium, vol. 6, núm. 16, julio-octubre, 2010, pp. 113-135 Fundación Miguel Unamuno y Jugo Maracaibo, Venezuela.
- Demuner, M., y Mercado, P. (2011). Estrategia competitiva y tecnológica de la estructura productiva de Pymes manufactureras de autopartes del Estado de México. Estudio de Caso Múltiple. Panorama socioeconómico, año 29, núm.42, 4-23.
- Durán San Martín, Córdova González Falisa. (2014), Análisis conceptual de indicadores de gestión y scor y balanced scorecard en la industria del retal, 59-73, Vol. 11, Iberoamerican journal of industrial engineering.
- Fuentes H., Lorenzo, R., Mercado, I., del Pozo, B, Baca, A., Rocha, C., y Arámburú, V. (2009). Evaluación integral 2008-2009 del Fondo de apoyo a la Micro, pequeña y Mediana Empresa (Fondo PYME). Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Centro de Estudios Estratégicos, Campus Ciudad de México.
- García Canseco Luis B. (2015). Causas del fracaso en las pymes. México, Facultad de Contaduría y administración, Universidad Nacional Autónoma México.
- Gómez J. Llonch, J. Rialp J. (2010). Orientación estratégica, innovación y resultados en Pymes de nueva creación: el rol del marketing. Cuadernos de gestión Vol. 10, núm. Especial AEMARK (año 2010), 85-110.
- González Martínez Arturo, 2008. Modelo matemático para reabastecimiento de inventario de una empresa de telefonía celular (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gutiérrez Pulido Humberto. (2010). Calidad total y productividad. México: Mc Graw Hill.
- Hudson Mel. (2001). Theory and practice in SME performance measurement systems, International Journal of Operations & Production Management.

Ibarra D. (2007). Los primeros pasos de mundo empresarial. Una guía para emprendedores, México: Limusa.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013). Estudio Demográfico de Establecimientos 2009-2012. México. INEGI.

Institut Cerdá- Mesa de planes de la Mediterránea v (2004). Factores clave de la competitividad interna de la pequeña y mediana empresa en España. Análisis territorizando. Mepimed, Madrid.

Martínez Jiménez Rosendo, 1992. Evaluación y mejoramiento de la productividad en las empresas (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Mendoza Reyes Jesús. (2011). Aplicación de la teoría de restricciones para el diagnóstico y propuesta de mejora en los procesos de una PyME. México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México.

Molina, R. (2009). La incidencia de las competencias esenciales y el propietario-dirigente en el fuerte crecimiento de la Pyme manufacturera en San Luis Potosí, México. Cuadernos de administración. Bogotá, Colombia 22 (38): 121 – 144, enero-junio 2009, 121-144.

Moreno, L. (2012). Las Pymes familiares vs las no familiares en el contexto de una economía en crecimiento: estudio de casos sobre la contribución al desempeño. Global Conference on Business and Finance Proceedings. Vol. 7 núm. 1,1 160-1 166.

Murguía Cruz Allit Rubén. (2011). Propuesta de una guía para la implantación de sistemas ERP (Tesis de maestría). México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México.

Nasttasia Mirela, Mirolea Costel. (Sin fecha). Key performance indicators in small and medium sized enterprises, Faculty of mechanical engineering, mechatronics and management, Stefan Cel Mare University of Suceava.

OCDE (2009). Reviews of Innovation Policy: México.

Pavlov Andrey, Bourne Mike. (2011), Explaining the effects of performance measurement on performance, 101-122. 2019, De Emeral Group Publishing Limited.

Pallas Areny Ramón. (2005). Sensores y Acondicionadores de Señal. México: Marcombo.

Pineda Olivares Alejandro. (2011). Instrumentación Virtual. México: Digital.

Rodríguez, Aquilino. (2012). Sistemas SCADA. México: Alfaomega.

Rugeles Chacón Rafael. (2002). La instrumentación Virtual en la enseñanza de la Ingeniería Electrónica. Acción Pedagógica, 11, 74-84.

Saavedra G., María L.; Hernández C., Yolanda. Caracterización e importancia de las MIPYMES en Latinoamérica: Un estudio comparativo Actualidad Contable Faces, vol. 11, núm. 17, julio-diciembre, 2008, pp. 122-134 Universidad de los Andes Merida, Venezuela.

Schneider Quiñones Erika, 2000. Bases para integrar un equipo de trabajo (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Segura Mojica Francisco Javier. (2014). el Mapa de la PyMES. Una guía para mejorar la gestión y el estudio de las pequeñas y medianas empresas, México: Alfa omega.

Torres, M. M. (2006). Logística y Costos. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Tejeda, Anne Sophie. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Ciencia y sociedad, 36, 276-310.