



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniero Industrial.

Proyecto de Investigación:

“ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0
EN LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN OPERATIVA PARA EL SECTOR DE
PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PYME) DEL CANTÓN QUEVEDO”

Autor:

Pincay Yagual Héctor Stalin

Director del Proyecto de investigación:

Ing. Villafuerte López Milton Iván

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Pincay Yagual Héctor Stalin**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

f. _____

Pincay Yagual Héctor Stalin

C.I.: 094026986-3



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Villafuerte López Milton Iván**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Pincay Yagual Héctor Stalin**, realizó el Proyecto de investigación de grado titulado, **“ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN OPERATIVA PARA EL SECTOR DE PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PYME) DEL CANTÓN QUEVEDO”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Villafuerte López Milton Iván
DIRECTOR DEL PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

CERTIFICACIÓN:

El suscrito, Ing. Villafuerte López Milton Iván, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de director del Proyecto de investigación titulado **“ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN OPERATIVA PARA EL SECTOR DE PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PYME) DEL CANTÓN QUEVEDO”**, de autoría del estudiante Pincay Yagual Héctor Stalin, de la carrera de Ingeniería Industrial.

CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 2 %.



Document Information

Analyzed document	Trabajo Hector Pincay.pdf (D159651784)
Submitted	2/28/2023 1:38:00 AM
Submitted by	Milton Villafuerte
Submitter email	mvillafuerte@uteq.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	mvillafuerte.uteq@analysis.urkund.com

Ing. Villafuerte López Milton Iván
**DIRECTOR DEL PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN**



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Estrategia de implementación de Tecnologías de la Industria 4.0 en los procesos de transformación operativa para el sector de pequeñas y medianas empresas (PYME) del cantón Quevedo”

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Manuel León Ganchozo,
MBA.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jeyson Egas García

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Kelvin Moposita Ortega

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTOS

Hoy, con una mezcla de emoción y gratitud, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que han sido parte fundamental de mi tesis como ingeniero industrial. Este proyecto representa el culmen de años de estudio, aprendizaje y dedicación, y no habría sido posible sin su apoyo incondicional.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, quienes han sido mi soporte constante a lo largo de esta travesía académica. Sus palabras de aliento, comprensión y paciencia han sido el motor que me ha impulsado a superar los desafíos y a seguir adelante. Gracias por creer en mí y por estar a mi lado en cada paso del camino.

A mis docentes y mentores, quiero expresar mi gratitud por su valioso conocimiento y orientación. Han sido mis guías, motivándome a explorar nuevas perspectivas y desafiándome a alcanzar mi máximo potencial. Gracias por compartir su experiencia y por impulsarme a crecer como profesional en el campo de la ingeniería industrial.

A mis compañeros de estudio en especial a Jean Engracia, Reinaldo Hernández y Jhon Espinoza, quienes han sido mi grupo de apoyo constante y mis aliados en este viaje, les agradezco por el intercambio de ideas, las discusiones enriquecedoras y la colaboración en proyectos conjuntos; Juntos hemos enfrentado los retos académicos y hemos construido amistades duraderas. Su compañerismo ha sido invaluable.

A todos aquellos que han contribuido de alguna manera a mi tesis, mi más sincero agradecimiento. Esta investigación no solo representa mi esfuerzo individual, sino también el resultado del apoyo y la colaboración de una comunidad dedicada a la excelencia en la ingeniería industrial.

Con profunda gratitud,

Héctor Pincay

DEDICATORIA

Con el corazón lleno de gratitud y el espíritu pleno de determinación, dedico esta tesis a todos aquellos que me han acompañado en este fascinante viaje académico.

A mi familia y especialmente a mi tía María Pincay que ha sido como madre, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido el motor que me impulsa a alcanzar mis sueños. Su sacrificio y dedicación han sido la inspiración detrás de cada logro que he alcanzado.

A mi mentor, cuya sabiduría y orientación han sido guías invaluable en mi camino hacia la excelencia académica. Sus enseñanzas y paciencia infinita han moldeado mi visión y me han llevado a crecer como estudiante y como persona.

A mis amigos y seres queridos, quienes me han brindado su cariño, comprensión y aliento en los momentos de alegría y desafío. Vuestra presencia ha sido un bálsamo reconfortante en los momentos de duda y una fuente inagotable de motivación.

Y finalmente, quiero dedicar este logro a mí mismo, por nunca renunciar a mi pasión por el conocimiento, por perseverar incluso cuando parecía imposible y por creer en mis propias capacidades. Esta tesis es un testimonio de mi compromiso con la excelencia y mi deseo de contribuir al mundo a través del saber.

Con profundo agradecimiento,

Héctor Pincay

RESUMEN

Este estudio presentó una estrategia de implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en los procesos de transformación operativa para el sector de pequeñas y medianas empresas (pyme) del cantón Quevedo. Se utilizó un enfoque de investigación mixto, incluyendo una revisión bibliográfica y entrevistas a representantes de pymes locales.

Se identificaron las principales tecnologías de la Industria 4.0 y se desarrolló una metodología para su implementación en pymes. Los resultados mostraron que la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 puede mejorar significativamente la eficiencia y la productividad de las pymes. Además, se discutieron los desafíos y oportunidades de la implementación de estas tecnologías en el contexto local y se ofrecieron recomendaciones para su adopción exitosa.

Este estudio contribuyó a la comprensión de la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en pymes y prevé ser útil para los gerentes de pymes, los tomadores de decisiones y los investigadores interesados en este tema. Asimismo, en referencia a ello, se examinaron los factores críticos para la implementación exitosa de soluciones tecnológicas, así como las posibles barreras y limitaciones que podrían surgir.

Finalmente, se presentaron recomendaciones y orientaciones prácticas para la implementación de tecnologías de la industria 4.0 en las pymes del cantón Quevedo, con el objetivo de mejorar su competitividad y sostenibilidad en el mercado global. Los resultados de esta investigación prevén ser útiles para las pymes de otros países en vías de desarrollo que enfrentan desafíos similares en la adopción de tecnologías avanzadas para mejorar sus procesos operativos.

Palabras clave: Estrategias operativas, industria 4.0., tecnología, pyme, productividad.

ABSTRACT

This study presented a strategy for the implementation of Industry 4.0 technologies in the operational transformation processes for the small and medium-sized enterprises (SMEs) sector of the Quevedo canton. A mixed research approach was used, including a literature review and interviews with representatives of local SMEs.

The main Industry 4.0 technologies were identified and a methodology for its implementation in SMEs was developed. The results showed that the implementation of Industry 4.0 technologies can significantly improve the efficiency and productivity of SMEs. In addition, the challenges and opportunities of implementing these technologies in the local context were discussed and recommendations for their successful adoption were offered.

This study contributed to the understanding of the implementation of Industry 4.0 technologies in SMEs and is expected to be useful for SME managers, decision makers and researchers interested in this topic. Likewise, in reference to this, the critical factors for the successful implementation of technological solutions were examined, as well as the possible barriers and limitations that could arise.

Finally, recommendations and practical guidelines for the implementation of industry 4.0 technologies in Quevedo canton SMEs were presented, with the aim of improving their competitiveness and sustainability in the global market. The results of this research are expected to be useful to SMEs in other developing countries that face similar challenges in adopting advanced technologies to improve their operational processes.

Keywords: Operational strategies, industry 4.0., technology, SME, productivity.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA:	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	II
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	III
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	IV
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	V
AGRADECIMIENTOS	VI
DEDICATORIA	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
TABLA DE CONTENIDO	X
CÓDIGO DUBLÍN	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO CONTEXTUAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1.2. Formulación del problema	6
1.1.3. Sistematización del problema	6
1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	7
1.2.1. Objetivo general	7
1.2.2. Objetivos específicos	7
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4. HIPÓTESIS	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	9
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10
2.1.1. Industria 4.0 en la transformación del sector industrial	12
2.1.2. Industria 4.0 en la gestión de calidad productiva	14

2.1.3.	Estrategias de tecnología de la industria 4.0	16
2.1.4.	Aplicación de la I4.0 para el sector pyme	23
2.2.	MARCO CONCEPTUAL	31
2.2.1.	Tecnología de fabricación avanzada	31
2.2.2.	Productos especializados.....	31
2.2.3.	Finanzas pyme	31
2.2.4.	Estándares de fabricación.....	32
2.2.5.	Cultura organizacional	32
2.2.6.	Participación de empleados	33
2.2.7.	Alianzas y colaboración	33
2.3.	SÍNTESIS DE LA LITERATURA	33
CAPÍTULO III		36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		36
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.2.	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	37
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA	37
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	38
3.5. FASES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		40
3.5.1.	Evaluación operativa.....	41
3.5.2.	Evaluación de la influencia	41
3.6	CRONOGRAMA.....	42
CAPÍTULO IV		43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN		43
4.1	RESULTADOS.....	44
4.1.1	Descripción del proceso de producción actual de las pymes del sector textil en el cantón Quevedo	44
4.3.2.	Análisis de la influencia de la industria 4.0 en el desarrollo textil para maximización de recursos y gestión de calidad productiva	50
4.3.3.	Propuesta de estrategia de I4.0 para establecer una hoja de ruta de transformación del sector textil pyme del cantón Quevedo asumiendo simulación del proceso mejorado con flexsim tomando en cuenta recursos y financiamiento necesario	73

4.3.4	Discusión.....	83
CAPÍTULO V.....		87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		87
5.1.	CONCLUSIONES	88
5.2.	RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA		90
ANEXOS.....		93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos para la recolección de la información.....	39
Tabla 2. Diagrama de Gantt.....	42
Tabla 3. Descripción del cursograma de producción actual.....	48
Tabla 4. Descripción porcentual de resultados de eficiencia de procesos de producción...	53
Tabla 5. Descripción porcentual de uso de tecnología en el proceso actual de producción	54
Tabla 6. Descripción porcentual de satisfacción en organización y planificación de procesos.....	55
Tabla 7. Descripción porcentual de uso adecuado de mano de obra en el proceso de producción	56
Tabla 8. Descripción porcentual de tiempo eficiente en la productividad	57
Tabla 9. Descripción porcentual de satisfacción de recursos para procesos de producción	58
Tabla 10. Descripción porcentual de calidad de materiales utilizados en el proceso de producción	59
Tabla 11. Descripción porcentual de cumplimiento de estándares de seguridad	60
Tabla 12. Descripción porcentual de supervisión y control en el proceso de producción ..	61
Tabla 13. Descripción porcentual de gestión de residuos en el proceso de producción	62
Tabla 14. Resultados sobresalientes de la encuesta	63
Tabla 15. Simulación actual del proceso de textilería	77
Tabla 16. Simulación mejorada del proceso de textilería	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sector industrial textil de Quevedo: índices de productividad y gestión de calidad	4
Figura 2. Árbol de problemas	5
Figura 3. Incidencia de la Industria 4.0 en maximización de gestión productiva	13
Figura 4. Proceso de implementación de la estrategia	18
Figura 5. Pasos de la etapa de implementación	22
Figura 6. Industria 4.0 en el desarrollo operativo inteligente.....	25
Figura 7. Esquema de tres etapas de desarrollo industrial 4.0.....	26
Figura 8. Descripción del proceso de producción actual	45
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de producción actual en las pymes del cantón Quevedo	46
Figura 10. Resultados de eficiencia en la gestión del proceso de producción	53
Figura 11. Resultados de uso de tecnología actual en el proceso de producción	54
Figura 12. Resultados de uso de nivel de satisfacción con la organización y planificación de procesos	55
Figura 13. Resultados de uso de mano de obra en el proceso de producción	56
Figura 14. Resultados de tiempo de producción eficiente	57
Figura 15. Resultados de satisfacción con recursos disponibles para el proceso de producción	58
Figura 16. Resultados de calidad de materiales utilizados en el proceso de producción....	59
Figura 17. Resultados de cumplimiento de estándares de seguridad en el proceso de producción	60
Figura 18. Resultados de supervisión y control en el proceso de producción	61
Figura 19. Resultados de gestión de residuos en el proceso de producción	62
Figura 20. Hoja de ruta	75
Figura 21. Simulación del proceso actual de producción textil.....	76
Figura 22. Simulación de mejora en el proceso de producción textil.....	78
Figura 23. Diagrama de flujo en el proceso de producción textil.....	79
Figura 24. Mejora en la productividad.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de preguntas de encuesta	93
Anexo 2. Cuestionario de preguntas de entrevista	95

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Estrategia de implementación de Tecnologías de la Industria 4.0 en los procesos de transformación operativa para el sector de pequeñas y medianas empresas (pyme) del cantón Quevedo.				
Autor:	Héctor Stalin Pincay Yagual				
Palabras clave:	Estrategias operativas	Industria 4.0	Tecnología	Pyme	Productividad
Fecha de publicación:	2023				
Editorial:	Quevedo: UTEQ 2023				
Resumen:	Resumen .- La implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en las pequeñas y medianas empresas (pymes) del cantón Quevedo es crucial para su transformación operativa y competitividad en el mercado actual. La Industria 4.0 combina tecnologías digitales, físicas y biológicas para mejorar la eficiencia y la productividad de los procesos de producción. Para implementar con éxito estas tecnologías, se requiere una estrategia bien planificada y estructurada. Esto implica evaluar su infraestructura tecnológica actual, los recursos humanos disponibles, la situación financiera y los objetivos comerciales. Una vez identificadas las necesidades específicas de cada empresa, se pueden seleccionar las tecnologías de la Industria 4.0 más adecuadas para su implementación. Estas tecnologías pueden incluir Internet de las cosas (IoT), big data, inteligencia artificial, robótica avanzada y realidad aumentada. La selección debe considerar la escalabilidad, la interoperabilidad y la seguridad de las tecnologías.				
Abstract:	Abstract .- The implementation of Industry 4.0 technologies in small and medium-sized enterprises (SMEs) in the Quevedo canton is crucial for their operational transformation and competitiveness in the current market. Industry 4.0 combines digital, physical and biological technologies to improve the efficiency and productivity of production processes. To successfully implement these technologies, a well-planned and structured strategy is required. First of all, it is essential to carry out a comprehensive analysis of the needs and capacities of SMEs in the Quevedo canton. This involves assessing your current technology infrastructure, available human resources, financial situation, and business goals. These technologies can include the Internet of Things (IoT), big data, artificial intelligence, advanced robotics, and augmented reality. The selection must consider the scalability, interoperability and security of the technologies.				
Descripción	112 hojas: dimensiones 21 cm x 29,7 cm + CD-ROM				
URI:					

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se ha desarrollado para diseñar una estrategia que integre a las Tecnologías de la Industria 4.0, (I4.0), en los procesos de transformación operativa para el sector de pequeñas y medianas empresas (pyme), del cantón Quevedo, considerando la importancia de mantener un proceso de innovación constante en el ámbito industrial, para el fomento de mejoramiento continuo en el desempeño de mercado a corto, mediano y largo plazo.

Sobre ello, cabe indicar que, la industria 4.0 (la cuarta revolución industrial) es recientemente uno de los principales temas de interés en la industria manufacturera en América Latina, Ecuador y el mundo; considerando que, la nueva revolución industrial está pasando de ser solo una visión teórica del futuro de la industria a la fase de implementación real. De hecho, solo un pequeño sector de industrias nacionales, ha adoptado esta característica de fabricación, mientras que la mayoría de las demás están prosperando para hacerlo.

Este escenario hace que sea muy importante crear herramientas y métodos para ayudar a las empresas (de todos los tamaños) a subir la escalera de la innovación y lograr las características y beneficios de la nueva revolución industrial. Una herramienta muy útil para usar con tal objetivo es construir una estrategia de implementación que ayudaría a las empresas (pyme del cantón Quevedo), a elevar su nivel de preparación y alcanzar los estándares de la cuarta revolución industrial.

Otros beneficios que puede respaldar una estrategia de implementación incluyen la medición del nivel de preparación o madurez de la empresa o sector empresarial donde se desempeña, para proporcionar una mejor lectura del estado actual de las organizaciones y qué tan lejos o cerca están de lograr los estándares I4.0; asimismo, a través de ello, se respondería a las preguntas de ¿qué falta? ¿Cuál es la hoja de ruta más rápida para alcanzar el siguiente nivel de madurez? ¿Cuáles son los factores más importantes?

Existen varios modelos de madurez que se preocupan por la preparación de la industria 4.0, pero existe una brecha de investigación con respecto a las estrategias de implementación de los conceptos de la Industria 4.0 para las pequeñas y medianas empresas (pyme). Considerando tal perspectiva, las empresas deben tener un plan o una hoja de ruta que proporcione pasos detallados sobre cómo éstas podrían abordar los modelos de madurez y qué pasos deben considerarse antes y después de la evaluación. Consecuentemente, en este estudio, se establece una estrategia de implementación de cuatro pasos para ayudar a guiar a las pymes durante su proceso de transformación I4.0; fomentando con ello, un proceso de transformación en la industria y el mercado del cantón Quevedo.

La estrategia incluye características tales como: la introducción del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) para ayudar en la toma de decisiones, y un trazado de gráficos de radar para proporcionar una representación visual del estado de madurez y proporcionar un puntaje de madurez total. La estrategia de implementación con la ayuda de AHP ayudará a las pymes del cantón Quevedo, a concentrarse en las 16 dimensiones consideradas, con la mayor relación costo – beneficio (BCR), en dirigir las inversiones a las dimensiones con la relación costo – beneficio, más alta, que es esencial para las pymes, debido a las restricciones de capital que enfrentan la mayoría de las organizaciones durante su transformación.

Por tanto, la presente investigación aborda las diferencias entre las pymes y las empresas más grandes y encuentra un modelo de madurez que adquiere estas diferencias; esto se logra examinando la literatura industrial, en los modelos de madurez I4.0, que están relacionados en términos de aplicación y creando un sistema de pesaje ajustable que proporciona un esquema que permite a las empresas (pyme del cantón Quevedo), adaptar los modelos de madurez para que se ajusten a sus necesidades y capacidades.

Por tal razón, AHP es una adecuada herramienta para la consecución del estudio, principalmente cuando se implementa en el proceso de selección del factor de ponderación, ya que proporcionaría un factor de ponderación preciso para cada dimensión del modelo de madurez, en función de las preferencias y capacidades de la empresa, ya que ha demostrado a través del tiempo, en la literatura industrial actual, ser una herramienta muy eficaz en el campo de la toma de decisiones.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

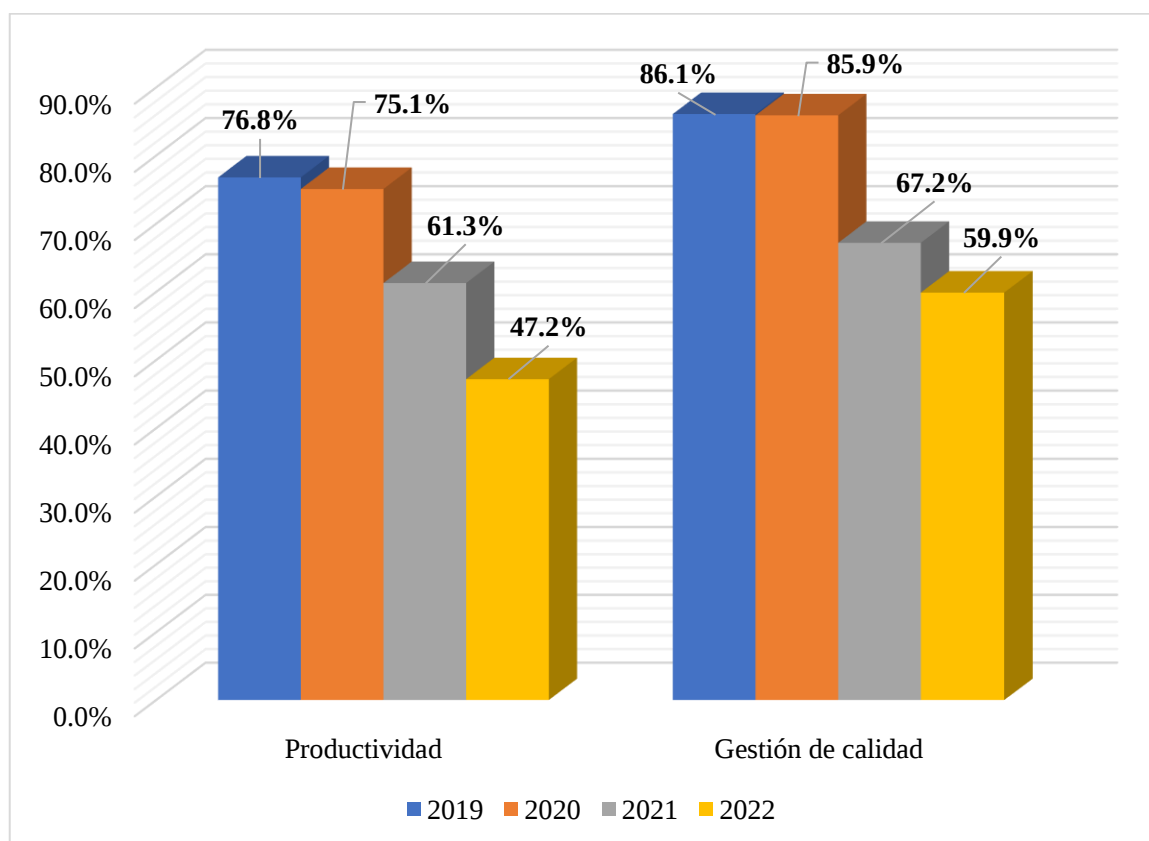
1.1. Planteamiento del problema

La problemática de investigación, se presenta sobre el actual proceso de innovación y transformación que requiere el sector industrial, especialmente en pequeñas y medianas empresas del sector industrial textil del cantón Quevedo, en la provincia de Los Ríos, para mejorar sus procesos operativos, en concordancia con la tecnología de la industria 4.0, en el desarrollo y optimización del desempeño de sus actividades.

El problema se define, considerando que, según la Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos (2022), el sector textil (en procesos de fabricación textil), no ha implementado procesos de innovación operativa desde 2019, lo cual ha generado un descenso en la productividad de un 14,1% y un decremento de gestión de calidad en 7,3%. Por tanto, el diseño de una estrategia de tecnologías de la industria 4.0, prevé llevar al sector industrial textil pyme de la localidad, al nuevo escenario de actualidad digitalizada e integrada en procesos operativos que responden a los actuales desafíos de la industria nacional e internacional.

Figura 1.

Sector industrial textil de Quevedo: índices de productividad y gestión de calidad



FUENTE: (Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos, 2021)

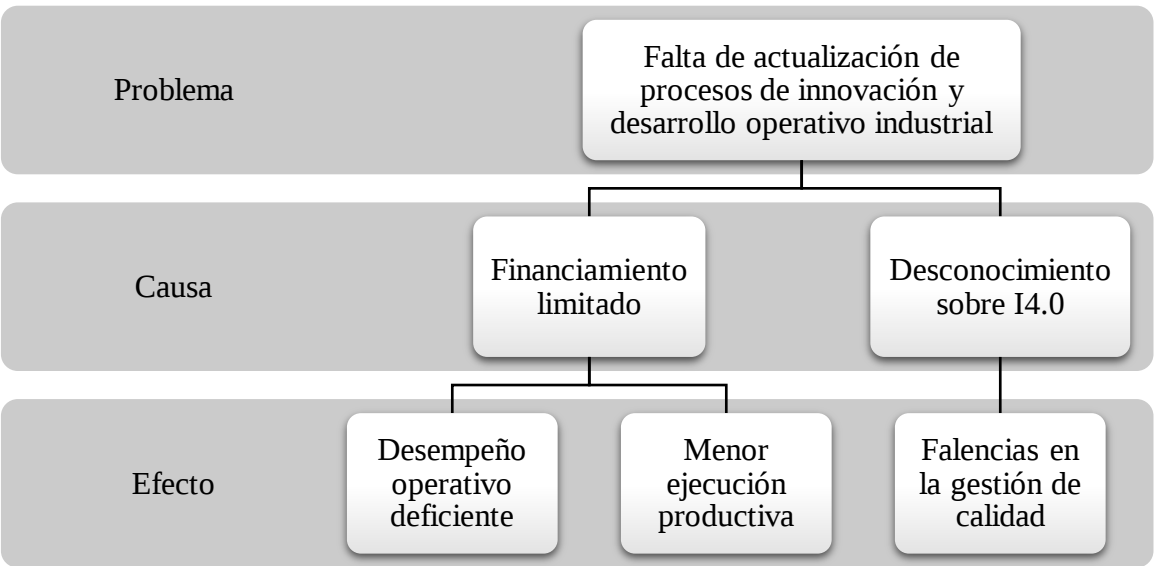
La figura 1, presenta de manera gráfica el problema que se ha ocasionado por no promover estrategias de innovación en la industria actual, considerando que la falta de proyectos de actualización de los procesos operativos industriales, ha llevado a un decrecimiento de la productividad y la gestión de calidad, ya que no existen procesos operativos integrados para una continua revisión en tiempo real en el sector pyme de la industria textil.

En concordancia con ello, según datos del INEC (2023), en la Encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI), en la etapa de desarrollo operativo industrial, las empresas nacionales no han iniciado procesos formales de I4.0 para el mejoramiento de sus actividades y la maximización de recursos, afectando de manera directa a la gestión de calidad y procesos de operatividad en la industria.

Por tanto, este estudio prevé aportar a la innovación de la industria en el sector textil del cantón Quevedo, en la provincia de Los Ríos, para maximizar su competitividad operativa y mejorar la gestión de calidad en la productividad del sector industrial pyme de la localidad, a través de la I4.0. Por tanto, se debe tomar en cuenta, que, durante el proceso de transformación de una industria normal a una industria inteligente (I4.0), las pequeñas y medianas empresas se enfrentan a la barrera del financiamiento limitado; por lo cual, resulta muy difícil invertir capital para transformar todas las áreas de una empresa a la vez.

Figura 2.

Árbol de problemas



ELABORADO POR: HÉCTOR PINCAY

Además, algunas empresas aún requieren más conocimiento sobre I4.0 y cómo podrían lograr sus estándares, y qué tan lejos están de lograrlo. En consecuencia, a través de esta investigación propuesta, se prevé implementar una estrategia de innovación de I4.0 que ayudará a las pymes, en su mayoría del sector industrial local, a adoptar I4.0 estableciendo una hoja de ruta que los ayudará en su proceso de transformación hacia una fábrica inteligente.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo la Tecnología de la Industria 4.0, puede mejorar los procesos operativos en innovación, desarrollo y optimización de sus actividades productivas en el sector industrial textil del cantón Quevedo?

1.1.3. Sistematización del problema

- ✚ ¿Cómo se evalúa la madurez del sector industrial pyme del cantón Quevedo, en la relación costo – beneficio para promoción de la innovación de la industria local?
- ✚ ¿Cuáles son los elementos de influencia de la industria 4.0, en el desarrollo industrial para la maximización de recursos y gestión de calidad productiva?
- ✚ ¿Qué beneficios tiene el establecimiento de una propuesta de estrategia de I4.0, para la transformación del sector industrial local pyme, en la mitigación de barreras financieras y productivas?

1.2. Objetivos de investigación

1.2.1. Objetivo general

Diseñar una estrategia de tecnologías de la industria 4.0 para el sector textil pyme, en fomento de un proceso de transformación hacia una fábrica inteligente en el cantón Quevedo.

1.2.2. Objetivos específicos

- ✚ Describir el proceso de producción actual de las pymes del sector textil en el cantón Quevedo.
- ✚ Analizar la influencia de la industria 4.0, en el desarrollo industrial textil para maximización de recursos y gestión de calidad productiva.
- ✚ Proponer una estrategia de I4.0 que establezca una hoja de ruta de transformación del sector textil pyme del cantón Quevedo asumiendo simulación del proceso mejorado con flexsim tomando en cuenta recursos y financiamiento necesario.

1.3. Justificación

El presente estudio se justifica, debido a la importancia de la innovación y la implementación de nuevas herramientas de desarrollo y mejoramiento del desempeño operativo para el sector industrial pyme, a través de las tecnologías de la industria 4.0, que prevé aportar una mayor operatividad y maximización de recursos en la ejecución productiva del sector, para promover una mejor gestión de calidad y financiamiento adecuado, adaptado a la realidad empresarial actual.

El propósito de su implementación, es que a través de la I4.0, se podría proporcionar una hoja de ruta para que las pymes ayuden a su transformación a convertirse en una fábrica inteligente y superar sus barreras de financiación limitadas al priorizar varias dimensiones de la empresa a ser transformado sobre otro, y a través de ello, podría lograrse la utilización de la relación costo – beneficio, AHP y un modelo de madurez I4.0, para fomentar la innovación y la utilización de nuevas herramientas en el desarrollo industrial local.

Asimismo, la justificación teórica se define sobre la importancia que constituye la innovación y evolución industrial en los procesos operativos de las empresas, considerando

la adecuación del uso de tecnologías de la industria 4.0 en el desarrollo y optimización de su productividad y gestión de calidad. Por ello, la literatura actual se enfoca en un concepto horizontal y vertical para implementar tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, en beneficio de mejorar e innovar procesos de fabricación, aportando a la creación de valor, integración vertical y sistemas de fabricación en red e integración de ingeniería de extremo a extremo en todo el ciclo de vida del producto.

El propósito de la integración horizontal y vertical es desarrollar protocolos en toda la organización para el intercambio de datos, a fin de crear la base para una cadena de valor y suministro automatizada. La integración de ingeniería de extremo a extremo implica la integración de la máquina y la integración del cliente como partes del sistema de producción, junto con la integración de producto a servicio a través de la supervisión directa del fabricante, centrándose en el diseño del producto, la producción y el cliente; con lo que, se fomenta uno de los principios de diseño de la Industria 4.0, que es la interoperabilidad, y su idea central de integración. Estas integraciones han estado en constante uso por parte del sector manufacturero en función de sus ventajas como entidades singulares o como combinación, con lo que, se adhiere adecuadamente a los intereses de la industria para el desarrollo y optimización operativos.

Con ello, el presente estudio prevé implementar un enfoque de integración horizontal para establecer una comunicación efectiva entre el sistema de gestión de producción y la ejecución operativa del proceso en el sector industrial pyme. Asimismo, el estudio se justifica sobre la política del Estado para la promoción de la productividad y la innovación en los procesos industriales, empresariales y de mercado, que constituyen un factor central para la innovación, desde el fomento gubernamental para el fortalecimiento de la matriz productiva (Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, 2010).

1.4. Hipótesis

La implementación de una estrategia de Industria 4.0, promoverá un proceso de transformación hacia una fábrica inteligente a través de la innovación tecnológica en el cantón Quevedo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2.1. Fundamentación teórica

El presente marco teórico, analiza estudios de literatura sobre el campo investigado y hallazgos relevantes con información sobre diferentes conceptos tecnológicos que inciden en el desarrollo tecnológico de la industria. Como las preguntas de investigación se presentan en la parte anterior, esta unidad estudia tres disciplinas principales que son la gestión de partes interesadas, la tecnología *blockchain* (que representa una base de datos compartida, descentralizada y sincronizada entre todos los sectores de una empresa en el desarrollo y maximización de recursos de la industria) y las aplicaciones de la Industria 4.0. como elemento fundamental para implementar una estrategia de tecnologías actuales e innovadoras, especialmente orientada a promover la transformación hacia una fábrica inteligente.

Por ello, la digitalización en los procesos de producción actuales de la industria, especialmente en los sectores emergentes de la producción, busca identificar los métodos que podrían llevar a las partes interesadas internas y externas a lo largo de la cadena de valor a decidir sobre los requisitos óptimos de adquisición o planificación.

En los últimos 10 años (especialmente desde 2010 a 2020), la innovación tecnológica promovida desde los procesos de producción y cadenas de suministro digital han tomado un papel protagónico, desde las pequeñas y medianas empresas (pyme) en la fabricación y elaboración de productos (como el sector pyme de la industria textil), con el propósito de facilitar las negociaciones con las partes interesadas debido a los proveedores o fabricantes en la fase inicial u otras partes interesadas que realizan un seguimiento en la producción y distribución hacia la fase posterior (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2021).

En América Latina y específicamente en Ecuador, desde los años 90, se han realizado intentos para hacer que los procesos de la cadena de suministro sean mucho más eficientes, lo que llevó a la creación de estrategias de industria 4.0, que establezcan una hoja de ruta en la transformación industrial.

La ventaja de informatizar los procesos productivos, de fabricación, gestión de inventario y las aplicaciones de compras en la red de proveedores y otras partes interesadas había permitido con éxito el movimiento global y el seguimiento de la gestión de la industria de una manera mucho más organizada. Sin embargo, el sistema tenía desventajas, que incluían que el desarrollo y la uniformidad de los requisitos de los sistemas que impidieron que las

pequeñas y medianas empresas (pyme) adoptaran una tecnología que funciona con un sistema estructurado que carece de oportunidades para crear estrategias de alianzas flexibles con las partes interesadas relevantes para formar y establecer condiciones con confianza, mientras tiene la autonomía para hacer cambios a pedido. Con esto, existen preocupaciones sobre el intercambio de información, lo que preferiblemente significa que la gestión de las partes interesadas a través de las tecnologías 4.0, para cada área de la industria, es necesaria y adecuada en adaptación a los procesos de innovación productiva.

La actualización de los procesos productivos de la industria, promueven el mejoramiento y fortalecimiento de la ventaja competitiva en la fabricación de productos y derivados en la industria nacional e internacional. A través de ello, se prevé el aumento de la sostenibilidad de las cadenas de suministro, con la conectividad global presionada por situaciones geopolíticas y otras volatilidades, a partir de lo cual, existe la necesidad de un sistema mucho más efectivo que aumente la uniformidad de la creación de redes entre las pequeñas y medianas empresas con el objetivo de aumentar sostenibilidad a lo largo de la cadena de valor, mientras se tiene la confianza de compartir datos o información. Por lo tanto, la adopción de soluciones de la industrial 4.0 se ha vuelto más necesaria para sobrevivir a las demandas cambiantes del mercado y garantizar la flexibilidad y la trazabilidad, promoviendo con ello, el fortalecimiento de la industria en todos sus sectores.

Por lo tanto, la literatura actual ha respaldado tecnologías más influyentes generadas a partir de la tecnología de la industria 4.0, las cuales pueden aliviar estas preocupaciones y permitir una mejor gestión de las partes interesadas entre las partes interesadas involucradas internas y externas, que podrían aumentar la realización del producto y las relaciones con los proveedores de manera dinámica. Consecuentemente, los sectores emergentes de la industria, específicamente en la pequeña y mediana empresa, pueden maximizar sus recursos y generar mejores resultados a través de la innovación de los procesos productivos y de fabricación, específicamente en los sectores iniciales de la industria.

Por tal razón, esta investigación trata de inculcar las demandas de las partes interesadas mencionadas que identificarían los desafíos y explorarían posibles soluciones para mejorar el proceso de gestión de fábrica, partes interesadas y realización del producto que también ayudaría a agregar un mayor valor del ciclo de vida y crear un impacto beneficioso al desarrollo industrial y empresarial.

2.1.1. Industria 4.0 en la transformación del sector industrial

Actualmente, la importancia de la industria 4.0, se presenta como un elemento de innovación y desarrollo tecnológico para todos los sectores de la industria, especialmente aquellos que están en etapa inicial, debido a que mediante la tecnología pueden maximizar sus recursos y fortalecer las capacidades de los procesos productivos (Vallejo, 2022). Por ello, para el sector industrial pyme, es fundamental adherirse a los cambios de la tecnología que promueven el desarrollo y automatización de dichos procesos en la fabricación de productos (especialmente para esta investigación en el sector pyme textil), donde se puede aplicar como un elemento de transformación industrial en maximización de recursos e implementación de una adecuada gestión de calidad productiva.

Consecuentemente, existen diferentes perspectivas considerando que los procesos de gestión de adquisiciones o suministros en las cadenas de suministro tradicionales, desde el comprador hasta el consumidor, han visto una tendencia creciente en la negociación, fijación de precios y otros aspectos en los marcos de producción, distribución y proveedores, que son maximizados a través de la industria 4.0. El propósito ha sido que actúen como fuentes de innovación de procesos y/o productos para las respectivas empresas, estimándose más factible cuando se llevan a cabo negociaciones con múltiples proveedores y se comparte información crucial a través de aplicaciones industriales modernas en comparación con *blockchain*, Internet de las cosas (IoT) y otros medios similares, que también sirven como elementos de desarrollo e innovación en la maximización de recursos y gestión de calidad productiva en la industria actual.

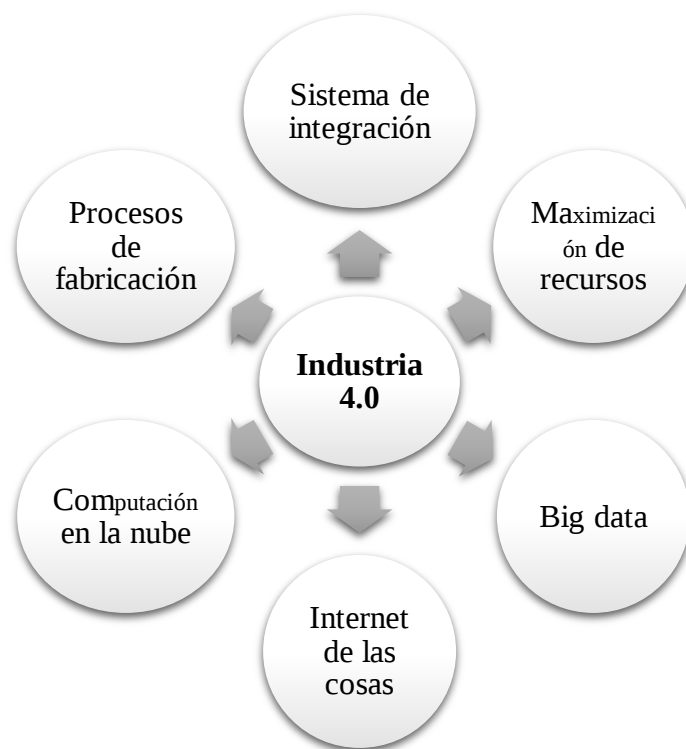
Las aplicaciones de *software* como estas, aunque presentan ventajas una vez más desde un frente tecnológico, tienen algunas incertidumbres entre los proveedores e innovadores en cuanto a cómo afecta la competencia y la cooperación (Motta, Morero, & Ascúa, 2019). A través de ello, es fundamental enfatizar el frente tecnológico y comercial, ya que es importante mantener los intereses financieros de todas las partes involucradas, principalmente en la creación de una red digital para organizar una mejor coordinación entre las diferentes partes interesadas de innovadores y fabricantes, que será crucial para reconocer los desafíos que implicará garantizar el principio de Industria 4.0, que es motivado desde la perspectiva del consumidor en la maximización de recursos para el sector industrial, independientemente de su área de productividad y tamaño comercial.

Por ello, existe el requisito de comprender si la adopción de nuevos medios sostenibles o ideas de innovadores obstaculiza las perspectivas del mercado y perspectivas similares que los fabricantes y otras partes interesadas creen que afectarán sus operaciones actuales o el flujo de la cadena de suministro (Constantine & Moreira, 2020). Por ejemplo, en una industria de procesos donde generalmente hay cadenas de suministro y valor largas y complejas, las aplicaciones de la Industria 4.0 pueden ofrecer diferentes oportunidades, como IoT y análisis predictivo.

A través de ello, se promueve el aumento significativo de la transparencia, e incluso reduce los desafíos de comunicación entre el comprador y el proveedor. Siendo así, este constituye un nuevo término que combina diferentes tecnologías y enfoques basados en la conexión entre objetos físicos y tecnológicos, donde los objetos físicos se integran perfectamente en la red de información y estos objetos también pueden convertirse en participantes activos en los procesos productivos y comerciales. A continuación, la figura 3, presenta la incidencia de la industria 4.0, en las dimensiones de maximización de la gestión productiva.

Figura 3.

Incidencia de la Industria 4.0 en maximización de gestión productiva



FUENTE: (Coellar, 2021)

Además, la industria 4.0, y sus diferentes enfoques pueden denominarse como una nueva arquitectura de información que está basada en Internet y se utiliza para impulsar el flujo de información de las redes de la cadena de suministro global (Severino, Flores, Tzitzihua, & Sánchez, 2019). Con el hecho de que los objetos del sistema tienen funcionalidad digital, el Internet de las cosas puede simplificar drásticamente los aspectos de calidad y la gestión de la cadena de suministro y procesos de fabricación y/o producción para generar una gestión efectiva de la calidad de los productos. A medida que esto produce más control sobre los datos y su gestión, conceptos como calidad de datos, cadena de bloques y lago de datos se vuelven cruciales entre las empresas para el desarrollo industrial en términos de integración horizontal de los sistemas de información de su red, lo que permite una mayor disponibilidad de datos.

Por tanto, a través de ello, se permite a las empresas reducir los costos del proceso de intercambio de información y tener una cadena de suministro más inteligente, ya que la tecnología brinda un tipo de comunicación que está disponible en cualquier momento, en cualquier lugar y en cualquier medio (Mendoza, Solano, Palencia, & García, 2018). Mediante este elemento, se puede describir como la conexión a Internet entre objetos físicos en el lugar de trabajo, personas, sistemas y sistemas de tecnología de la información, crea un entorno de producción inteligente denominado fábrica inteligente, que representa el esfuerzo colaborativo de los fabricantes, y el desarrollo de la industria.

2.1.2. Industria 4.0 en la gestión de calidad productiva

La industria 4.0 representa un elemento de innovación y desarrollo tecnológico para los procesos de producción actuales, especialmente en el sector pyme, debido a que maximiza sus recursos, los organiza y sistematiza la gestión adecuada de calidad productiva (Román, 2020). A través de ello, una plataforma digital puede permitir aplicaciones como interacción con los clientes, basadas en *blockchain* que representa una base de datos compartida, descentralizada y sincronizada entre todos los sectores de una empresa en el desarrollo y maximización de recursos de la industria, en conjunción con la computación en la nube, que integra todos los datos de los sectores de la industria a disposición de la organización, para reducir las ineficiencias y aumentar la confianza y la trazabilidad entre todas las partes interesadas involucradas.

El uso de una arquitectura digital tiene sus beneficios, pero una vez más, siempre está el extremo de la competencia empresarial que se ha discutido en todo momento, que debate entre el índice cooperativo y competitivo, y si los fabricantes e innovadores o proveedores tienen la intención de divulgar la información necesaria (Losada, 2021). Esto enfatiza la necesidad de formar una plataforma digital que no solo se centre en los aumentos tecnológicos en la eficiencia, sino en una estrategia comercial adecuada que demostrará ser idealista en el sentido de que ni la clasificación de la innovación a nivel del sistema desencadena la reducción de la propiedad compartida de los datos ni la toma de decisiones. Por ello, la industria 4.0 describe la tendencia creciente hacia la automatización y el intercambio de datos en tecnología y procesos dentro de la industria manufacturera, que incluye:

- a. Internet de las cosas,
- b. Internet industrial de las cosas,
- c. Sistemas ciber físicos,
- d. Fabricación inteligente,
- e. Fábricas inteligentes,
- f. Computación en la nube,
- g. Computación cognitiva
- h. Inteligencia artificial.

En base a la automatización de los procesos de producción, se crea un sistema de fabricación mediante el cual las máquinas en las fábricas se complementan con conectividad inalámbrica y sensores para monitorear y visualizar un proceso de producción completo y tomar decisiones autónomas (Noguera & Rodríguez, 2017).

Consecuentemente, la conectividad inalámbrica y el aumento de las máquinas avanzarán enormemente con el despliegue completo de nuevas tecnologías digitales, proporcionando tiempos de respuesta más rápidos, lo que permitirá una comunicación entre sistemas casi en tiempo real. Por tanto, la industria 4.0, se relaciona con las tecnologías de gemelos digitales; estas tecnologías digitales pueden crear versiones virtuales de instalaciones, procesos y aplicaciones del mundo real en la maximización de recursos y fortalecimiento de la gestión de calidad productiva e innovación.

La gestión de la calidad productiva en los procesos de fabricación de la industria 4.0, representan un elemento de automatización que incluye interconectividad entre procesos, transparencia de la información y asistencia técnica para decisiones descentralizadas. Luego, estos pueden probarse de manera sólida para tomar decisiones descentralizadas rentables, que representan copias virtuales que se pueden crear en el mundo real y vincularse, a través de Internet de las cosas, lo que permite que los sistemas ciber físicos se comuniquen y cooperen entre sí y en conjunto con el personal humano para crear un proceso de automatización e intercambio de datos en tiempo real para la industria. Consecuentemente, mediante ello, se debería promover la transformación digital, fomentando la fabricación automatizada y autónoma con sistemas unidos que pueden cooperar entre sí.

Por tanto, la tecnología industrial 4.0, fomenta la resolución de problemas y rastrear procesos, al mismo tiempo que aumenta la productividad, considerando que ya se ha demostrado a través de modelos comerciales como la programación fuera de línea y el control adaptativo de fabricación, llevando el proceso desde el diseño del producto hasta la simulación y en el taller para la producción (Severino, Flores, Tzitzihua, & Sánchez, 2019). Siendo así, se prevé la existencia de nuevos procesos industriales, en todos los sectores, donde las empresas que implementan Industria 4.0 en la fabricación, fortalecen su productividad y maximización de recursos, generando con ello, una variedad de fábricas inteligentes en todo el mundo, y la proliferación de elementos de innovación en el desarrollo tecnológico para todas las industrias de todos los tamaños, especialmente desde el sector emergente y pyme.

2.1.3. Estrategias de tecnología de la industria 4.0

Las estrategias de desarrollo que se establecen en la industria 4.0, representan modelos de innovación y maximización de recursos, mejorando la gestión de calidad en los procesos de fabricación, que al igual que en otras áreas, también ha tenido muchos impactos en el desarrollo y expansión industrial (Márquez, 2020). Por tanto, la cooperación entre empresas, fabricantes, clientes y la digitalización y automatización de procesos son fundamentales para aumentar la transparencia de todos los pasos desde que se fabrica el producto, envía el pedido hasta el final del ciclo de vida del producto. Por ello, para comprender las posibles oportunidades y posibles amenazas tras la introducción de estas nuevas tecnologías, es necesario analizar el impacto de la industria 4.0 en base a sus estrategias de implementación.

Las estrategias de implementación, se constituyen como elementos complejos y la realización de sus actividades de manera eficaz y eficiente depende de la rápida transmisión de información y flujo de materiales. La colaboración en tiempo real y la integración sofisticada de los sistemas de información son las principales características del crecimiento de una fábrica inteligente eficiente (Motta, Morero, & Ascúa, 2019). Por ello, la gestión de calidad en el proceso productivo no sería posible sin los avances en la tecnología y los sistemas de información, ya que se destaca y se conoce el impacto de los sistemas de información de empresa a empresa en el rendimiento de la cadena, revelando con ello, que el intercambio de información mejora significativamente el rendimiento productivo.

Al mismo tiempo, el intercambio de información es importante para aumentar la coordinación entre las organizaciones, lograr la integración de los procesos y de la cadena de suministro y un mejor desempeño general. Por tanto, las operaciones de fabricación no son posibles sin una estructura y un intercambio de conocimientos adecuados; como los sistemas de información han afectado muchas áreas en la dirección de la digitalización, también ha provocado que los procesos de fabricación evolucionen al digitalizarlos, mientras tanto, ha surgido el concepto de la fábrica inteligente digital, que es un concepto nuevo que describe una industria basada en capacidades que están habilitadas en las herramientas digitales (Blanc, 2020). Actualmente, muchos sistemas son híbridos, lo que significa que las cadenas de suministro y productividad normalmente se utilizan como una combinación de procesos basados en papel y en computadora.

Como resultado, la gestión productiva digital va más allá del sistema híbrido tradicional y utiliza las capacidades de integración de sistemas y generación de conocimiento de los componentes clave. Consecuentemente, la industria 4.0 trae el concepto de la fábrica del futuro con fabricación basada en datos, inteligencia integrada, redes y sistemas autónomos de producción ciber física. Los cambios en los procesos comerciales se pueden realizar en tiempo real, sin importar en qué etapa de la cadena de valor, y se puede acceder más rápido a conjuntos de datos integrales desde fuentes de datos integradas, como sensores y unidades de control (Jiménez, 2022). Siendo así, el modelo de evaluación de la preparación para la implementación y desarrollo de la tecnología de la industria 4.0, se ha fundamentado sobre cuatro aspectos, definidos en la implementación de la estrategia, basado en los siguientes elementos:

Figura 4.

Proceso de implementación de la estrategia



FUENTE: (Losada, 2021)

Por tanto, la primera etapa en el proceso de evaluación para la aplicación de la estrategia, se debe basar en la aplicación dentro de una industria madura para poder adherirse a los procesos tecnológicos de innovación de manera adecuada, en respuesta a un mercado amplió y que requiere la actualización de procesos en la fábrica inteligente (Jiménez, 2022).

Siendo así, el establecimiento de las directrices de la literatura de la ingeniería industrial para los modelos de evaluación y preparación en la implementación de la estrategia de I4.0, se presentan con el propósito de promover y fomentar el desarrollo e innovación en el crecimiento y expansión de la industria; para ello, la evaluación de la madurez representa el primer y más importante paso en la estrategia de implementación de tecnologías de la industria 4.0, en el desarrollo y expansión de la industria innovadora.

2.1.3.1. Nivel de madurez del sector industrial para implementación de procesos inteligentes de I4.0.

La evaluación de madurez, se mide el nivel de madurez I4.0 actual de la empresa; este proceso incluye la aplicación del índice de preparación de la industria inteligente; por lo que, después de diseccionar las diferencias entre los requisitos de las pymes y las multinacionales, es posible elegir un modelo de madurez que se utilizaría en la estrategia de implementación. El índice de preparación de la industria inteligente ha sido elegido como el modelo de madurez que se utilizará a través del proceso de evaluación de la madurez (Arriaga-Atanacio & Zarco, 2020). El modelo ha sido elegido como el mejor candidato ya que ofrece espacio

para aceptar los requisitos básicos de las pymes al incluir el nivel de madurez cero, que es una etapa muy básica de madurez. El proceso de evaluación se llevará a cabo comparando los criterios de cada nivel de madurez con los criterios existentes en la empresa.

Existen seis niveles que van del 1 al 5, después de evaluar todas las dimensiones, se construye un gráfico de radar basado en los resultados obtenidos. El gráfico de radar proporcionará una imagen de los resultados de la evaluación para comparar fácilmente las 16 dimensiones a la vez (Coellar, 2021). Los gráficos de radar proporcionarán un puntaje de madurez total al calcular el área de madurez sombreada del gráfico y dividirla por el área total. Tal consideración permitirá que la mayoría de las pymes con niveles básicos de madurez participen en la evaluación y eventualmente también en el proceso de implementación. Además, tiene criterios fácilmente disponibles para cada nivel de madurez, lo que le permite basarse en una puntuación numérica cuantitativa, lo que significa que es capaz de adoptar un factor de ponderación para medir su nivel de madurez.

2.1.3.2. Influencia en el mercado del sector industrial.

El objetivo principal de la evaluación de la influencia es establecer la influencia de cada una de las 16 dimensiones en las empresas o sector industrial donde se prevé realizar la investigación. Por tanto, la influencia de cada dimensión se mide en función del retorno de la inversión que traerá cada dimensión, después de su transformación; este se calcula obteniendo la relación costo – beneficio de cada dimensión; sobre ello, la dirección de la organización en el sector industrial que desean liderar la transformación de la gestión de la productividad hacia la era digital no solo identifican las oportunidades y los desafíos que enfrentan sus funciones, sino que también interactúan con las empresas que son proveedores, clientes y otros socios de mercado y la transformación digital de la empresa, sus productos y servicios (Almendárez & Guardiola, 2021). A través de ello, se prevé cómo la gestión de la cadena de suministro puede contribuir a la digitalización del modelo de negocio que es tan importante como definir la agenda de transformación digital de la industria.

Dentro de la influencia del mercado, la neutralidad climática es otro enfoque central del objetivo de transformación digital. Existe una tendencia a enviar materiales de alta calidad de los países ricos a los fabricantes de los países de ingresos bajos y medios, lo que dificulta el entorno industrial multifacético para mejorar un enfoque más circular. Una plataforma

digital puede ser más eficiente en el uso de algoritmos para conectarse con proveedores locales y aumentar la reubicación; como parte de la economía lineal, existe una tendencia a desconectar la cadena de suministro y garantizar el mantenimiento de los recursos (Cortés, 2019).

La Industria 4.0 se ve como un concepto competente que podría acelerar la transformación de la economía lineal a la circular; la información y la comunicación compartidas promueven el reciclaje y la combinación de numerosas tecnologías aumenta la capacidad de reutilización y recalibración en función de la fabricación flexible y muchos conceptos similares que podrían crear una cadena de suministro más sostenible y estable. Por lo tanto, se prevé implementar principios económicos circulares que puedan ser accesibles para varias industrias para ser utilizados en una plataforma digital que puede ayudar a unir proveedores con fabricantes que conducen a una baja emisión de carbono en los flujos logísticos, pero también aumentan la capacidad con menores consumos de energía en la maximización de recursos y procesos en la fábrica inteligente (Hernández & López, 2018).

En consecuencia, la recopilación de datos y el proceso de agilizar la comunicación son vitales para una conversión exitosa de la economía circular y su influencia institucional hacia todas las partes interesadas; sin embargo, la determinación de una relación costo – beneficio es fundamental para su aplicación en un sector de la industria que sea reconocido en un nivel de madurez adecuado. Esto se basa principalmente en desafíos comerciales y desafíos de colaboración que requieren mucho énfasis y necesitan más investigación, lo que será una parte crucial de la tesis para diseñar una ruta de cadena de suministro sostenible.

A través de ello, se comparará cada una de las relaciones costo – beneficio de cada dimensión con las otras dimensiones, lo que dará como resultado un valor ponderado para cada dimensión. El valor del peso representará la importancia de cada dimensión y esto determinará su prioridad para ser transformada sobre la otra.

2.1.3.3. Construcción de hoja de ruta de transformación del sector industrial textil.

Una hoja de ruta, en sentido general, es un plan destinado a lograr un objetivo particular, mientras que una estrategia se considera un plan de acción o política diseñada para lograr un objetivo principal o general. En esta investigación, la expresión de la hoja de ruta es con respecto a las dimensiones que se priorizarán para la transformación antes que otras, creando

un plan definiendo a qué dimensión priorizar primero, segundo, tercero y así sucesivamente, enumerando las siguientes tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0, como son:

- a. Fabricación avanzada,
- b. Fabricación aditiva,
- c. Realidad aumentada,
- d. Simulación,
- e. Computación en la nube,
- f. IoT industrial,
- g. Ciberseguridad,
- h. Análisis de big data
- i. Perfilado de clientes.

A través de ello, se desarrolla un recuento bastante similar de las tecnologías presentes en la tendencia Industria 4.0, describiendo como la era de la digitalización, en la que todos los aspectos comerciales deberían volverse digitales, como los modelos comerciales, el entorno, los sistemas de producción, las máquinas, los productos y los servicios, son fundamentales para el desarrollo de la industria en todos sus ámbitos (Hernández & López, 2018).

La transición a la Industria 4.0 prácticamente siempre se lleva a cabo de manera única por parte de las empresas, en función de las competencias, objetivos, recursos, capacidades, etc., centrales de cada uno, desde donde se prevé revisar cómo las tecnologías de la Industria 4.0 están afectando el despliegue y ubicación de las actividades en las cadenas globales de valor, centrándose en cuatro estrategias de tecnologías 4.0, como son:

- a. IoT,
- b. Big Data, análisis,
- c. Robótica
- d. Fabricación aditiva.

Las estrategias de la Industria 4.0 como tendencia tecnológica es amplia en el alcance de las tecnologías que abarca (Botero, 2020). De hecho, parece tener límites o limitaciones muy poco claros en cuanto a qué tecnología o conjunto de tecnologías en particular que impulsan

la tendencia de innovación, lo que indica que el uso de listados o tipologías de tecnología por sí solos podría no ser apropiado para describir o definir la Industria 4.0.

Consecuentemente, el proceso de priorización tiene un protocolo predefinido; en primer lugar, se elegirán las dimensiones con el factor de peso más alto para ser transformadas primero. Si dos dimensiones tienen factores de igual peso, se priorizará la de menor nivel de madurez; al final de este paso, se establecerá una hoja de ruta con un conjunto de las dimensiones más influyentes y su orden de transformación.

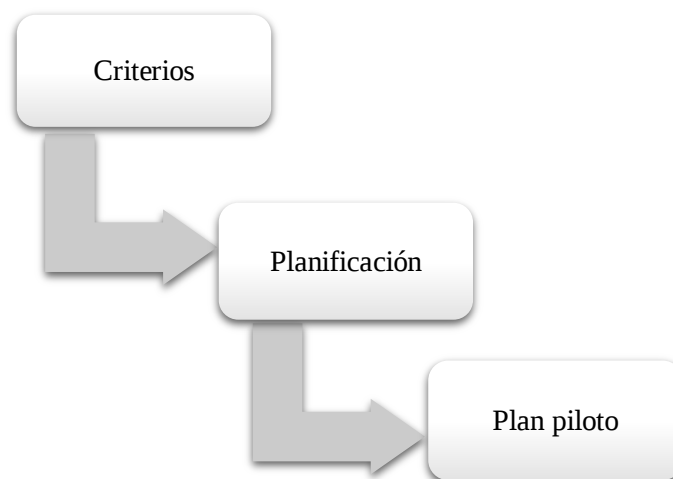
2.1.3.4. Implementación de la estrategia tecnológica I4.0.

La implementación es el cuarto y último paso, en esta etapa, se enumerarán los criterios de las dimensiones enumeradas en la hoja de ruta. El proceso de implementación incluye 3 pasos. El primer paso en el proceso de implementación es determinar el siguiente nivel de madurez que se cumplirá y los criterios de ese nivel de madurez.

El segundo paso es planificar, durante la planificación de la implementación de la dimensión elegida, la empresa evaluará la viabilidad, la integración y la capacitación de sus empleados, para que sea más fácil adaptarse a los cambios por los que pasará la empresa. A continuación, se presentan los 3 pasos de implementación para las etapas de la estrategia I4.0. A continuación, se presenta la figura 5, con los pasos de la etapa de implementación para la estrategia tecnológica.

Figura 5.

Pasos de la etapa de implementación



FUENTE: (Losada, 2021)

Por tanto, como se puede revisar en la figura 5, al final de esta etapa, la empresa o sector empresarial industrial donde se desarrolla la estrategia de implementación de I4.0, tendrá opciones para los planes comerciales sobre cómo alcanzar el siguiente nivel de madurez. En consecuencia, finalmente para este proceso, el tercer paso es poner a prueba el mejor plan de desarrollo e innovación para la industria.

2.1.4. Aplicación de la I4.0 para el sector pyme

La aplicación de la Industria 4.0, para cualquier área de la industria, independientemente del tamaño empresarial (especialmente establecido para el sector pyme), representa un elemento de innovación y desarrollo que debe ser aplicado a través de un modelo de madurez que es una herramienta que ayuda a las personas a evaluar la efectividad actual de una persona o grupo.

Los modelos de madurez I4.0 ayudan a evaluar la madurez o preparación de la industria para obtener los estándares y características de la cuarta revolución industrial; por tanto, los modelos recientes consideran principalmente a las empresas posicionadas en el mercado, como organizaciones maduras para poder implementar procesos de innovación hacia la fábrica inteligente. Consecuentemente, las pymes reciben una adecuada atención y es la razón para fomentar este tipo de investigación, en previsión del desarrollo empresarial a escala.

El estudio presentado por Hernández y López (2018), ha desarrollado un modelo de madurez que se enfoca en cuatro pilares principales que incluyen recursos, estructura organizacional, sistemas de información y cultura para el desarrollo de la industria. Su investigación consta de 600 preguntas que determinan el nivel de madurez de cada subdimensión en una escala de 6 niveles de madurez que incluyen informatización, conectividad, visibilidad, transparencia, capacidad predictiva y adaptabilidad.

Este enfoque hizo un gran trabajo cubriendo todos los componentes principales de I4.0 y presentando una representación visual del nivel de madurez de cada componente, pero carecía de la capacidad de proporcionar un valor agregado de un puntaje de madurez final y un factor de peso para diferenciar entre la importancia de cada pilar.

La investigación presentada por Mendoza (2020), introdujo un modelo de madurez que

consta de 9 subdimensiones que incluyen estrategia, liderazgo, cliente, productos, operaciones, cultura, personas, gobierno y tecnología que evalúan cada empresa en 5 niveles de madurez. El modelo incluye un factor de ponderación establecido en base a la distribución por correo electrónico de 123 cuestionarios a profesionales e investigadores que dieron como resultado 23 respuestas.

La importancia práctica de cada elemento de madurez se calificó en una escala de Likert, que va desde: no importante (calificación = 1) a muy importante (calificación = 4). Dicho estudio incluyó un factor de ponderación, pero los valores representaban opiniones personales y/o subjetivas que pueden contradecir las prioridades de otras empresas en función de su conocimiento de sus empresas.

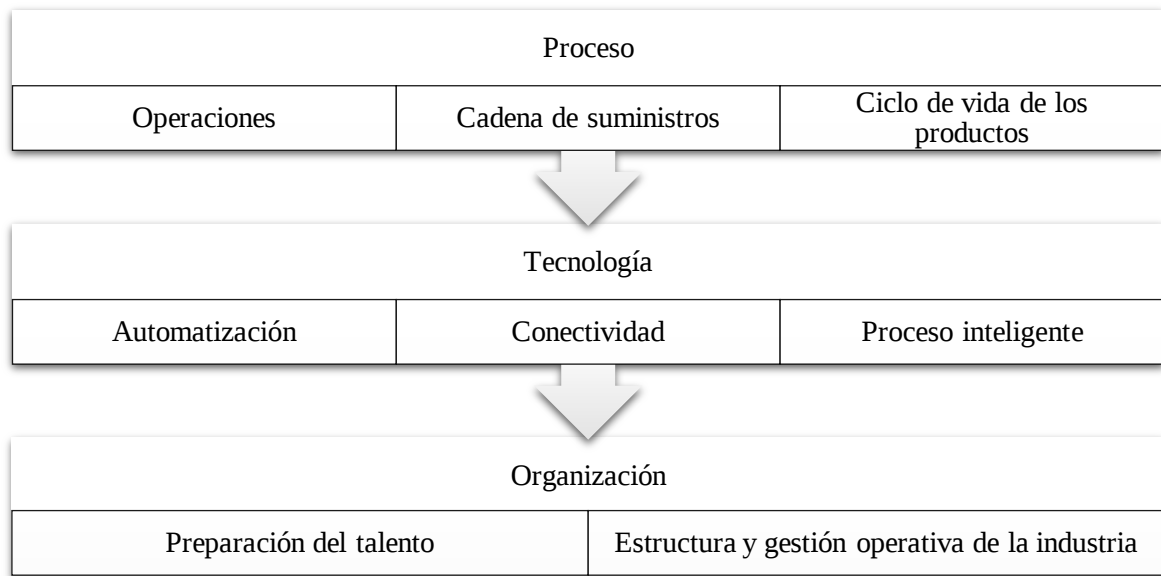
Asimismo, la investigación presentada por Blanc (2020), introdujo un modelo de madurez que enfatizaba tres pilares principales, tales como la fábrica del futuro, las personas y la cultura, y la estrategia. También implicó un factor de peso donde el peso de cada pilar se establece de acuerdo con la cantidad de elementos presentes en cada uno; los niveles de madurez oscilaron entre 1 y 4, lo que representa mínimo, desarrollado, definido y excelente, respectivamente. Por tanto, basar la importancia de los pilares en la cantidad de elementos presentes en cada uno de ellos es cuestionable, ya que un pilar puede tener menos cantidad de elementos, pero con una gran importancia.

El estudio presentado por Noguera y Rodríguez (2017), desarrolló un modelo de madurez (Modelo de Madurez de Integración de Sistemas Industria SIMMI 4.0), que consideró cuatro pilares, incluidos la integración vertical, la integración horizontal, el desarrollo de productos digitales y los criterios de tecnología transversal, y cinco niveles de madurez que incluyen el nivel básico de digitalización, tales como digitalización departamental, digitalización horizontal y vertical, digitalización completa y digitalización completa optimizada.

El proceso de puntuación constó de un conjunto de preguntas relativas a cada subdimensión y se determinó una puntuación en función de las respuestas; la puntuación de cada subdimensión fue la suma de la puntuación de cada pregunta dividida por el número total de preguntas. A continuación, se presenta la figura 1, con la descripción de los procesos de industria 4.0, en el desempeño operativo.

Figura 6.

Industria 4.0 en el desarrollo operativo inteligente



FUENTE: (Córdova, 2021)

En la figura 6, se presentó la incidencia de la I4.0, en el desarrollo operativo inteligente del sector industrial, donde se presenta el proceso, la tecnología y la organización, como los elementos fundamentales para promover la innovación y la operatividad acorde a los desafíos del sector productivo actual. Consecuentemente, el nivel de madurez total fue la suma de todos los subdimensiones divididas por 4; consecuentemente, su enfoque no utilizó un factor de ponderación ni una representación gráfica del nivel de madurez de cada pilar.

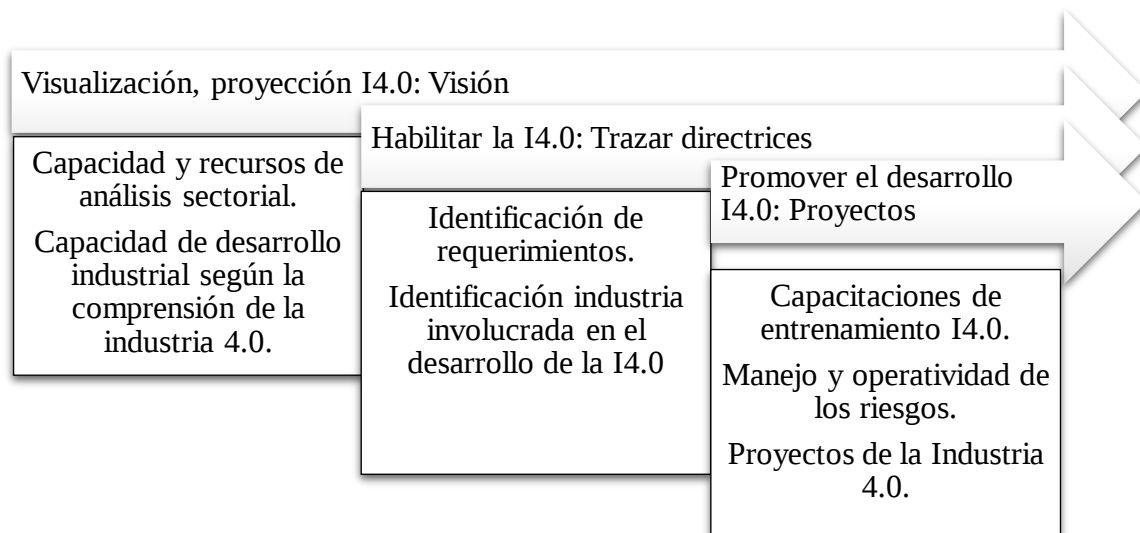
La investigación presentada por Coellar (2021), propuso un modelo de madurez que se enfoca en siete pilares que incluyen empleados, estrategia y organización, fábrica inteligente, operaciones inteligentes, productos inteligentes, basados en datos y servicios, y seis niveles de madurez que incluyen principiante, externo, intermedio, experimentado, experto y de alto rendimiento.

El proceso de puntuación se basa en un conjunto de criterios que cumple la empresa; el índice de preparación de la industria inteligente considera tres pilares principales (tecnología, proceso y organización) y ocho subdimensiones (operaciones, cadena de suministro, ciclo de vida del producto, automatización, conectividad, inteligencia, preparación del talento y estructura y gestión). Dicho sistema, estableció seis niveles de madurez que van del 0 al 5 y representan indefinido, definido, digital, integrado, automatizado e inteligente, respectivamente.

La puntuación se basa en un criterio fácilmente disponible y la empresa se evalúa solo en función de los criterios que cumple. Este proceso es de gran interés ya que cubre todos los pilares esenciales que componen I4.0 y proporciona criterios detallados en una escala de 0 a 5 que es muy beneficiosa para evaluar las pequeñas y medianas empresas (pyme). El índice de preparación de la industria inteligente en este sistema, no incluye un factor de ponderación para diferenciar la importancia y la magnitud del impacto de cada pilar en relación con los otros pilares. Si bien no es suficiente, en los medios de atención y número de investigaciones que demandan las pymes, tienen su parte con modelos de madurez desarrollados a su favor.

Figura 7.

Esquema de tres etapas de desarrollo industrial 4.0.



FUENTE: (Duque, 2022)

El modelo de desarrollo y aplicación de la innovación I4.0 de Botero (2020), consta de seis dimensiones que incluyen empleo, servicios basados en datos, producto inteligente, operaciones inteligentes, fábrica inteligente, estrategia y organización. En dicho estudio, los cuestionarios de la encuesta están diseñados en base a la recopilación de datos cuantitativos y se adoptaron de investigaciones anteriores basadas en el modelo de madurez IMPULS, donde se propuso un modelo de proceso como marco guía para la Industria 4.0 a través de tres etapas principales tales como:

- a. Visión de diversificación,
- b. Estrategia y
- c. Construcción de acciones.

El modelo de pequeñas medianas empresas 3D (PYME3D), se ha acercado a las pymes concentrándose en cinco pilares manifestados como esenciales para las pymes; los pilares incluidos son finanzas, personas, estrategia, proceso y producto. Cada uno de estos pilares se mide en una escala de 5 niveles del 1 al 5 que representa a principiante, principiante, aprendiz, intermedio y experto, respectivamente. A través de ello, se ha introducido una tridimensional con tres ejes que incluye cajas de herramientas, dimensión organizativa y niveles de madurez (Vallejo, 2022). Consecuentemente, este modelo ha introducido un nivel muy básico para incluir a la mayoría de las pymes que están rezagadas en muchos campos en comparación con las grandes empresas, tales campos incluyen tecnología, conectividad y complejidad organizativa.

Este modelo, aún pierde un valor numérico de madurez y un factor de peso, lo que afecta la precisión de la evaluación. Por ello, se ha fomentado un método de evaluación I4.0 que incluye 5 dimensiones, que, según sus estándares, las principales dimensiones importantes son la fabricación y las operaciones, la capacidad de las personas, el proceso impulsado por la tecnología, el soporte digital y la menos importante es el negocio y la organización.

En este aspecto, la estrategia incluyó 43 subdimensiones, por lo que, su enfoque también incluye una representación gráfica y un factor de peso; el enfoque introduce una escala que va de 0 a 5, una escala con incrementos más pequeños, como 0 – 100, que mostraría una mayor precisión en los resultados de la evaluación (Márquez, 2020). Además, solo se limita a evaluar y no proporciona información sobre cómo las pequeñas y medianas empresas pueden progresar y transformarse al siguiente nivel de madurez o proporcionar criterios para cada subdimensión.

2.1.4.1. Herramienta de apoyo en toma de decisiones I4.0.

El proceso de jerarquía analítica (AHP) es una técnica estructurada para organizar y analizar decisiones complejas, basada en matemáticas y psicología y se utiliza para apoyar la toma de decisiones cuando se involucran múltiples criterios. La metodología AHP es una herramienta flexible que se puede aplicar a cualquier jerarquía de medidas de desempeño; por tanto, la mayoría de los enfoques de toma de decisiones de criterios múltiples (MCDM) consisten en dos pasos: agregación de los juicios con respecto a todos los objetivos y alternativas de toma de decisiones; y clasificación de las alternativas de decisión según los juicios agregados (puntuaciones) (Jiménez, 2022). A través de ello, se estima que las reglas

básicas para resolver problemas jerárquicos de niveles múltiples involucran esencialmente cuatro pasos:

- a. Especificación del problema de elección;
- b. Análisis de la información;
- c. Selección del método apropiado; y
- d. Evaluación de alternativas.

El éxito del AHP en la investigación en varias áreas respalda su uso para resolver problemas de toma de decisiones, por ejemplo, para estudiar el atractivo laboral en la industria de las aerolíneas en Taiwán, utilizaron este modelo para seleccionar sistemas de transporte ecológicos. Asimismo, se utilizó para crear un modelo capaz de evaluar el desempeño de las compañías navieras, aplicando esta metodología para revelar las preferencias con respecto a la selección del puerto de transbordo (Mendoza, Solano, Palencia, & García, 2018).

En base a ello, se prevé que la metodología AHP se presenta un mecanismo de sistema de soporte de decisiones que puede acomodar fácilmente modificaciones y simulaciones de modelos a través de análisis de sensibilidad, ya que el objetivo principal de la metodología de implementación de cuatro pasos establecida en este trabajo es tomar decisiones de qué dimensiones priorizar de las dieciséis, necesita una herramienta de toma de decisiones para apoyar este proceso.

2.1.4.2. Fábrica inteligente dentro de la Industria 4.0.

Los puntos esenciales como la identificación, la trazabilidad y el seguimiento en tiempo real de los objetos en la cadena de producción, fabricación y suministro, siempre han sido un desafío debido a la heterogeneidad de plataformas y tecnologías utilizadas por los diversos actores de la industria moderna.

El surgimiento de IoT y la computación en la nube trae un nuevo enfoque para recopilar, transferir, almacenar y compartir información sobre el flujo logístico para una mejor colaboración e interoperabilidad entre los procesos de la fábrica inteligente, debido a que representa el desarrollo de la colaboración entre las partes interesadas para optimizar el flujo de procesos.

Las plataformas existentes no resuelven el problema en algunos aspectos clave, como la gestión de múltiples interacciones entre los socios de la cadena de suministro, la recopilación de datos, el procesamiento de tiempo y los sensores de informes, la definición de una política común y un protocolo de comunicación para todas las partes interesadas, el suministro de información desde dispositivos móviles para que los datos puede ser procesado y actualizado de forma remota. Para abordar los desafíos mencionados anteriormente, se requiere una plataforma colaborativa basada en la nube para respaldar los requisitos de intercambio, integración y procesamiento de datos para el seguimiento y rastreo de productos fabricados.

El valor agregado de esta arquitectura es la integración de diferentes capas de IoT, sensor, transferencia de datos y almacenamiento de computación en la nube y, en última instancia, ajustar los datos recopilados para los usuarios. Por lo tanto, es facilitar el intercambio de información en los flujos productivos para la trazabilidad, la cooperación y la interoperabilidad entre los diferentes actores del proceso de fabricación. En consecuencia, en la implementación de la fábrica inteligente, las pequeñas y medianas empresas (pyme) pueden definirse como las empresas que emplean a menos de 250 empleados y tienen una facturación anual en promedio baja en relación a las grandes empresas (Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, 2010).

Cuando se comparan las pequeñas y medianas empresas con las empresas multinacionales, a primera vista parecen no tener un impacto significativo en la cuarta revolución industrial, pero las pymes son la fuerza impulsora de muchas economías manufactureras, especialmente en el Ecuador, que representan según el INEC (2021), el 64,1% del desarrollo productivo de la economía popular y solidaria.

Por tanto, como columna vertebral de la industria manufacturera, el impacto de las pymes en la cuarta revolución industrial es significativo. Las pymes a menudo enfrentan diferentes desafíos y barreras que las empresas más grandes cuando se trata de la transformación I4.0, por lo cual, se enfatizó que los mayores desafíos que deben enfrentar las pequeñas y medianas empresas en este contexto son el desarrollo de una estrategia adecuada, un análisis de costo – beneficio de las tecnologías relevantes y la falta de seguridad de datos y estándares uniformes.

Siendo así, la literatura actual considera y debate numerosas oportunidades y desafíos que enfrentan las pymes, sobre lo que, se destaca la influencia de la gestión de la información en

las pymes manufactureras, que en el cantón Quevedo, representan una importante fuerza laboral, especialmente del sector textil local (Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos, 2021).

Por otro lado, Cortés (2019), realizó un análisis empírico de 117 pequeñas empresas manufactureras y las agrupó en función de su grado de preparación de tecnologías de la información; asimismo, en 2020, Román (2020), recopiló datos analizados de 632 pymes y llegó a la conclusión de que éstas deben estar distantes cuando se considera el despliegue de tecnologías de fabricación avanzada (AMT). Además, Poveda (2018), estudió a 600 pymes manufactureras y descubrió que sufren una escasez de cultura y estrategia de innovación para tener éxito.

Asimismo, Fernández (2021), comparó las numerosas prácticas de gestión de calidad y las pymes manufactureras y descubrió que el liderazgo, la toma de decisiones basada en hechos, la creación de redes con organismos gubernamentales e instituciones académicas, así como una certificación ISO 9000 son factores críticos de éxito para las pymes.

En el estudio referencial, Burbano (2017), realizó entrevistas con directores ejecutivos, gerentes y consultores de fabricación para descubrir la influencia de la gestión del conocimiento en las pymes manufactureras nacionales, donde se concluyó que la conciencia global sobre la fabricación, la interacción regular entre los empleados, la asistencia a talleres o conferencias en el extranjero, así como la interacción entre la industria y la academia, son actividades críticas que promueven la creación de conocimiento.

En consecuencia, se estima que las características particulares de las pymes, destaca las diferencias entre los puntos de vista de las empresas pequeñas y multinacionales, sobre lo que, se agrupan los diversos requisitos similares de las pymes en ocho grupos (finanzas, disponibilidad de recursos técnicos, especialización de productos, estándares, cultura organizacional, participación de los empleados, alianzas y colaboración) (Coellar, 2021).

Y en concordancia con ello, para las grandes empresas se prevé un proceso de desarrollo e innovación similar, en un modelo a escala mayor, considerando la incidencia de su industria en el entorno nacional e internacional para el desarrollo productivo, basado en la innovación y expansión automatizada que aporta la I4.0.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Tecnología de fabricación avanzada

Las Tecnologías de Fabricación Avanzada representan el elemento fundamental para el desarrollo de las fabricas inteligentes en plena innovación de la industria 4.0, con proyección de fomento a la cobertura digitalizada y automatizada de los procesos de fabricación, los cuales además deben contar con los recursos técnicos fácilmente disponibles. Estos hechos causan un mayor impacto al ser la razón detrás del bajo desempeño actual de las pymes en la industria de fabricación de productos (textiles) hacia la investigación y el desarrollo.

Por tanto, las pymes, en comparación con las multinacionales, muestran una falta de integración de TI, lo que limita el *software* y la tecnología utilizados para preservar el registro, control y mantenimiento de los procesos productivos y de gestión de calidad de las pymes para que solo se adapten a la resolución de un problema específico al que se enfrentan las pymes (Losada, 2021, pág. 65).

2.2.2. Productos especializados

Representan a la elaboración y/o fabricación de los productos específicos especializados para cada área de la industria, en todos sus niveles y tamaños del sector empresarial productivo, los cuales constituyen el elemento central de la industria para implementar procesos de innovación a través de la I4.0 para maximizar los recursos.

Las pymes del sector industrial pueden aprovechar de manera eficiente y efectiva su implementación para maximizar recursos, desarrollar y expandir su mercado, creciendo en tamaño comercial y generando un desempeño tecnológico y digitalizado, integrando todos los procesos de fabricación mediante responsabilidades que conduce a productos altamente especializados que fomentan que las pymes se destaquen frente a sus competidores (Fernández, 2021, pág. 54).

2.2.3. Finanzas pyme

Las pymes se enfrentan a limitaciones de capital en comparación con las multinacionales,

como la falta de garantías, las asimetrías de información entre las pequeñas empresas y los inversores, etc., lo que se debe al hecho de que las pymes suelen ser propiedad de personas individuales y existen diversos factores de riesgo involucrados en las pequeñas empresas, las cuales pueden ser mejorados y promovidos hacia el desarrollo, a través de los procesos de innovación como la implementación de la I4.0, que busca desarrollar al sector pyme de la fabricación en la industria, incrementando su competitividad y fortaleciendo su desempeño de mercado (Burbano, 2017, pág. 81).

2.2.4. Estándares de fabricación

El sector industrial, en todos los ámbitos de operatividad y desempeño comercial y de mercado, tienden a obedecer estrictamente normas como la ISO, pero, por otro lado, las pymes que hacen lo mismo son muy raras. Esto se debe a la falta de recursos esenciales necesarios para preparar y lograr la certificación; por lo tanto, las pequeñas y medianas empresas del sector industrial deben estar motivadas para adoptar estándares industriales con el fin de mejorar la gestión de calidad en su productividad para la fabricación de productos (Noguera & Rodríguez, 2017, pág. 79).

2.2.5. Cultura organizacional

El comportamiento organizacional es un aspecto crítico de una empresa; cuando se comparan las pymes con las empresas más grandes en el dominio de la cultura organizacional, las pequeñas y medianas empresas de la industria, muestran un menor nivel de complejidad y se destacan por ser informales. Además, la estructura organizativa de las pymes a menudo no es lo suficientemente flexible para experimentar y considerar iniciativas de implementación de tecnologías de punta, lo que hace que no puedan invertir de manera comparable en investigación y análisis de mercado.

En consecuencia, en muchas ocasiones, las decisiones de las pequeñas y medianas empresas especialmente en el sector industrial, no están tan informadas y se basan principalmente en un sentimiento visceral. Se considera que la intuición va acompañada de altos niveles de incertidumbre, en comparación con el enfoque de las empresas multinacionales que se basa en estudios de mercado y análisis precisos que son discutidos por una junta de consultores (Cortés, 2019, pág. 136).

2.2.6. Participación de empleados

Los empleados de las pymes y empresas grandes reciben diferentes exposiciones y oportunidades en su campo de trabajo. Si bien las grandes empresas tienen la oportunidad de ser más especializadas y, por lo tanto, consideradas expertas, los empleados de las pequeñas y medianas empresas, especialmente del sector industrial emergente se abstienen de ese tema debido a las diversas responsabilidades que recaen sobre sus hombros, lo que hace que sea menos probable que desarrollen altos niveles de experiencia en un campo en particular. Los empleados de las pymes a menudo carecen de la oportunidad de asistir a talleres, capacitación industrial supervisada y mentores, lo que resulta en una falta de participación de los empleados (Márquez, 2020, pág. 96).

2.2.7. Alianzas y colaboración

Las estrategias de colaboración se consideran esenciales para el éxito de una empresa en pleno proceso de innovación y desarrollo tecnológico como se prevé en la implementación de la industria 4.0 para una fábrica inteligente. Sin embargo, las pymes muestran un bajo nivel de alianza con institutos de investigación y universidades, dependiendo de aprender de su experiencia personal debido a su escasez de acceso al conocimiento compartido.

Las pymes a menudo centran su conocimiento en dominios específicos, mientras que las empresas grandes amplían su conocimiento en diversas áreas, lo que hace que las pequeñas y medianas empresas del sector industrial subcontraten varias actividades importantes; agregando el hecho de que las pymes tienen menos productos para administrar, lo que resulta en redes colaborativas más débiles (Mendoza, Solano, Palencia, & García, 2018, pág. 82).

2.3. Síntesis de la literatura

La revisión teórica ha demostrado que el uso de elementos de desarrollo e innovación tecnológica en la industria permite establecer una estrategia de implementación relacionada con la cuarta revolución industrial. Dicha estrategia puede ayudar a las pequeñas y medianas empresas de fabricación y manufactura a aplicar mejoras necesarias por etapas, para superar la barrera financiera que a menudo enfrentan durante el proceso de transformación.

En la actualidad, existe una estrategia de implementación desarrollada en la literatura que ha demostrado ser capaz de evaluar el nivel de madurez actual de una pyme en diferentes dimensiones y proporcionar un aspecto de desarrollo adecuado. Esto se refleja en las perspectivas de una innovación adecuada para una gestión de calidad en la productividad eficiente, y con ello, generar una estrategia de implementación que prioriza las dimensiones más influyentes de la facilidad de transformación a la innovación.

La literatura actual se basa completamente en los procesos de evaluación para la implementación de la estrategia. En otras palabras, se basa en el estado de la empresa desde el punto de vista de la madurez, el proceso de trabajo y la estabilidad de su mercado para la implementación del proceso de I4.0. Esto implica que, para implementar la estrategia de manera efectiva, es necesario evaluar cuidadosamente la situación de la empresa en términos de tecnología, organización, proceso y personas.

La cuarta revolución industrial es un concepto que se refiere a la integración de tecnologías como el Internet de las cosas (IoT), la computación en la nube, la inteligencia artificial (IA) y el análisis de grandes datos para optimizar los procesos de fabricación y mejorar la calidad del producto. Sin embargo, para las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), el costo de implementar estas tecnologías puede ser una barrera significativa.

La estrategia de implementación mencionada anteriormente puede ser una solución efectiva para que las pequeñas y medianas empresa, superen esta barrera financiera. Al aplicar la estrategia por etapas, las pymes pueden implementar mejoras necesarias sin incurrir en un gasto excesivo. Además, al priorizar las dimensiones más influyentes de la facilidad de transformación a la innovación, las pymes pueden obtener el máximo beneficio de la inversión realizada.

Otro beneficio importante de esta estrategia de implementación es que permite a las pymes evaluar su nivel de madurez actual en diferentes dimensiones. Esto significa que las pequeñas y medianas empresas pueden identificar las áreas en las que necesitan mejorar y desarrollar un plan de acción adecuado. Al hacerlo, las pymes pueden aumentar su competitividad en el mercado y mejorar su productividad y calidad del producto.

Por tanto, la estrategia de implementación relacionada con la cuarta revolución industrial es una herramienta útil para que las pymes de fabricación y manufactura implementen mejoras necesarias sin incurrir en un gasto excesivo. La evaluación cuidadosa de la situación de la empresa en términos de tecnología, organización, proceso y personas es fundamental para implementar la estrategia de manera efectiva. Al hacerlo, las pymes pueden aumentar su competitividad en el mercado, mejorar su productividad y calidad del producto y estar preparadas para enfrentar los desafíos de la cuarta revolución industrial y aprovechar sus oportunidades. La implementación de tecnologías de la industria 4.0 puede ser un proceso complejo y costoso, pero la estrategia de implementación por etapas basada en la evaluación de la madurez de la empresa puede facilitar el proceso y hacerlo más accesible para las pequeñas y medianas empresas.

Otro aspecto importante a considerar es la capacitación del personal. La implementación de tecnologías de la industria 4.0 implica una transformación cultural en la empresa y requiere habilidades y conocimientos técnicos avanzados. Es importante que las pymes capaciten a su personal para que estén preparados para utilizar las nuevas tecnologías y aprovechar al máximo sus beneficios.

Además, la estrategia de implementación debe ser flexible y adaptable a las necesidades específicas de cada empresa. No todas las pymes tienen las mismas necesidades o recursos disponibles, por lo que la estrategia debe ser personalizada para cada caso. Es importante que las pymes trabajen con expertos en el tema para desarrollar una estrategia adecuada a sus necesidades y recursos.

En síntesis, la revisión teórica ha demostrado que la implementación de elementos de desarrollo e innovación tecnológica en la industria puede ayudar a las pymes de fabricación y manufactura a superar la barrera financiera que a menudo enfrentan durante el proceso de transformación hacia la industria 4.0. La estrategia de implementación por etapas basada en la evaluación de la madurez de la empresa es una herramienta útil para lograr esto. Sin embargo, es importante que las pymes capaciten a su personal y desarrollen una estrategia personalizada y adaptable a sus necesidades y recursos para aprovechar al máximo los beneficios de la cuarta revolución industrial.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptivo – observacional, considerando que se describe el escenario situacional actual del sector industrial pyme en el cantón Quevedo, para conocer los procesos operativos de innovación y desarrollo, a través de la implementación y utilización de las tecnologías de la industria 4.0 en el sector productivo local pyme de la industria textil. Con ello, se prevé realizar una observación de los datos estadísticos de ejecución productiva que aporta la innovación tecnológica de la industria y a partir de este punto, establecer la madurez e influencia del sector pyme y con ello, definir las bases para la propuesta de estudio.

3.2. Enfoque de investigación

La investigación presenta un enfoque cualitativo – cuantitativo, debido a que se cualifica la información referencial de la literatura actual, en referencia a la implementación de la I4.0, en el desarrollo industrial, innovación y maximización recursos. Asimismo, es cuantitativa, debido a que se cuantifican los datos del sector industrial pyme de la industria textil del cantón Quevedo, a través de preguntas cerradas aplicadas de manera directa sobre los representantes de las organizaciones que son parte del sector industrial textil pyme en la localidad de Quevedo y alrededores.

3.3. Población y muestra

La población se establece sobre los representantes del sector industrial textil pyme del cantón Quevedo, que, según datos del Cámara de la Pequeña Industria, se establecía en 1,057 personas relacionadas de manera directa al ejercicio laboral de estas actividades productivas, de las cuales solo un pequeño porcentaje se encuentran afiliadas a la organización sectorial en Quevedo para la provincia de Los Ríos (Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos, 2021). Para ello, se realizó un análisis estadístico de la muestra, y así definir el número de personas sobre la población, para la definición de una muestra acorde a los datos de desarrollo del sector pyme industrial local. La muestra se ha obtenido de la aplicación de la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

A continuación, se detalla cada uno de los elementos que contiene la fórmula, con la finalidad de luego realizar su respectivo cálculo con un margen de error del 5%, donde:

N = Población 1,057

Z = Nivel de confianza 95%

p = Probabilidad de que el evento ocurra 0,5

q = Probabilidad de que el evento no ocurra 0,5

d = Error de estimación 0,5

$$n = \frac{1,057 * (1,96^2) * 0,5 * 0,5}{(0,05)^2 * (1,057 - 1) + (1,96)^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{1,057 * (3,84) * (0,5) * (0,5)}{(0,0025) * (1,056) + (3,84) * (0,5) * (0,5)}$$

$$n = \frac{1,014,72}{3,6} \quad n = 282 \text{ encuestas}$$

En consecuencia, se realizarán 282 encuestas en los trabajadores afiliados de la Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos, específicamente en las organizaciones representantes de organizaciones textiles de fábrica pyme de Quevedo, para poder conocer el estado situacional actual, en los procesos operativos de producción de las pymes, para estimar el escenario de innovación en el que se encuentran.

Asimismo, se realizará una entrevista al Presidente de la Cámara de la pequeña Industria de la localidad y sobre ello, en base a los resultados, poder analizar la influencia de la industria 4.0 en el desarrollo industrial textil, para la maximización de recursos, integrando a las tecnologías actuales del entorno digital, para la ejecución de procesos de manera productiva y acorde a una adecuada gestión de calidad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información

La técnica de recolección de la información es la encuesta, y el instrumento es el cuestionario de preguntas, que se realizará a través de un cuestionario de 10 preguntas cerradas, realizadas de manera preestablecidas, en escala Likert para poder llevar a cabo un adecuado análisis y tabulación de la información, y con ello, poder conocer el escenario actual de innovación y

desarrollo tecnológico para la descripción de procesos de producción actual de las pymes del sector textil. Además, se utilizará un test de preguntas de entrevista, de 10 preguntas, para poder analizar la influencia de la I4.0 como parte de los procesos de transformación industrial en la localidad del cantón Quevedo.

Tabla 1.

Datos para la recolección de la información

Técnica	Detalle	Descripción
Encuesta	Muestra	282 personas adheridas a la CPIQ
	Escala de medición	Likert
	Fecha	Lunes 16 a viernes 20
	Hora	10H00 a 13H00
Entrevista	Presidente de la Cámara de la Pequeña Industria	Ing. Ricardo Andrade
	Fecha	Martes 24 de enero
	Hora	13H30

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Por tanto, las técnicas e instrumentos se utilizan para conocer el proceso actual de producción de las pymes del sector textil en el cantón Quevedo, se establecen en base a la recolección de información, basada en la selección de la muestra anteriormente descrita para poder obtener criterios e información relevante de los procesos actuales de producción. Con ello, se realizó un análisis de datos recopilados a través de la encuesta y en ello, se identifican los patrones y tendencias del proceso actual.

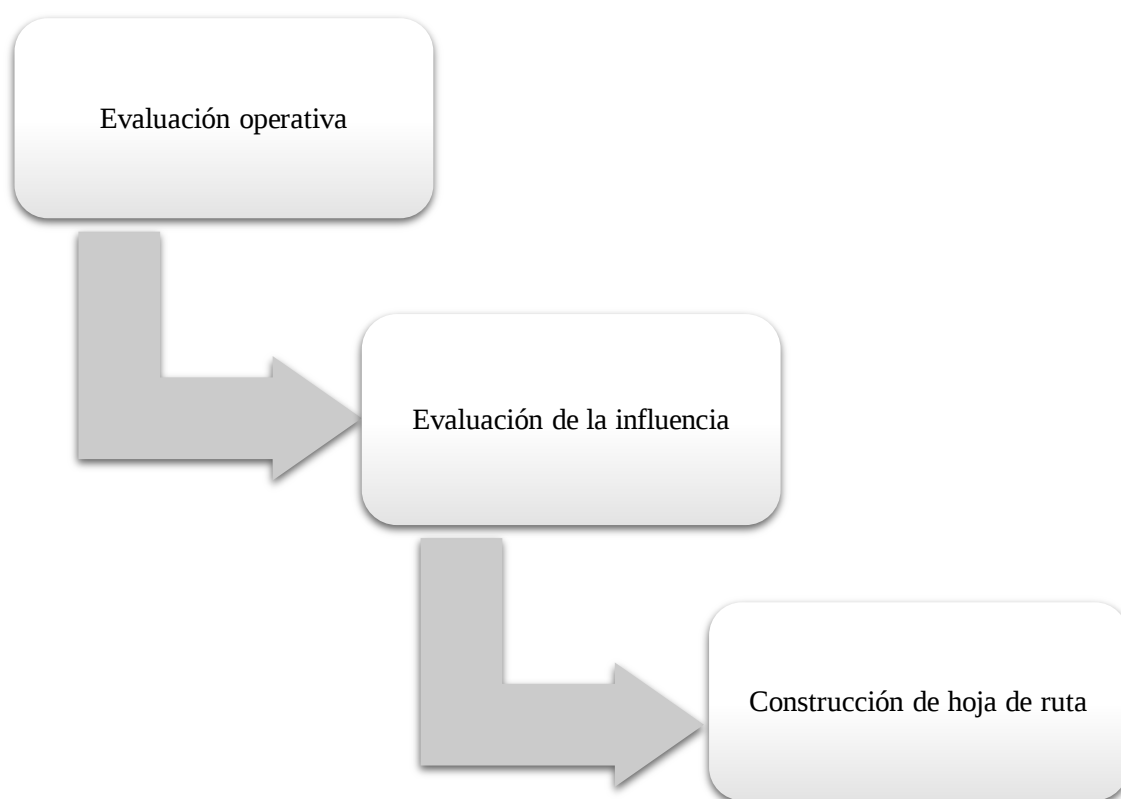
Asimismo, la verificación de datos se establece sobre un escenario estándar de procesos de producción actual, que debe ser contrastado con los resultados de la encuesta y en base a ello poder analizar la influencia de la industria 4.0 en el desarrollo industrial textil para maximización de recursos y gestión de calidad, y sobre esta base poder ejecutar la propuesta de la estrategia de I4.0 que establezca la hoja de ruta de transformación sectorial de este importante sector pyme.

3.5. Fases del proyecto de investigación

Las fases del proyecto de investigación se establecen en la estrategia de implementación de cuatro pasos, para proponer una estrategia de I4.0 que establezca una hoja de ruta de transformación del sector industrial textil para el sector pyme local, considerando los recursos y financiamiento necesario, sobre lo cual se detalla de la siguiente manera:

Figura 8

Fases del proyecto tecnológica



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

En la fase inicial, de evaluación operativa se fundamentan en los resultados obtenidos en la etapa metodológica, basados en la revisión y análisis de los procesos actuales y las operaciones en el sector industrial textil del cantón Quevedo, con el objetivo de identificar áreas de mejora y oportunidades para la aplicación de la tecnología de la industria 4.0. Se realizará un análisis detallado de los procesos, incluyendo la identificación de puntos de ineficiencia y la evaluación de los costos y la eficiencia de la producción. Este análisis también incluirá procesos a integrar para la infraestructura tecnológica y la capacitación del personal actual.

3.5.1. Evaluación operativa

La propuesta de una estrategia de I4.0 para el sector pyme del cantón Quevedo es la evaluación operativa. Esta fase, se basa en análisis detallado de la situación actual de las pequeñas y medianas empresas (resultados de la etapa: descripción del proceso actual de las pymes del sector textil y análisis de la influencia de la I4.0, en el desarrollo industrial textil para la maximización recursos y gestión de calidad productiva) en el sector textil del cantón Quevedo. En esta etapa, se prevé incluir lo siguiente:

- a. Procesos de producción,
- b. Capacidad de innovación
- c. Capacidad de adaptación a las nuevas tecnologías.

Esta evaluación permitirá identificar las fortalezas y debilidades de las pymes en el sector textil y proporcionará información valiosa para la planificación futura. La fase de evaluación operativa es crucial para la propuesta de una estrategia de I4.0 en el sector industrial textil local. Se llevará a cabo un análisis exhaustivo de las operaciones actuales de las pymes, incluyendo su infraestructura, recursos humanos y tecnológicos, para identificar sus fortalezas y debilidades. La evaluación permitirá determinar qué tecnologías y soluciones son más adecuadas para cada pyme y cuáles requieren más inversión.

3.5.2. Evaluación de la influencia

La evaluación de la influencia de la industria 4.0 en el sector textil; en esta fase, se revisarán las tendencias y los impactos de la tecnología en el sector textil a nivel nacional e internacional, y se identificarán las oportunidades y desafíos que enfrentan las pymes en el cantón Quevedo. Esta evaluación permitirá comprender mejor las implicaciones de la industria 4.0 para el sector textil y proporcionará un análisis de encuestas y entrevistas para la construcción de una hoja de ruta de transformación.

3.6 Cronograma

Tabla 2.

Diagrama de Gannt

DIAGRAMA DE GANTT																				
ACTIVIDADES	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Planteamiento de ideas para proyecto	X																			
Elección del tema de Investigación		X																		
Aceptación de la idea " <i>Estrategia de implementación de Tecnologías de la Industria 4.0 en los procesos de transformación operativa para el sector de pequeñas y medianas empresas (pyme) del cantón Quevedo</i> "			X																	
Redacción de la Problemática				X																
Redacción de objetivas				X																
Justificación de Proyecto					X															
Realización de marco Teórico						X	X													
Primera Revisión de Proyecto							X													
Definición de Metodología, Recursos a utilizar etc.								X	X											
Cumplimiento con los objetivos									X											
Segunda revisión de Proyecto										X										
Elaboración de Objetivos faltantes											X	X	X							
Ultima revisión de proyecto													X							
Entrega de Proyecto a docentes														X						
Corredones propuesta por las autoridades															X					
Revisión de correcciones																X				
Sustentación de Proyecto																		X	X	

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Descripción del proceso de producción actual de las pymes del sector textil en el cantón Quevedo

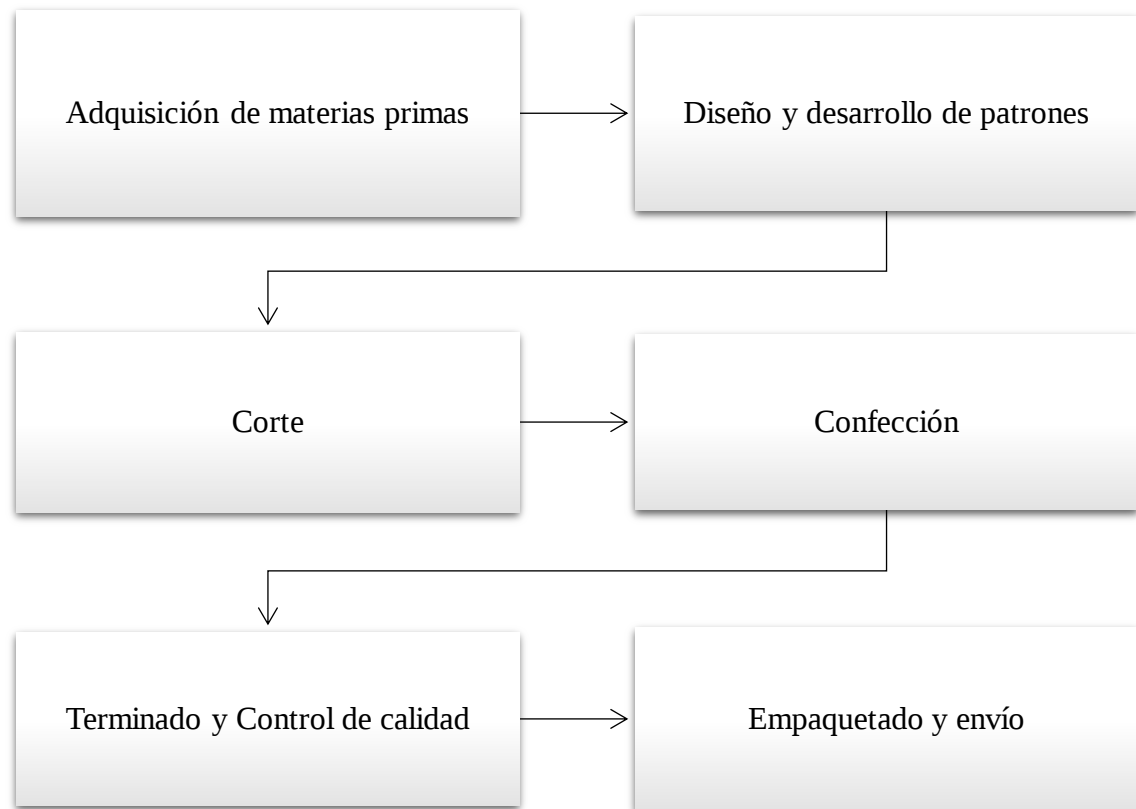
El proceso de producción en las pequeñas y medianas empresas (pymes) del sector textil del cantón Quevedo, incluye una serie de etapas que van desde la adquisición de materias primas hasta el envío del producto terminado al cliente (Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos, 2021). El proceso de producción en las pymes del sector textil del cantón Quevedo se compone de varias etapas que comienzan con la adquisición de materias primas y finalizan con el envío del producto terminado al cliente. Según la Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos (2021), las principales etapas del proceso son las siguientes:

- a. **Adquisición de materias primas:** en esta etapa, las pymes adquieren los materiales necesarios para la producción de sus productos. En general, se utilizan telas y otros insumos como hilos, botones, cierres y accesorios.
- b. **Diseño:** una vez que se tienen las materias primas, se procede al diseño de los productos. En esta etapa se definen los modelos, tallas y colores de las prendas a producir.
- c. **Corte:** en esta etapa se cortan las telas y se preparan las piezas para la confección de las prendas.
- d. **Confección:** es la etapa en la que se ensamblan las piezas cortadas para dar forma a las prendas. En esta etapa también se realizan los acabados y detalles necesarios para el producto final.
- e. **Acabados:** una vez que las prendas están ensambladas, se realizan los acabados finales como la colocación de etiquetas, planchado y empaque.
- f. **Control de calidad:** antes de enviar los productos al cliente, se realiza una revisión de calidad para asegurar que los productos cumplan con los estándares establecidos.
- g. **Envío al cliente:** finalmente, las prendas son enviadas al cliente.

A continuación, se describen las principales etapas del proceso de producción en las pymes del sector textil:

Figura 8.

Descripción del proceso de producción actual



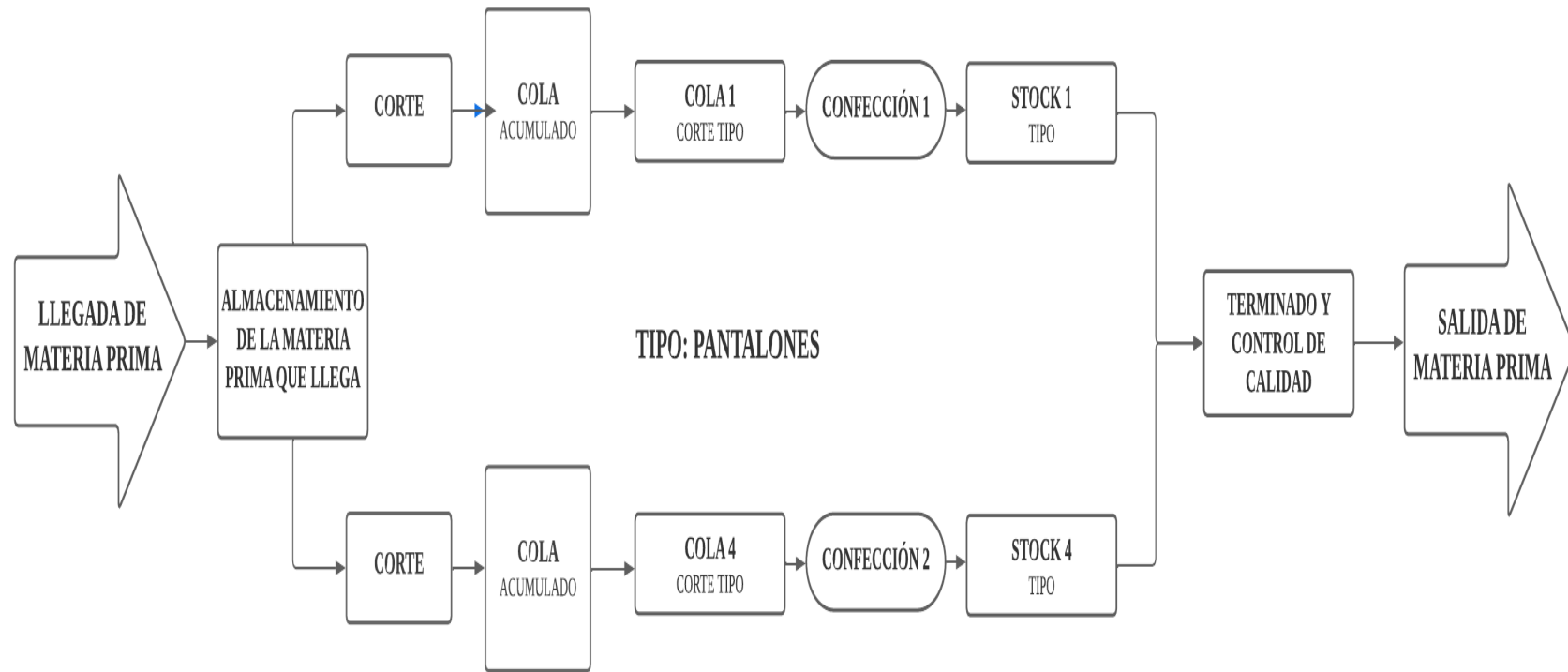
FUENTE: (Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos, 2021)

Aunque el proceso de producción en las pymes del sector textil del cantón Quevedo es bastante tradicional, en los últimos años se han ido incorporando tecnologías y procesos más modernos. Por ejemplo, algunas pymes han comenzado a utilizar máquinas de corte y confección computarizadas que permiten una mayor precisión y rapidez en la producción. Además, se han incorporado herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) que permiten una mayor flexibilidad en el diseño de las prendas.

En cuanto a los materiales utilizados, la mayoría de las pymes del sector textil del cantón Quevedo utilizan telas de algodón, poliéster y mezclas de ambos. También se utilizan otros materiales como encajes, elásticos y cierres. En base a ello, a continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de producción actual:

Figura 9.

Diagrama de flujo del proceso de producción actual en las pymes del cantón Quevedo



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

En cuanto al análisis del proceso de producción actual en las pymes del sector textil del cantón Quevedo, se puede observar que es un proceso bastante tradicional y manual. Esto puede limitar la eficiencia y capacidad de producción de las pymes, lo que puede afectar su competitividad en el mercado. Sin embargo, la incorporación de tecnologías y procesos más modernos puede ayudar a mejorar la eficiencia y capacidad de producción de las pymes. Además, la calidad de los materiales utilizados es un factor importante para la calidad del producto final, por lo que es importante que las pymes seleccionen proveedores confiables y de calidad. Por tanto, el proceso de producción en las pymes del sector textil del cantón Quevedo presenta oportunidades de mejora que pueden ayudar a mejorar la eficiencia y calidad de los productos.

Por otro lado, se puede observar que el proceso de producción en las pymes del sector textil del cantón Quevedo está altamente influenciado por el factor humano. La habilidad y destreza de los trabajadores son esenciales para la realización de un producto de calidad y para mantener una alta productividad. Es importante que las pymes brinden capacitación constante a sus trabajadores para que estén actualizados en las últimas técnicas y tecnologías de producción.

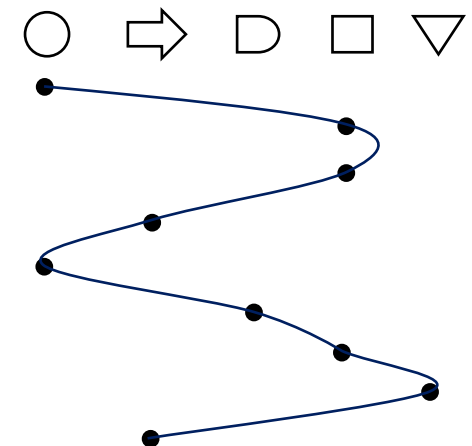
Además, se puede destacar la importancia del control de calidad en el proceso de producción. La revisión constante de los productos y procesos puede ayudar a detectar errores o deficiencias en el proceso, lo que permite corregirlos oportunamente y mejorar la calidad de los productos. Otro aspecto importante es la implementación de prácticas sostenibles en el proceso de producción. Las pymes pueden utilizar materiales y procesos más amigables con el medio ambiente, lo que puede mejorar su reputación y atraer a un segmento de consumidores cada vez más preocupados por el impacto ambiental de los productos que adquieren.

En consecuencia, el proceso de producción en las pymes del sector textil del cantón Quevedo es tradicional y manual, pero se pueden implementar mejoras para mejorar la eficiencia y calidad de los productos. La incorporación de tecnologías y procesos más modernos, la capacitación constante de los trabajadores, el control de calidad y la implementación de prácticas sostenibles pueden ayudar a las pymes a mejorar su competitividad en el mercado y a adaptarse a las demandas de los consumidores modernos. A continuación, se presenta la descripción del cursograma analítico del proceso de producción textil.

Tabla 3.

Descripción del cursograma de producción actual

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO DE PRODUCCION TEXTILES				
DIAGRAMA-1, HOJA-1	ACTIVIDAD			
OBJETIVO: Análisis de proceso de producción textil ACTIVIDAD: Proceso de producción MÉTODO ACTUAL	OPERACIÓN			○
	TRANSPORTE			➡
	ESPERA			⌋
	INSPECCIÓN			□
	ALMACENAMIENTO			▽
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SIMBOLO
Llegada de materia prima				○
Verificación de zona de materia prima			1	
Se procede a cortar las telas			2	
Transportar la tela para confección		1	2	➡
Se procede a confeccionar las prendas			15	
Espera de prendas confeccionadas		3	3	⌋
Verificación de calidad de confección			5	
Almacenaje de prendas confeccionadas			2	□
Salida de producto terminado				▽
TOTAL		4 m	40 min	



ELABORADO POR: HÉCTOR PINCAY

Por tanto, la descripción del proceso de producción actual en el sector textil pyme del cantón Quevedo, se define de manera detallada sobre el siguiente proceso de desarrollo para la ejecución de los procesos en el sector:

1. **Adquisición de materias primas:** La adquisición de materias primas es una de las etapas más importantes en el proceso de producción. Las pymes del sector textil adquieren telas, hilos, botones y otros materiales necesarios para la producción de prendas de vestir.
2. **Diseño y desarrollo de patrones:** El siguiente paso es el diseño y desarrollo de patrones. Los diseñadores de moda utilizan software especializado para crear patrones y modelos para la prenda que se desea producir.
3. **Corte:** En la etapa de corte, se cortan las telas y los materiales según los patrones diseñados. Este proceso requiere habilidades manuales y una gran precisión para garantizar un corte uniforme y sin errores.
4. **Confección:** En la etapa de confección, se ensamblan las piezas cortadas para crear la prenda terminada. Este proceso incluye la costura, la adición de botones y cierres, y otros acabados necesarios.
5. **Control de calidad:** Después de la confección, se realiza un control de calidad para asegurarse de que la prenda cumple con los estándares de calidad establecidos.
6. **Empaquetado y envío:** Finalmente, las prendas terminadas se empaquetan y se envían a los clientes o se almacenan en inventario para su venta posterior.

Es importante destacar que el proceso de producción en las pymes del sector textil puede variar de una empresa a otra dependiendo de la escala de producción, el tipo de prenda que se produce y otros factores. Sin embargo, estas son las etapas generales que se siguen en la producción de prendas de vestir en las pymes del sector textil. Este proceso detallado de producción en el sector textil pyme puede ser mejorado y optimizado a través de la implementación de la industria 4.0 y la utilización de tecnologías avanzadas, como la automatización y la robótica, para una mayor eficiencia y mejora en la calidad del producto. También pueden ser implementados sistemas de gestión de la calidad, como ISO 9001, para asegurar una producción constante y eficiente. La formación y capacitación de los trabajadores en el uso de estas tecnologías y sistemas puede ser clave para maximizar los recursos y lograr una producción más sostenible y eficiente.

En consecuencia, el proceso de producción actual de las pequeñas y medianas empresas (pymes) del sector textil en el cantón Quevedo puede ser descrito como un proceso que combina tanto tecnologías modernas como técnicas manuales. Según los resultados de las encuestas, un 44,3% de los trabajadores están parcialmente de acuerdo con el uso de tecnología en el proceso de producción, lo que indica que una parte de la producción está automatizada.

Además, la mayoría de los trabajadores (64%) considera que la cantidad de mano de obra es adecuada, lo que sugiere que aún se requiere una cantidad significativa de trabajo manual en el proceso. En general, los resultados de las encuestas muestran una percepción dividida sobre el proceso de producción actual en el sector textil de Quevedo. Aunque hay un cierto nivel de satisfacción con la cantidad de mano de obra y la organización y planificación, también hay una necesidad clara de mejorar en la eficiencia del tiempo de producción y el uso de tecnología.

4.3.2. Análisis de la influencia de la industria 4.0 en el desarrollo textil para maximización de recursos y gestión de calidad productiva

La industria 4.0 es una evolución tecnológica que está transformando la forma en que se realiza la producción en una amplia variedad de sectores, incluyendo el textil. La adopción de tecnologías avanzadas como la automatización, la robótica, la inteligencia artificial y la conectividad en la producción textil está mejorando la eficiencia, la flexibilidad y la calidad de los productos finales. En el sector textil, la implementación de tecnologías de la industria 4.0 está permitiendo a las empresas mejorar la maximización de recursos y la gestión de calidad productiva.

La automatización, por ejemplo, está reduciendo los tiempos de producción y mejorando la precisión de los procesos, lo que a su vez está aumentando la eficiencia y la productividad de las fábricas. La robótica está permitiendo una mayor flexibilidad en la producción, permitiendo a las empresas producir productos más personalizados y adaptados a las necesidades específicas de cada cliente.

La inteligencia artificial está permitiendo a las empresas monitorear en tiempo real la producción, identificar problemas y proporcionar soluciones rápidas y efectivas. Además, la

conectividad en tiempo real está permitiendo a las empresas colaborar con proveedores y clientes de manera más eficiente, lo que está mejorando la calidad productiva y aumentando la satisfacción del cliente. Sin embargo, la adopción de tecnologías de la industria 4.0 en el sector textil también está enfrentando barreras importantes. Una de las barreras más importantes es el costo de la tecnología, que puede ser un obstáculo para las pequeñas y medianas empresas. Además, la falta de conocimiento y capacitación en tecnología puede ser un obstáculo para la adopción efectiva de tecnologías avanzadas.

Por lo tanto, para aprovechar al máximo la influencia de la industria 4.0 en el desarrollo textil, se recomienda a las pequeñas y medianas empresas investigar y educarse sobre las tecnologías disponibles y cómo pueden ser aplicadas en su producción. Además, es importante considerar la colaboración con proveedores y clientes para mejorar la comunicación y la colaboración en la producción.

Asimismo, las pymes deben considerar la inversión en tecnología de la industria 4.0 como una inversión a largo plazo, ya que puede mejorar significativamente su eficiencia, productividad y calidad. La tecnología de la industria 4.0 también ofrece a las pymes la oportunidad de mejorar su capacidad de innovación, permitiéndoles desarrollar productos más avanzados y personalizados.

En el contexto de la industria textil, la Industria 4.0 ofrece múltiples beneficios para maximizar los recursos y mejorar la calidad productiva. A continuación, se describen algunos de los principales impactos de la Industria 4.0 en el sector textil:

- a. **Automatización de procesos:** La automatización de procesos permite la eliminación de tareas manuales y la optimización de la producción, lo que se traduce en una mayor eficiencia y calidad. Por ejemplo, la implementación de robots para tareas de corte y costura, así como para la manipulación de tejidos y telas, puede reducir los errores humanos y aumentar la velocidad de producción.
- b. **Recopilación de datos y análisis en tiempo real:** La recopilación de datos en tiempo real permite la toma de decisiones informadas y basadas en datos, lo que ayuda a maximizar los recursos y mejorar la calidad productiva. Por ejemplo, el seguimiento en tiempo real del consumo de energía y materias primas puede permitir ajustar los procesos para minimizar el desperdicio y reducir los costos.

c. **Mejora de la trazabilidad y calidad:** La Industria 4.0 permite una mayor trazabilidad y control de calidad en la producción textil. La implementación de sensores y dispositivos IoT en los productos textiles permite la recopilación de datos de rendimiento en tiempo real, lo que permite una mejor comprensión de cómo los productos se comportan en el mundo real y cómo se pueden mejorar.

Por lo tanto, para maximizar la influencia de la industria 4.0 en el sector textil, es necesario un enfoque estratégico que tenga en cuenta tanto la tecnología como los aspectos humanos y organizacionales de la adopción.

Es importante considerar la formación y capacitación de los trabajadores, la planificación estratégica y la colaboración con proveedores y clientes para aprovechar al máximo la influencia de la industria 4.0 en el sector textil.

La implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en la producción textil puede mejorar significativamente la eficiencia y calidad del proceso. La automatización de procesos mediante robots reduce los errores humanos y aumenta la velocidad de producción. La recopilación de datos en tiempo real permite tomar decisiones informadas y optimizar el uso de los recursos.

Además, la implementación de sensores y dispositivos IoT permite una mejor trazabilidad y control de calidad en la producción, lo que permite una mejor comprensión del rendimiento de los productos textiles en el mundo real. En resumen, la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en la producción textil ofrece beneficios significativos que pueden mejorar la eficiencia y calidad del proceso.

4.3.2.1. Presentación de encuesta.

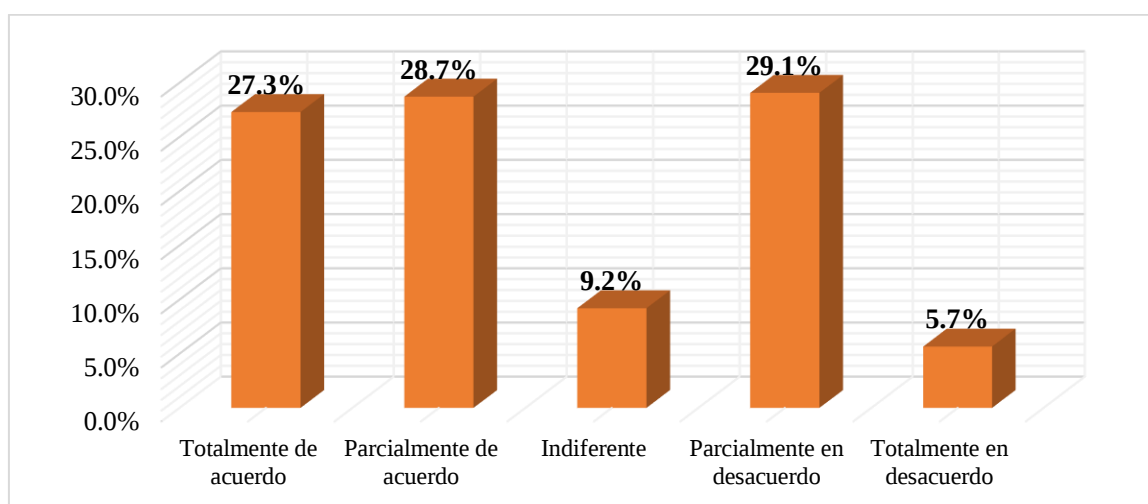
La presentación de la encuesta se ha desarrollado sobre preguntas preestablecidas, cerradas, determinadas en escala Likert, como se puede revisar a continuación.

1. Primera pregunta de encuesta

¿Está de acuerdo con la eficiencia en la gestión del proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?

Figura 10.

Resultados de eficiencia en la gestión del proceso de producción



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Tabla 4.

Descripción porcentual de resultados de eficiencia de procesos de producción

No.	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	Totalmente de acuerdo	77	27,3%
2	Parcialmente de acuerdo	81	28,7%
3	Indiferente	26	9,2%
4	Parcialmente en desacuerdo	82	29,1%
5	Totalmente en desacuerdo	16	5,7%
Total		282	100%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Análisis

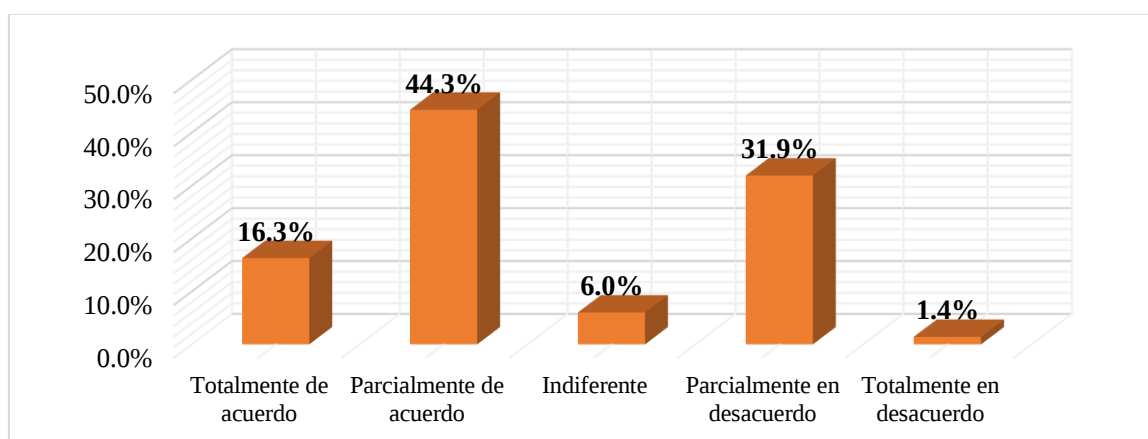
Los resultados del análisis indican que un 56% de los trabajadores del sector pyme industrial textil en Quevedo están de acuerdo o parcialmente de acuerdo con el proceso de producción actual. Sin embargo, un 34,2% está parcialmente o totalmente en desacuerdo. Solo un 9,2% se muestra indiferente. Estos resultados sugieren que existe una necesidad de mejorar algunos aspectos del proceso de producción en el sector textil de Quevedo.

2. Segunda pregunta de encuesta

¿Considera que el uso de tecnología es adecuado en el proceso actual de producción en las pymes del sector textil del cantón Quevedo?

Figura 11.

Resultados de uso de tecnología actual en el proceso de producción



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Tabla 5.

Descripción porcentual de uso de tecnología en el proceso actual de producción

No.	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	Totalmente de acuerdo	46	16,3%
2	Parcialmente de acuerdo	125	44,3%
3	Indiferente	17	6,0%
4	Parcialmente en desacuerdo	90	31,9%
5	Totalmente en desacuerdo	4	1,4%
Total		282	100%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Análisis

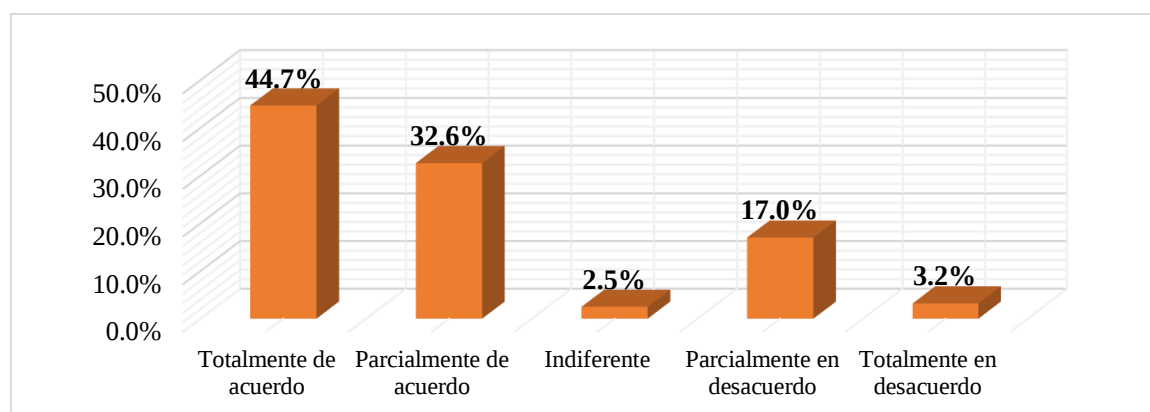
El análisis de las respuestas de 282 trabajadores del sector pyme textil en Quevedo revela que la mayoría de los encuestados (44,3%) está parcialmente de acuerdo con el proceso de producción actual en el sector. Mientras que una porción significativa (31,9%) está parcialmente en desacuerdo. Solo un pequeño porcentaje (1,4%) se encuentra totalmente en desacuerdo. Aunque una minoría (16,3%) se muestra totalmente de acuerdo; estos resultados sugieren que, aunque existe un nivel general de satisfacción con la producción actual, también existen ciertas preocupaciones y desafíos que deben ser abordados.

3. Tercera pregunta de encuesta

¿Está satisfecho con la organización y planificación en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?

Figura 12.

Resultados de uso de nivel de satisfacción con la organización y planificación de procesos



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Tabla 6.

Descripción porcentual de satisfacción en organización y planificación de procesos

No.	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	Totalmente de acuerdo	126	44,7%
2	Parcialmente de acuerdo	92	32,6%
3	Indiferente	7	2,5%
4	Parcialmente en desacuerdo	48	17,0%
5	Totalmente en desacuerdo	9	3,2%
Total		282	100%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Análisis

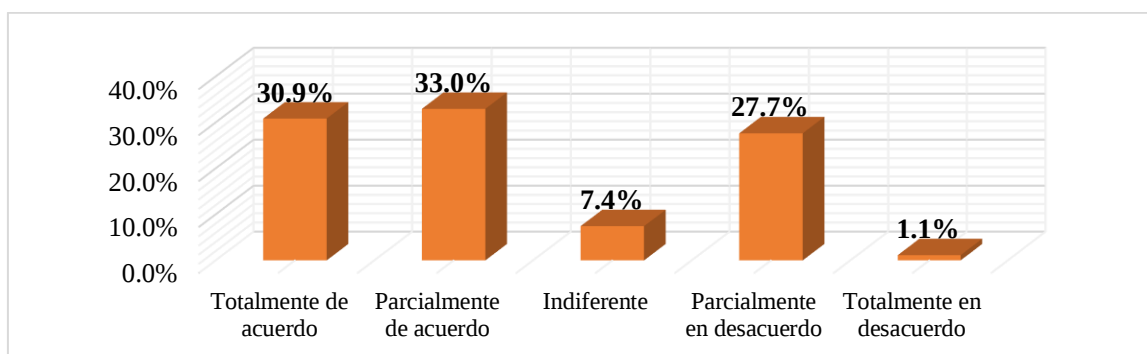
El análisis de las respuestas de las 282 personas trabajadoras del sector pyme industrial textil en el cantón Quevedo, indica una mayoría de 60,6% de satisfacción con la organización y planificación en el proceso de producción. Sin embargo, un 31,9% expresó insatisfacción parcial y solo un 1,4% se mostró totalmente insatisfecho. Esto sugiere que aún existe un margen de mejora en la organización y planificación en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo.

4. Cuarta pregunta de encuesta

¿Cree que se utiliza una cantidad adecuada de mano de obra en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?

Figura 13.

Resultados de uso de mano de obra en el proceso de producción



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Tabla 7.

Descripción porcentual de uso adecuado de mano de obra en el proceso de producción

No.	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	Totalmente de acuerdo	87	30,9%
2	Parcialmente de acuerdo	93	33,0%
3	Indiferente	21	7,4%
4	Parcialmente en desacuerdo	78	27,7%
5	Totalmente en desacuerdo	3	1,1%
Total		282	100%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Análisis

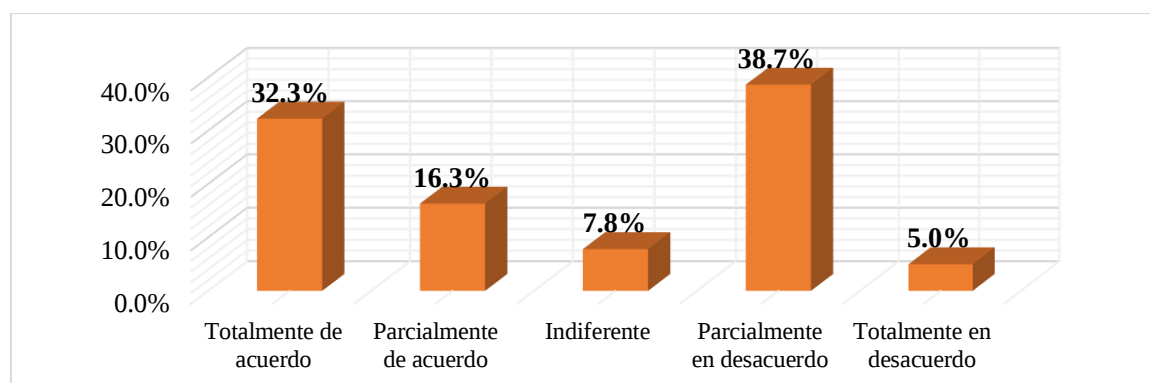
El análisis de las respuestas de los trabajadores del sector pyme de la industria textil en Quevedo, sobre la cantidad de mano de obra utilizada en el proceso de producción, muestra una opinión positiva. Más de la mitad de los encuestados (64%) están totalmente o parcialmente de acuerdo en que la cantidad de mano de obra es adecuada. Sin embargo, un número significativo (29,8%) está parcialmente o totalmente en desacuerdo, lo que sugiere un margen de mejora en este aspecto.

5. Quinta pregunta de encuesta

¿Considera que el tiempo de producción es eficiente en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?

Figura 14.

Resultados de tiempo de producción eficiente



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Tabla 8.

Descripción porcentual de tiempo eficiente en la productividad

No.	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	Totalmente de acuerdo	91	32,3%
2	Parcialmente de acuerdo	46	16,3%
3	Indiferente	22	7,8%
4	Parcialmente en desacuerdo	109	38,7%
5	Totalmente en desacuerdo	14	5,0%
Total		282	100%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Análisis

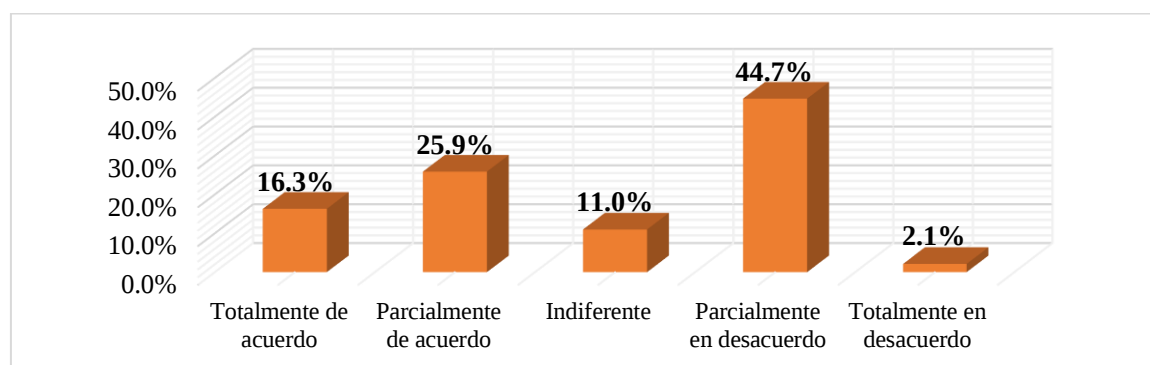
El análisis de las respuestas de los trabajadores del sector textil en Quevedo sobre la eficiencia del tiempo de producción en las pymes revela una percepción dividida. Mientras que una tercera parte de los encuestados está totalmente de acuerdo en que el tiempo de producción es eficiente, casi el doble de ellos se encuentra parcialmente en desacuerdo. Además, un pequeño porcentaje de encuestados se muestra indiferente a la eficiencia del tiempo de producción, y una proporción similar de personas totalmente en desacuerdo. Esto sugiere que existe una necesidad de mejorar la eficiencia del tiempo de producción en las pymes textiles en Quevedo.

6. Sexta pregunta de encuesta

¿Está satisfecho con los recursos disponibles en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?

Figura 15.

Resultados de satisfacción con recursos disponibles para el proceso de producción



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Tabla 9.

Descripción porcentual de satisfacción de recursos para procesos de producción

No.	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	Totalmente de acuerdo	46	16,3%
2	Parcialmente de acuerdo	73	25,9%
3	Indiferente	31	11,0%
4	Parcialmente en desacuerdo	126	44,7%
5	Totalmente en desacuerdo	6	2,1%
Total		282	100%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Análisis

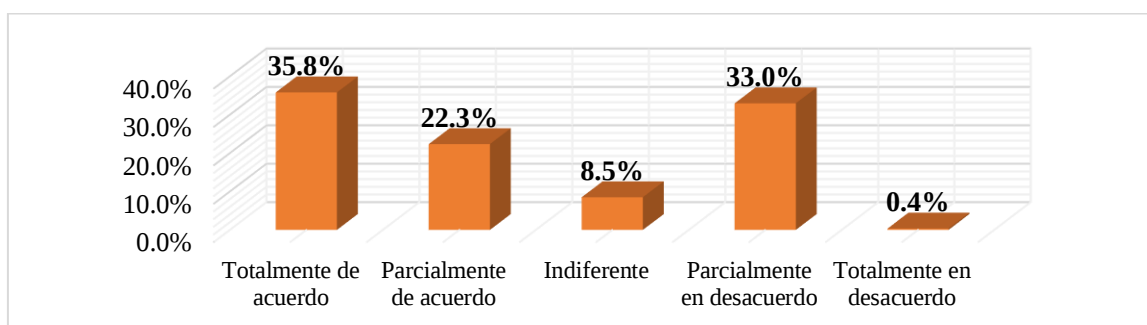
Según la encuesta realizada a 282 trabajadores del sector pyme industrial textil de Quevedo, la mayoría de los trabajadores (70.0%) no están completamente satisfechos con los recursos disponibles en el proceso de producción. El 16,3% de los trabajadores están totalmente de acuerdo con la disponibilidad de recursos, mientras que el 25,9% están parcialmente de acuerdo. Por otro lado, el 44,7% de los trabajadores están parcialmente en desacuerdo y el 2,1% totalmente en desacuerdo con la disponibilidad de recursos. Estos resultados sugieren que los trabajadores no están completamente satisfechos con los recursos disponibles en la producción.

7. Séptima pregunta de encuesta

¿Está de acuerdo con la calidad de los materiales utilizados en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?

Figura 16.

Resultados de calidad de materiales utilizados en el proceso de producción



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Tabla 10.

Descripción porcentual de calidad de materiales utilizados en el proceso de producción

No.	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	Totalmente de acuerdo	101	35,8%
2	Parcialmente de acuerdo	63	22,3%
3	Indiferente	24	8,5%
4	Parcialmente en desacuerdo	93	33,0%
5	Totalmente en desacuerdo	1	0,4%
Total		282	100%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Análisis

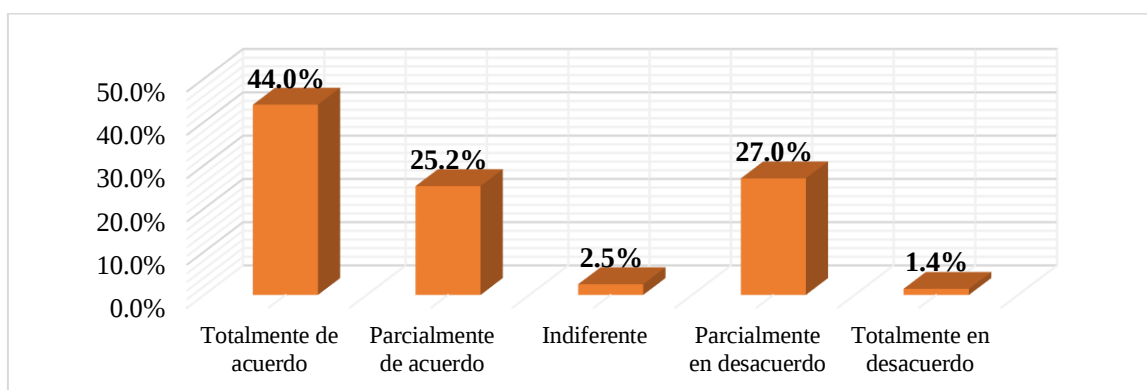
Un análisis de las respuestas de los trabajadores del sector pyme industrial textil de Quevedo, sobre su opinión acerca de la calidad de los materiales utilizados en el proceso de producción, muestra un resultado positivo. Un 35,8% está totalmente de acuerdo con la calidad de los materiales, mientras un 22,3% está parcialmente de acuerdo. Sin embargo, un 33,0% está parcialmente en desacuerdo con la calidad de los materiales, y solo un 0,4% está totalmente en desacuerdo. Esto sugiere que la mayoría de los trabajadores está satisfecha con la calidad de los materiales utilizados en el proceso de producción, aunque también hay una proporción significativa que está insatisfecha.

8. Octava pregunta de encuesta

¿Considera que se cumplen los estándares de seguridad en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?

Figura 17.

Resultados de cumplimiento de estándares de seguridad en el proceso de producción



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Tabla 11.

Descripción porcentual de cumplimiento de estándares de seguridad

No.	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	Totalmente de acuerdo	124	44,0%
2	Parcialmente de acuerdo	71	25,2%
3	Indiferente	7	2,5%
4	Parcialmente en desacuerdo	76	27,0%
5	Totalmente en desacuerdo	4	1,4%
Total		282	100%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Análisis

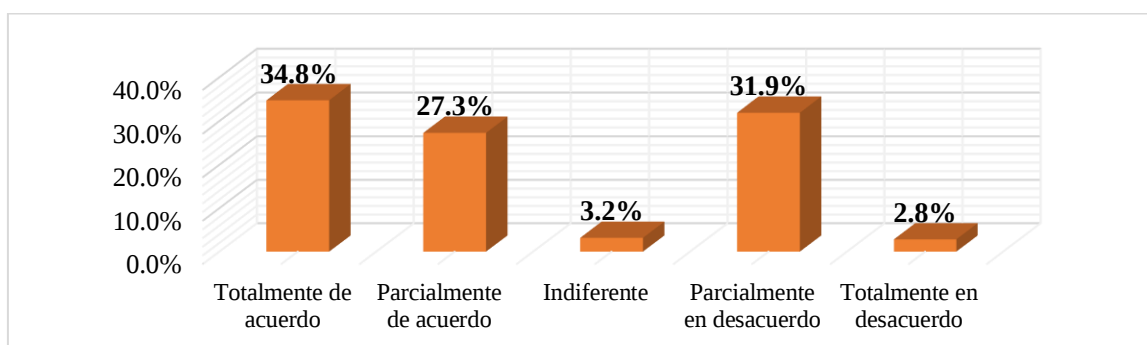
Las respuestas de los trabajadores del sector textil de Quevedo sugieren que la mayoría (69%) considera que se cumplen los estándares de seguridad en el proceso de producción en las pymes del sector textil, mientras que un 28,4% está parcialmente de acuerdo o en desacuerdo. Un 2,5% se considera indiferente. En términos de satisfacción con los estándares de seguridad, los resultados muestran una opinión positiva, ya que el 44% está totalmente de acuerdo. Sin embargo, cabe destacar que todavía hay una pequeña porción de trabajadores que están en desacuerdo o insatisfechos con los estándares de seguridad en el proceso de producción.

9. Novena pregunta de encuesta

¿Está de acuerdo con la supervisión y control en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?

Figura 18.

Resultados de supervisión y control en el proceso de producción



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Tabla 12.

Descripción porcentual de supervisión y control en el proceso de producción

No.	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	Totalmente de acuerdo	98	34,8%
2	Parcialmente de acuerdo	77	27,3%
3	Indiferente	9	3,2%
4	Parcialmente en desacuerdo	90	31,9%
5	Totalmente en desacuerdo	8	2,8%
Total		282	100%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Análisis

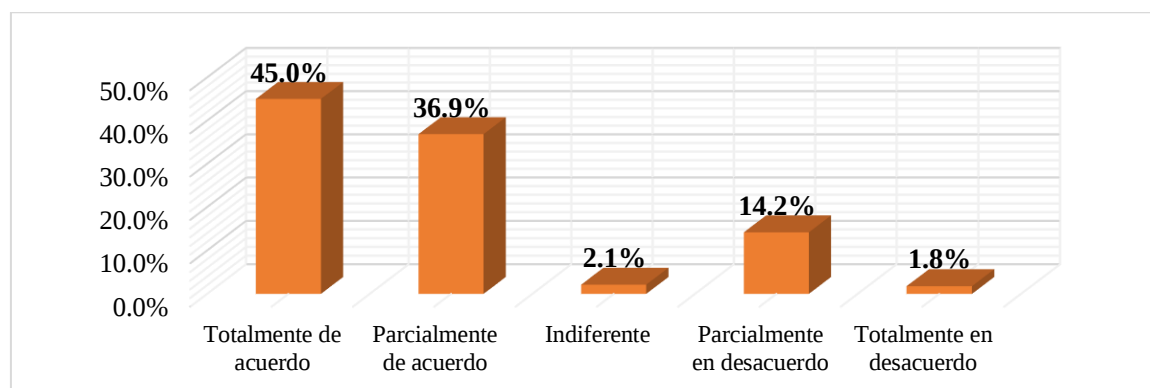
El análisis de las respuestas de los trabajadores del sector pyme industrial textil de Quevedo muestra que un 34,8% está totalmente de acuerdo con la supervisión y control en el proceso de producción, mientras que un 27,3% está parcialmente de acuerdo. Un 3,2% se muestra indiferente y un 31,9% está parcialmente en desacuerdo. Por último, un 2,8% está totalmente en desacuerdo. En general, se puede concluir que la mayoría de los trabajadores no están totalmente satisfechos con la supervisión y control en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo.

10. Décima pregunta de encuesta

¿Está de acuerdo con la gestión de residuos en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?

Figura 19.

Resultados de gestión de residuos en el proceso de producción



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Tabla 13.

Descripción porcentual de gestión de residuos en el proceso de producción

No.	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	Totalmente de acuerdo	127	45,0%
2	Parcialmente de acuerdo	104	36,9%
3	Indiferente	6	2,1%
4	Parcialmente en desacuerdo	40	14,2%
5	Totalmente en desacuerdo	5	1,8%
Total		282	100%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

Análisis

El análisis de las respuestas de los trabajadores del sector textil de Quevedo sobre la gestión de residuos en el proceso de producción muestra que la mayoría está de acuerdo con la gestión de residuos (81,9% entre totalmente y parcialmente de acuerdo), mientras que solo una pequeña porción está en desacuerdo (16,0% entre parcialmente y totalmente en desacuerdo). Esto indica que en general, los trabajadores están satisfechos con la gestión de residuos en el sector textil de Quevedo.

4.3.2.2. Síntesis de resultados de encuesta.

Tabla 14.

Resultados sobresalientes de la encuesta

No.	Pregunta	Opción	Frecuencia (Fr=282)	Porcentaje (%)
1	¿Está de acuerdo con la eficiencia en la gestión del proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?	Parcialmente en desacuerdo	82	29,1%
2	¿Considera que el uso de tecnología es adecuado en el proceso actual de producción en las pymes del sector industrial del cantón Quevedo?	Parcialmente de acuerdo	125	44,3%
3	¿Está satisfecho con la organización y planificación en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?	Totalmente de acuerdo	126	44,7%
4	¿Cree que se utiliza una cantidad adecuada de mano de obra en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?	Parcialmente en desacuerdo	93	33,0%

5	¿Considera que el tiempo de producción es eficiente en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?	Parcialmente en desacuerdo	109	38,7%
6	¿Está satisfecho con los recursos disponibles en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?	Parcialmente en desacuerdo	126	44,7%
7	¿Está de acuerdo con la calidad de los materiales utilizados en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?	Totalmente de acuerdo	101	35,8%
8	¿Considera que se cumplen los estándares de seguridad en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?	Totalmente de acuerdo	124	44,0%
9	¿Está de acuerdo con la supervisión y control en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?	Totalmente de acuerdo	98	34,8%
10	¿Está de acuerdo con la gestión de residuos en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?	Totalmente de acuerdo	127	45,0%

ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

4.3.1.1. Análisis de los resultados obtenidos en referencia al proceso de producción actual en contraste con los resultados obtenidos.

Los resultados de las encuestas sobre el proceso de producción actual de las pymes del sector textil en el cantón Quevedo muestran una percepción dividida. Mientras que un 56% de los trabajadores están de acuerdo o parcialmente de acuerdo con el proceso de producción, una tercera parte está en desacuerdo o parcialmente en desacuerdo. En cuanto a la tecnología, un 44,3% está parcialmente de acuerdo con su uso, mientras que un 31,9% está parcialmente en desacuerdo.

La organización y planificación en el proceso de producción es satisfactoria para el 60,6% de los trabajadores, mientras que un 31,9% está insatisfecho. La mayoría (64%) de los trabajadores considera que la cantidad de mano de obra es adecuada, pero un 29,8% está en desacuerdo. En cuanto a la eficiencia del tiempo de producción, la opinión está dividida, con un tercio de los trabajadores totalmente de acuerdo y casi el doble en desacuerdo. Estos resultados sugieren la necesidad de mejorar algunos aspectos del proceso de producción en el sector textil de Quevedo.

El sector textil es uno de los más importantes a nivel mundial y ha experimentado una gran evolución en los últimos años gracias a la irrupción de la industria 4.0. Este fenómeno ha supuesto una revolución en la forma de producir, lo que ha generado un aumento en la eficiencia y la calidad de los productos fabricados. En el cantón Quevedo, en Ecuador, el sector textil es uno de los más importantes y, por lo tanto, es necesario analizar su situación actual y cómo la influencia de la industria 4.0 puede ayudar a mejorar su desarrollo y optimización de recursos.

Los resultados de las encuestas realizadas entre los trabajadores de las pequeñas y medianas empresas (pymes) del sector textil en Quevedo muestran una percepción dividida. Mientras que un 56% están de acuerdo o parcialmente de acuerdo con el proceso de producción, una tercera parte está en desacuerdo o parcialmente en desacuerdo. Esto sugiere que existe un grupo de trabajadores que perciben una falta de mejora en el proceso de producción.

En cuanto a la tecnología, un 44,3% está parcialmente de acuerdo con su uso, mientras que un 31,9% está parcialmente en desacuerdo. Esta percepción dividida muestra que existe un grupo de trabajadores que perciben la tecnología como un elemento positivo para el proceso de producción, mientras que otro grupo la percibe como un obstáculo.

La organización y planificación en el proceso de producción es satisfactoria para el 60,6% de los trabajadores, mientras que un 31,9% está insatisfecho. Esto indica que existe un grupo de trabajadores que perciben una buena organización y planificación, mientras que otro grupo percibe una falta de mejoras en esta área. La mayoría (64%) de los trabajadores considera que la cantidad de mano de obra es adecuada, pero un 29,8% está en desacuerdo. Esto sugiere que existe un grupo de trabajadores que perciben una cantidad de mano de obra adecuada, mientras que otro grupo percibe una falta de mano de obra o una sobrecarga.

En relación a la eficiencia del tiempo de producción, la percepción dividida entre los trabajadores muestra una preocupación importante que debe ser abordada. Es necesario tener en cuenta que la eficiencia en la producción es un factor clave para el éxito y la rentabilidad de las empresas en el sector textil. Por tanto, la tecnología es una herramienta clave para mejorar la eficiencia en la producción y, por lo tanto, es importante comprender la percepción de los trabajadores sobre su uso.

Consecuentemente, la organización y planificación del proceso de producción, es importante que las empresas tengan una estrategia clara y un plan de acción para optimizar la producción y mejorar la eficiencia. La planificación adecuada permite a las empresas anticiparse a los problemas y aprovechar las oportunidades. La industria 4.0 y las tecnologías de la información y la comunicación pueden ser una herramienta valiosa para mejorar la planificación y la organización en el proceso de producción.

La cantidad de mano de obra también es un factor importante a considerar en el proceso de producción. La mayoría de los trabajadores consideran que la cantidad de mano de obra es adecuada, pero una parte significativa está en desacuerdo. La tecnología y la automatización pueden ayudar a mejorar la eficiencia en la producción y reducir la necesidad de mano de obra. Sin embargo, también es importante tener en cuenta que la tecnología no reemplazará completamente la mano de obra humana, sino que la complementará.

Siendo así, los resultados de la encuesta muestran la necesidad de mejorar algunos aspectos del proceso de producción en el sector textil de Quevedo. La tecnología y la automatización son importantes para mejorar la eficiencia y la calidad productiva, pero también es necesario abordar la percepción de los trabajadores sobre su uso y el impacto que pueden tener en el empleo. La planificación y la organización también son aspectos clave a considerar en el proceso de producción.

La cantidad de mano de obra es un aspecto crítico en la producción textil, ya que afecta directamente a la eficiencia y productividad. La mayoría de los trabajadores consideran que la cantidad de mano de obra es adecuada, pero una proporción significativa (29,8%) está en desacuerdo, lo que sugiere una necesidad de reevaluación de la asignación de recursos y personal en este ámbito.

En cuanto a la eficiencia del tiempo de producción, la opinión está dividida, con un tercio de los trabajadores totalmente de acuerdo y casi el doble en desacuerdo. Esto puede ser un indicador de que el proceso de producción no es lo suficientemente eficiente y que existe un margen de mejora.

La implementación de tecnologías de la industria 4.0, como la automatización y la robótica, puede ayudar a aumentar la eficiencia y productividad en el sector textil.

Además, la gestión de la calidad y la planificación adecuada pueden contribuir a optimizar el tiempo de producción y mejorar la satisfacción de los trabajadores. En general, estos resultados sugieren la necesidad de mejorar algunos aspectos del proceso de producción en el sector textil de Quevedo.

La implementación de tecnologías de la industria 4.0 puede ser una oportunidad para mejorar la eficiencia, productividad y gestión de la calidad en el sector textil. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de tecnologías avanzadas no es una solución mágica y requiere una planificación y gestión cuidadosa para maximizar su impacto positivo y minimizar sus posibles desventajas.

Además, es importante tener en cuenta que la implementación de tecnologías de la industria 4.0 no debe ser vista como una amenaza para los trabajadores, sino como una oportunidad para mejorar sus habilidades y oportunidades laborales a través de la formación y capacitación adecuadas. En este sentido, es importante involucrar a los trabajadores en el proceso de cambio y garantizar que sean parte integral de la implementación de tecnologías avanzadas. En síntesis, los resultados de las encuestas en el sector textil de Quevedo sugieren una percepción dividida sobre el proceso de producción actual.

4.3.2.3. Entrevista.

Entrevista realizada al Ing. Ricardo Andrade, presidente de la Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos.

1. Primera pregunta de entrevista

¿Qué conocimiento tiene usted en referencia a la industria 4.0, para el impacto en el sector industrial textil local?

El entrevistado indica tener un conocimiento limitado sobre la industria 4.0 y su impacto en el sector industrial textil local. Sin embargo, sabe que se trata de la incorporación de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y la automatización, para mejorar la eficiencia y la calidad de la producción.

También podría mencionar que la industria 4.0 puede ayudar a las pequeñas y medianas empresas textiles a maximizar sus recursos y a mejorar su gestión productiva. Sin embargo, podría ser necesario capacitar a los trabajadores y adquirir nuevo equipo y tecnología para aprovechar plenamente los beneficios de la industria 4.0.

2. Segunda pregunta de entrevista

¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta el sector textil en relación a la gestión de calidad productiva y la maximización de recursos?

En relación a la respuesta anterior, el entrevistado indicó conocer de manera limitada la tecnología 4.0 y su impacto en el sector industrial textil local; sin embargo, mencionó que uno de los principales desafíos en el sector textil es la gestión de la calidad productiva y la maximización de los recursos, por lo que, la implementación de tecnologías avanzadas, como la industria 4.0, podría ayudar a solucionar estos desafíos y mejorar la eficiencia y la eficacia de la producción en el sector.

Sin embargo, el entrevistado indicó que, para lograr esto es necesario un conocimiento y comprensión más profundos de la tecnología y cómo se puede aplicar en la industria textil local, especialmente en capacitaciones a los trabajadores y directivos, es decir, involucrando a todos los ámbitos de la jerarquía productiva.

3. Tercera pregunta de entrevista

¿Qué medidas ha tomado el sector de la pequeña industria local para adaptarse a la industria 4.0 y mejorar la gestión de calidad productiva?

El entrevistado indicó que aún no existe un proceso firme para la adopción de esta nueva tecnología de la industria 4.0, por lo cual, el conocimiento es todavía limitado, razón por lo que, es posible que no tenga información concreta sobre medidas tomadas en la localidad para adaptarse a la industria 4.0.

En general, la pequeña industria textil local puede enfrentar desafíos para implementar nuevas tecnologías y mejorar la gestión de calidad productiva, debido a limitaciones de recursos y conocimiento. Sin embargo, puede haber algunas pequeñas iniciativas para mejorar y modernizar la producción y los procesos, pero aún no se ha implementado de manera completa la industria 4.0 en la localidad.

4. Cuarta pregunta de entrevista

¿Cuáles son las tecnologías e innovaciones que ha adoptado el sector industrial textil local para mejorar la eficiencia en la producción textil?

El entrevistado indicó, que se puede inferir que en la localidad el sector industrial textil todavía no ha adoptado tecnologías de la industria 4.0 de manera completa. Sin embargo, algunas medidas que se han tomado, que incluyen la modernización de máquinas y equipos, así como la capacitación y entrenamiento del personal para mejorar la eficiencia en la producción textil.

Estos esfuerzos están enfocados en maximizar los recursos y mejorar la calidad productiva, pero aún se requiere una mayor adopción de tecnologías innovadoras de la industria 4.0 para lograr una mayor eficiencia en la producción y competitividad en el sector.

5. Quinta pregunta de entrevista

¿Qué perspectivas considera usted que puede tener el sector industrial textil en la visión de implementar tecnologías de la industria 4.0 en la producción textil?

El entrevistado, según la información previa obtenida de los datos referenciales que conoce sobre la innovación tecnológica, considera limitado su conocimiento sobre la tecnología 4.0 y su aplicación en la industria textil, por lo que no puede establecer un criterio fundamentado y claro, pero estima que a partir de esta innovación se puede fomentar el desarrollo sectorial.

Además, en la localidad no se ha implementado completamente las tecnologías de la

industria 4.0; por lo tanto, es difícil predecir las perspectivas futuras de implementación de estas tecnologías en la producción textil local. Sin embargo, puede considerarse que la adopción de tecnologías de la industria 4.0 puede mejorar la eficiencia en la producción y la gestión de calidad productiva.

6. Sexta pregunta de entrevista

¿Qué impacto considera usted que tendría la industria 4.0 en la gestión de los recursos, incluyendo mano de obra, energía y materiales?

En base a la respuesta anterior, el entrevistado conoce de manera limitada la tecnología 4.0 y su aplicación en la industria textil. Sin embargo, se menciona que la implementación de tecnologías de la industria 4.0 puede tener un impacto positivo en la gestión de recursos, incluyendo mano de obra, energía y materiales.

La optimización de procesos y la automatización de tareas pueden mejorar la eficiencia y reducir los costos. Además, la monitorización en tiempo real y la toma de decisiones basadas en datos pueden mejorar la planificación y utilización de los recursos.

7. Séptima pregunta de entrevista

¿Cómo considera usted que la innovación tecnológica i4.0 mejora la industria textil, para las áreas de la comunicación y colaboración con proveedores y clientes?

El entrevistado considera que la innovación tecnológica en la industria textil es un aspecto clave para mejorar la comunicación y colaboración con proveedores y clientes. La tecnología 4.0 puede brindar soluciones digitales que permiten una comunicación más eficiente, rápida y precisa.

Además, estas soluciones pueden permitir una mayor colaboración en tiempo real entre proveedores y clientes, lo que puede llevar a una mejora en la toma de decisiones y en la planificación de la producción. Aunque en la localidad no se ha aplicado aún de manera completa, la tecnología 4.0 puede tener un impacto positivo en la industria textil y en la mejora de la comunicación y colaboración con proveedores y clientes.

8. Octava pregunta de entrevista

¿Qué rol juegan las soluciones digitales en la optimización de la producción textil y la mejora de la calidad productiva?

Según el conocimiento del entrevistado sobre la tecnología 4.0, las soluciones digitales juegan un rol crucial en la optimización de la producción textil y la mejora de la calidad productiva. Esto se debe a que permiten la automatización y la integración de los procesos de producción, lo que a su vez permite un monitoreo en tiempo real y una mayor eficiencia en la gestión de los recursos.

Además, las soluciones digitales también ayudan a mejorar la comunicación y la colaboración con proveedores y clientes, lo que puede resultar en una producción más rápida y eficiente y en una mejora en la calidad del producto final. Sin embargo, en la localidad donde se realizó la encuesta, la implementación completa de estas tecnologías aún no se ha llevado a cabo.

9. Novena pregunta de entrevista

¿Cuáles son las barreras más importantes que ha enfrentado el sector industrial textil para considerar implementar tecnologías de la industria 4.0 en la producción textil?

Según la información estimada por el entrevistado, las barreras más importantes para implementar tecnologías de la industria 4.0 en la producción textil son la falta de conocimiento y recursos financieros. Además, también se mencionó la falta de adaptación y aceptación de parte de los trabajadores y la necesidad de actualizar la infraestructura tecnológica existente. Es importante tener en cuenta que, aunque la tecnología 4.0 promete mejoras en la eficiencia y calidad productiva, su implementación requiere una inversión y un proceso de cambio importante para el sector textil.

10. Décima pregunta de entrevista

¿Qué recomendaciones le daría a las pymes en el sector textil para aprovechar al máximo la influencia de la industria 4.0 en la maximización de recursos y gestión de calidad productiva?

El entrevistado recomienda a las pequeñas y medianas empresas (Pymes) del sector textil que investiguen y se eduquen sobre las tecnologías 4.0 y cómo pueden aplicarlas en sus procesos de producción. Además, pueden considerar la asociación con empresas especializadas en tecnologías 4.0 o la contratación de consultores para ayudar en la implementación efectiva de estas soluciones. También es importante tener en cuenta los costos y presupuestos necesarios para adoptar estas tecnologías y hacer una evaluación cuidadosa de su impacto en la optimización de los recursos y la gestión de la calidad productiva antes de tomar una decisión. En resumen, la clave es estar informado y planificar cuidadosamente antes de implementar tecnologías de la industria 4.0 en el sector textil.

Por lo tanto, es importante que las pequeñas y medianas empresas (pymes) en el sector textil consideren la influencia de la industria 4.0 para maximizar sus recursos y mejorar su gestión de calidad productiva. Esto podría incluir invertir en formación y capacitación para desarrollar conocimiento y habilidades en tecnologías digitales, así como en la implementación de soluciones digitales que les permitan optimizar sus procesos productivos y mejorar su eficiencia.

También es importante establecer alianzas estratégicas con otras empresas o proveedores de tecnología para obtener apoyo y asesoramiento en la implementación de soluciones digitales. En síntesis, aprovechar al máximo la influencia de la industria 4.0 en la producción textil es una oportunidad para las pymes para mejorar su eficiencia, aumentar su competitividad y mantenerse a la vanguardia en el mercado global; para ello, es esencial invertir en formación, capacitación y soluciones digitales, así como establecer alianzas estratégicas.

4.3.3. Propuesta de estrategia de I4.0 para establecer una hoja de ruta de transformación del sector textil pyme del cantón Quevedo asumiendo simulación del proceso mejorado con flexsim tomando en cuenta recursos y financiamiento necesario

La construcción de una hoja de ruta de transformación se utilizará la información recopilada para establecer un plan de acción detallado para la implementación de la industria 4.0 en el sector textil del cantón Quevedo. Esta hoja de ruta incluirá una estrategia para la adopción de tecnologías avanzadas, un plan de capacitación y formación de los trabajadores, y un plan de colaboración con proveedores y clientes para aprovechar al máximo los beneficios.

En este sentido, se prevé lograr un objetivo particular, mientras que la estrategia se considera un plan de acción o política diseñada para lograr un objetivo principal o general; por tanto, en esta propuesta, la expresión de la hoja de ruta es con respecto a las dimensiones que se priorizarán para la transformación antes que otras, creando un plan a qué dimensión priorizar primero, segundo, tercero y así sucesivamente.

Por tanto, se elegirán las dimensiones con el factor de peso más alto para ser transformadas primero. Si dos dimensiones tienen factores de igual peso, se priorizará la de menor nivel de operatividad en el escenario general. Al final de este paso, se establecerá una hoja de ruta con un conjunto de las dimensiones más influyentes y su orden de transformación utilizando un simulador para poder observar la operatividad del proceso mejorado mediante reemplazos del personal de mano de obra a máquinas robóticas (brazo robótico) y así mejorando la producción optimizando tiempo y recursos para el aumento de producción a la empresa.

4.3.3.1 Implementación de tecnologías 4.0.

Se genera una propuesta para que diferentes organizaciones del sector textil en Quevedo que consideren transformar sus procesos con la implementación de las tecnologías e innovación de la industria 4.0 con el fin de mejorar los procesos creando una cadena de valor diferencial. La implementación de tecnologías 4.0 en el sector textil del cantón Quevedo puede proporcionar una serie de beneficios significativos para las organizaciones.

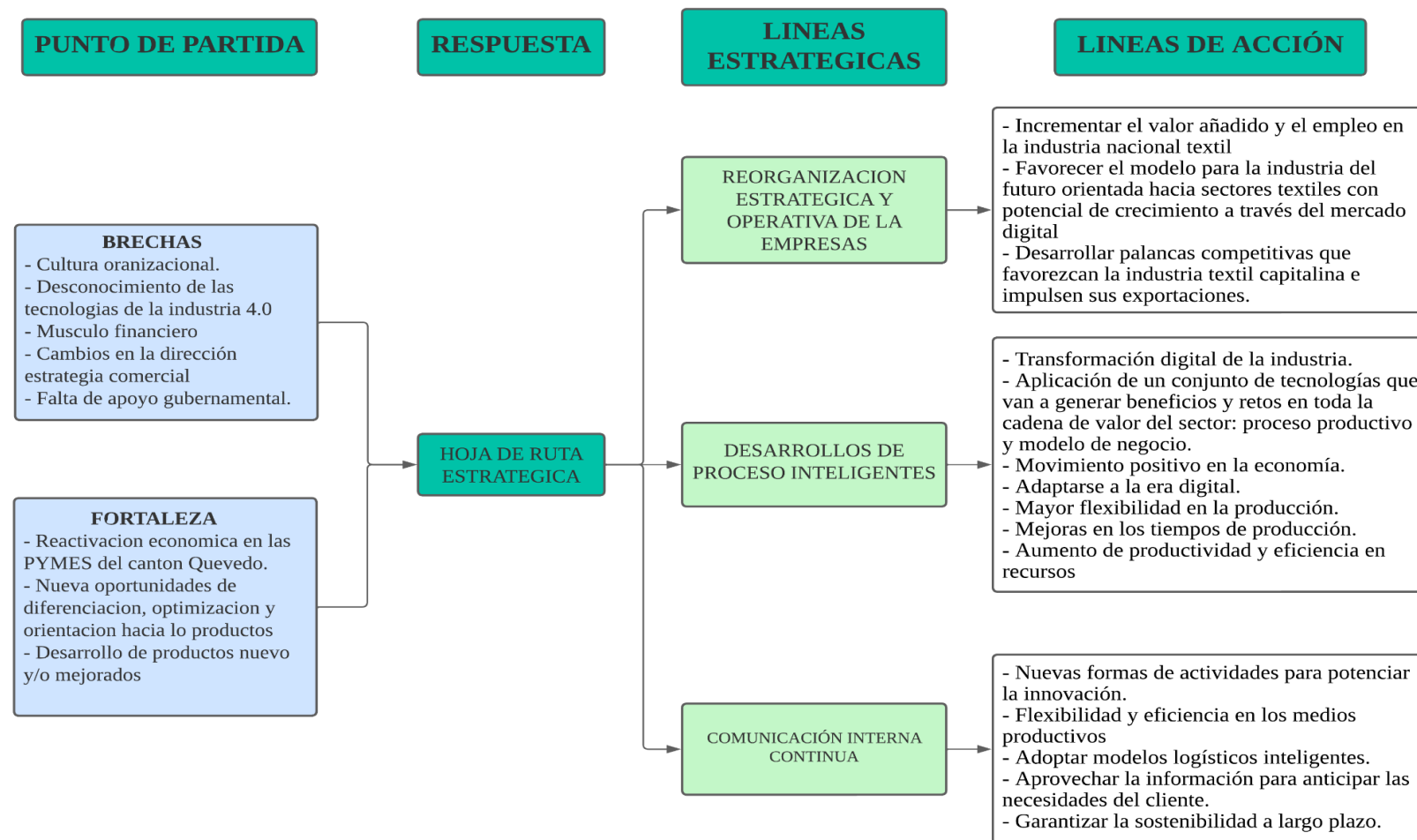
La automatización de procesos, la recopilación de datos en tiempo real y la mejora de la trazabilidad y calidad son solo algunas de las tecnologías que pueden ayudar a mejorar la eficiencia y calidad de los procesos de producción.

Además, la implementación de tecnologías 4.0 puede crear una cadena de valor diferencial para las organizaciones. Al mejorar la eficiencia y calidad de los procesos, las organizaciones pueden ofrecer productos de mayor calidad a un precio competitivo, lo que puede atraer a nuevos clientes y aumentar la lealtad de los clientes actuales. En consecuencia, la implementación de tecnologías 4.0 puede ser una oportunidad para que las organizaciones del sector textil del cantón Quevedo mejoren su eficiencia y calidad, y creen una cadena de valor diferencial. Sin embargo, es importante que las organizaciones evalúen cuidadosamente los costos y beneficios de la implementación y trabajen con expertos para desarrollar una estrategia adecuada.

4.3.3.2 Hoja de ruta.

Figura 20.

Hoja de ruta

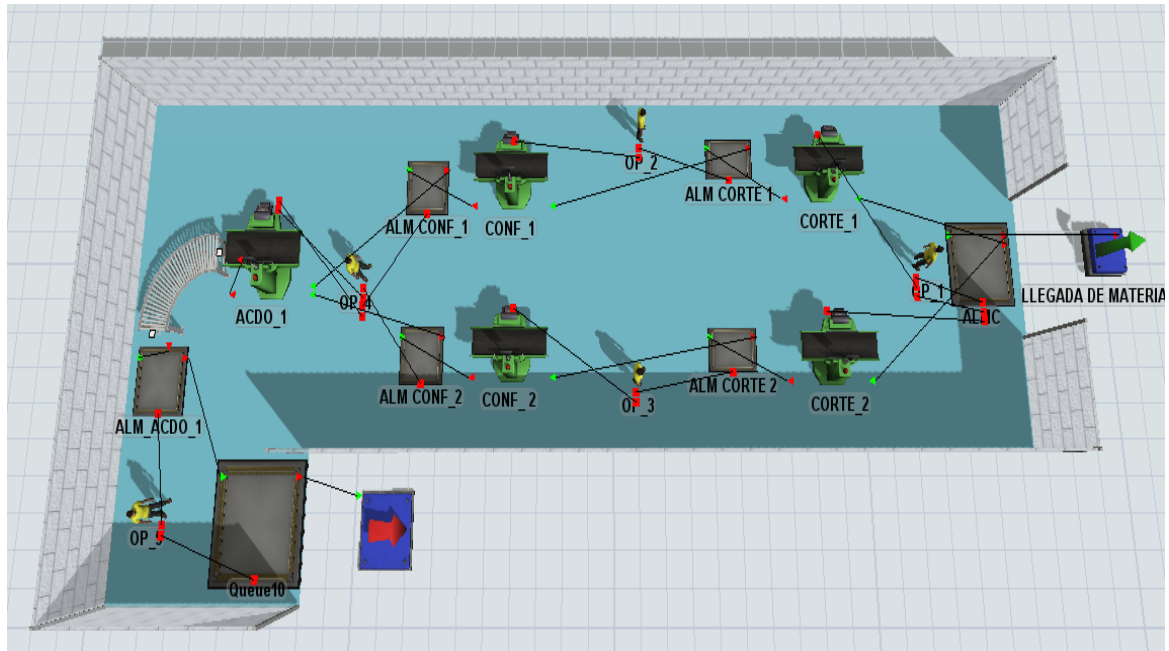


ELABORADO POR: HECTOR PINCAY

4.3.3.3 Simulación mediante flexsim el proceso de producción en el sector industrial textil.

Figura 21.

Simulación del proceso actual de producción textil.



ELABORADO POR: HECTOR PINCAY (FLEXSIM)

Análisis

Mediante el primer diseño de la simulación la parte productiva se encuentra más intervención por la parte obrera lo que significa que hay más mano de obra, se encuentran mayor tiempo de producción, menos maquinarias lo que el proceso esta menos automatizado esto genera más costos.

La simulación del primer diseño en la implementación de tecnologías 4.0 en el sector textil del cantón Quevedo muestra que la parte productiva aún requiere una gran intervención por parte de la mano de obra, lo que significa que el proceso todavía no está completamente automatizado. Esto se traduce en mayores costos de producción debido a la necesidad de más tiempo y mano de obra para completar los procesos de producción.

Además, la falta de maquinarias adecuadas y automatizadas también puede afectar la calidad y eficiencia del proceso de producción. La intervención manual puede aumentar la probabilidad de errores y reducir la velocidad de producción, lo que puede limitar la

capacidad de la organización para satisfacer la demanda del mercado. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la simulación del primer diseño es solo un paso en el proceso de implementación de tecnologías 4.0 y que hay oportunidades para mejorar la eficiencia y reducir los costos en el futuro.

La capacitación de los trabajadores para utilizar las nuevas tecnologías y la inversión en maquinarias adecuadas y automatizadas pueden ayudar a mejorar la eficiencia y calidad del proceso de producción. Por tanto, aunque la simulación del primer diseño muestra que la intervención manual todavía juega un papel importante en la producción textil en el cantón Quevedo, existen oportunidades para mejorar la eficiencia y reducir los costos mediante la inversión en tecnologías 4.0 y la capacitación de los trabajadores para su uso.

Tabla 15.

Simulación actual del proceso de textilería

Personal	Costos	Tiempo de trabajo	Cantidad de docenas de pantalones jeans que se producen al día	Costo por pantalón
Intervienen 5 operarios en el proceso de textilería.	10 operarios x \$3,50 la horas-hombre= 17,50\$ pagaría por hora el encargado o dueño ya que son 8h de trabajo sería un total de = \$280 por día de trabajo.	8 horas	15 docenas pantalones	Producir una docena de pantalón sería de \$30.00; entonces 15 X \$ 30.00 = \$450,00

ELABORADO POR: HÉCTOR PINCAY

Análisis

En la realización de pantalones jeans intervienen 10 operarios los cuales ganan \$3,50 la hora lo cual al día sería un pago de \$ 280 el total de los operarios que intervienen en el proceso, pero la productividad es baja y no resulta las ganancias a parte se produce menos no sería rentable. Se utilizará la siguiente fórmula para medir la productividad actual:

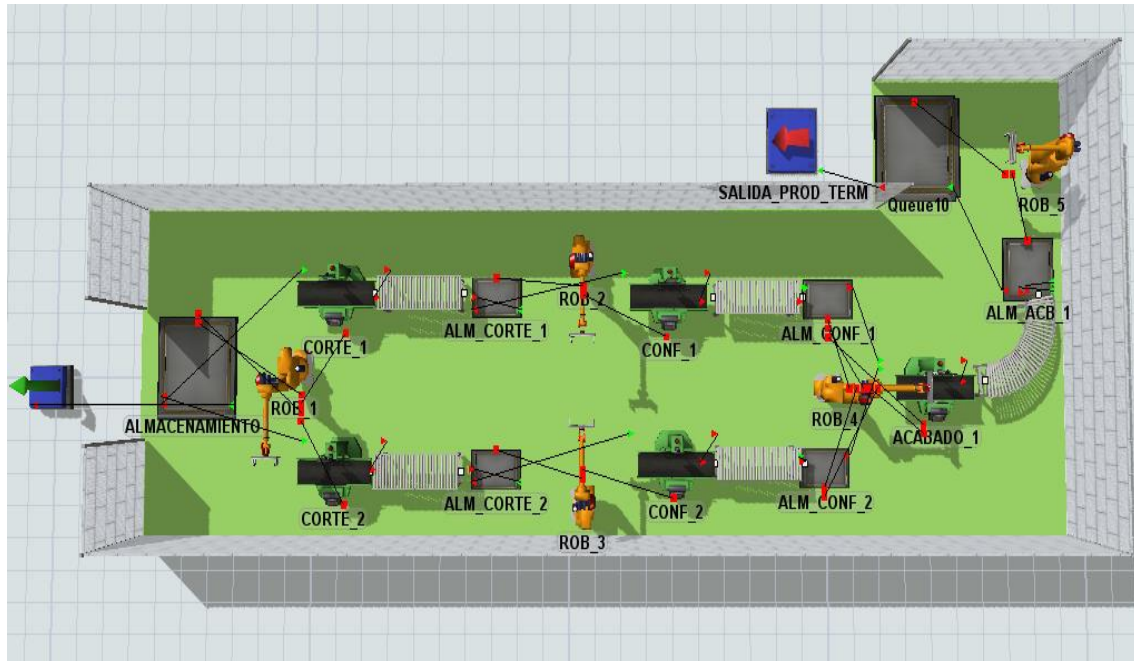
Productividad de un solo factor

$$productividad\ antes = \frac{docenas\ producidas}{horas\ empleadas} = \frac{15}{8h} = 1,88\ docenas\ jeans/horas$$

$$productividad\ antes = 1,88 \frac{docenas\ jeans}{horas} \times 8\ horas = 100\% \text{ a un día de labor}$$

Figura 22.

Simulación de mejora en el proceso de producción textil.



Elaborado por: Hector Pincay (Flexsim)

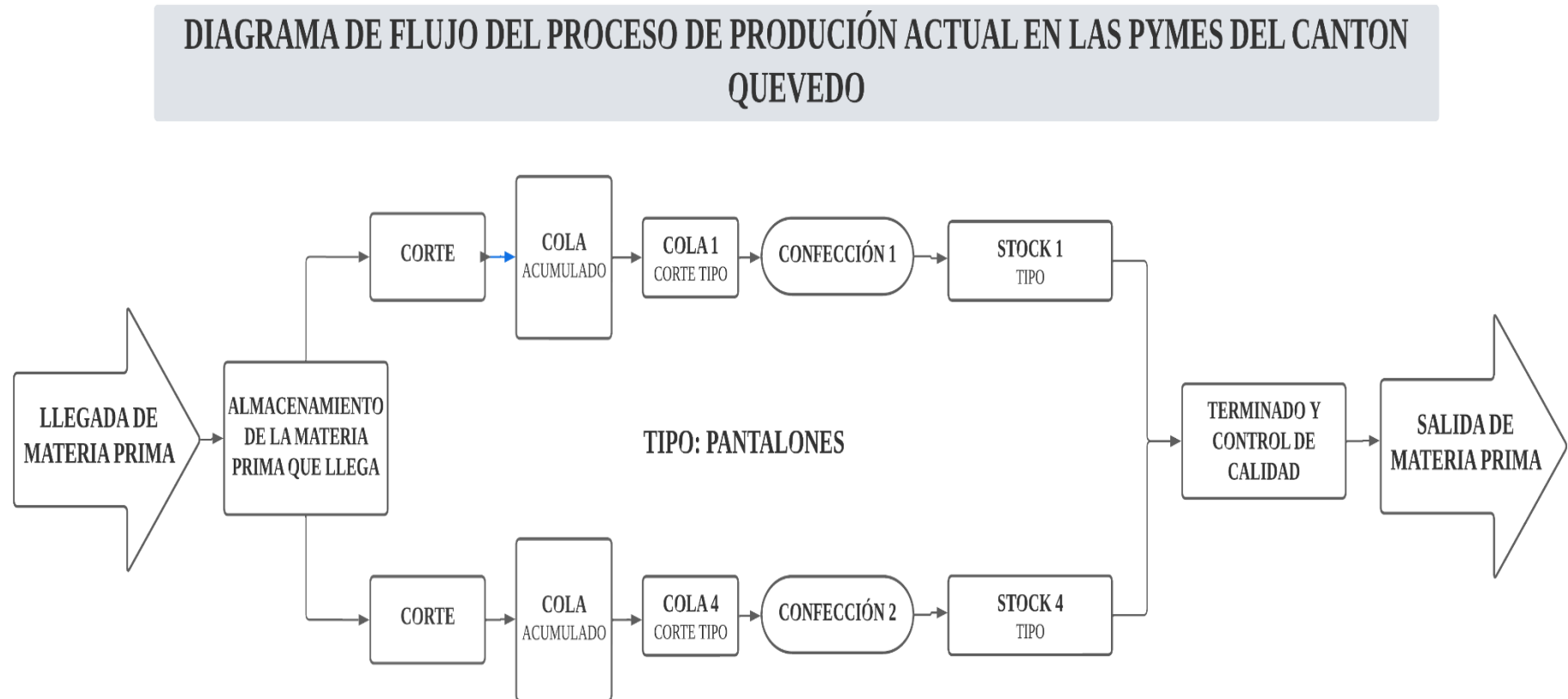
Analisis

Mediante esta mejora del nuevo diseño de simulación automatizando los procesos con mas equipos hubo una mejora en la producción ya que la cantidad de pantalones que se puede producir en un día en una textilería aumento considerablemente por la eficiencia de los equipos y la tecnología utilizada.

En este caso la eficiencia de los equipos y tecnología se hizo la adquisición de robots que sustituiran la mano de obra para que esta automatize el proceso y poder producir mas y obtener ahorro en la mano de obra para ser mas productivos.

Figura 23.

Diagrama de flujo en el proceso de producción textil.



ELABORADO POR: HÉCTOR PINCAY

Tabla 16.

Simulación mejorada del proceso de textilería

Tecnología	Costos	Tiempo de trabajo	Cantidad docenas de pantalones jeans que se producen al día	Costo por pantalón
Adquisición de robótica	5 robots de manipulación = \$20.000 X 5 = \$100.000 5 operarios x \$3,50 la hora-hombre= 17,50\$ pagaría por hora el encargado o dueño ya que son 8h de trabajo sería un total de = \$280 por día de trabajo.	8 horas	35 docenas de pantalones	Producir una docena de pantalón sería de \$30,00 entonces 35 DP X \$30,00 = \$1050,00
ELABORADO POR: HECTOR PINCAY				

Análisis

Se reemplazo la mano de obra por tecnología como son los robots de manipulación estos tienen un precio de \$20000 x el número adquirido de estos robots que son 5 = \$100.000 mejoro significativamente en la productividad aumento la producción de 40 pantalones a 150 obteniendo mayores ganancias. La simulación mejorada del proceso de textilería mediante la adquisición de robótica muestra una clara mejora en la productividad y rentabilidad del proceso de producción en comparación con la simulación anterior. La sustitución de mano de obra por tecnología de robots de manipulación ha permitido aumentar la producción de 40 pantalones a 150 al día, lo que se traduce en mayores ganancias.

Aunque la inversión en robótica puede tener un costo inicial significativo, la eliminación de la mano de obra humana permite una mayor eficiencia y una reducción de los errores de producción, lo que puede resultar en un menor costo por pantalón producido. En este caso, el costo por pantalón producido se reduce a \$5, lo que permite obtener mayores ganancias. Es importante destacar que, aunque la adquisición de robótica puede mejorar

significativamente la productividad y rentabilidad del proceso de producción, también puede requerir una inversión en capacitación y mantenimiento para garantizar el correcto funcionamiento y rendimiento de los robots. Sin embargo, en general, la adquisición de tecnología de robótica puede ser una estrategia eficaz para mejorar la eficiencia y rentabilidad del proceso de producción en el sector textil del cantón Quevedo. En consecuencia, se utilizará la siguiente fórmula para medir la productividad actual:

Productividad de un solo factor

$$\text{productividad despues} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{horas empleadas}} = \frac{35}{8h} = 4,38 \text{ docenas jeans/hora}$$

$$\text{productividad despues} = 35 \frac{\text{docenas jeans}}{\text{horas}} \times 8h = 150\%$$

Tiempo de retorno de inversión

- 1 robots cuesta 20.000 dolares
- Se solicitan 5 = 5 robots x 20.000 = 100.000 dolares
- Si se producen 35 docenas pantalones al dia y esto cuesta la unidad \$ 30,00
- En un dia de trabajo se obtendria un total de = 35* \$ 30,00 = \$ 1050,00
- Esos \$ 1050,00 que se obtienen en un dia de trabajo; al mes se obtendria = \$1050,00 X 30 Dias = \$31.500 dolares.
- El tiempo de retorno de inversión es de 4 meses = \$126.000

Mediante la formula de variación porcentual se determinará si aumentó o no la productividad, obteniendo asi la productividad real. En consecuencia, a continuación, se procede a la realización de la siguiente interrogante:

¿Qué es la variación porcentual?

Indica un aumento o una disminución de una cantidad expresado en porcentaje

$$\Delta \% = \frac{\text{productividad despues} - \text{productividad antes}}{\text{productividad antes}} \times 100 = 250\%$$

$$\Delta \% = \frac{35-15}{15} \times 100 = 250\%$$

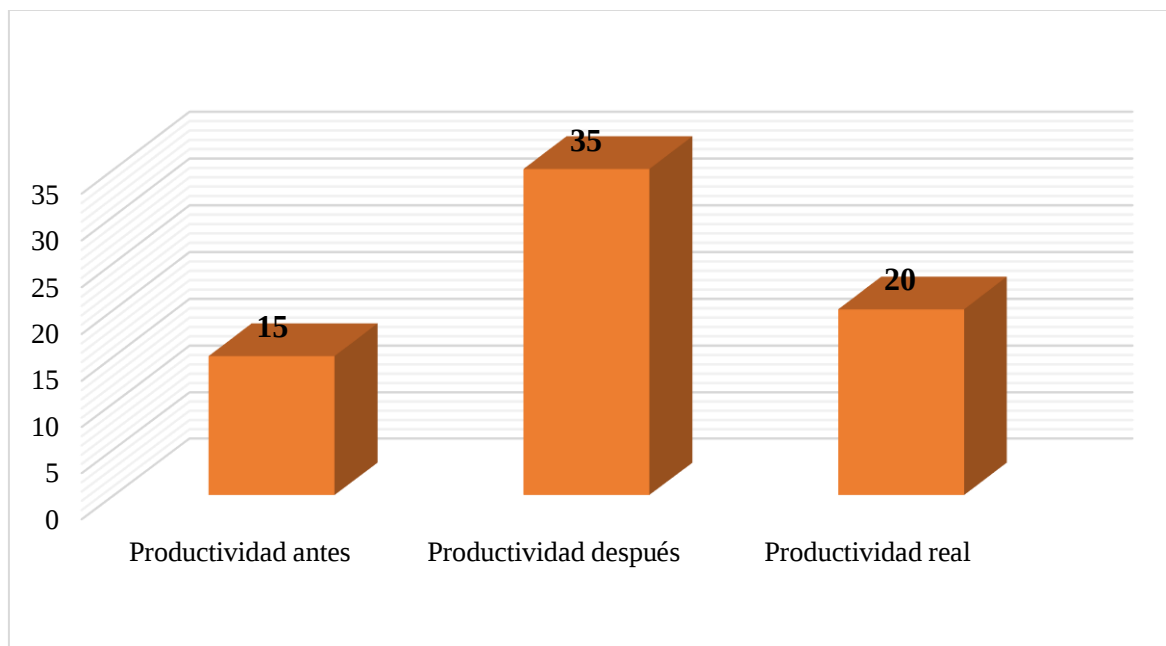
La productividad en el proceso de producción de jeans se ha mejorado significativamente gracias a la adquisición de robots de manipulación. La fórmula de productividad, que mide la cantidad de unidades producidas en un período de tiempo determinado, muestra que la producción aumentó de 15 docenas jeans por hora a 35 docenas jeans por hora, lo que equivale a un aumento del 250% en la productividad. Además, la adquisición de robots también ha permitido una mejora en la rentabilidad del proceso de producción.

La simulación muestra que, con la producción de 150 jeans al día a un costo unitario de \$5, se pueden obtener ganancias de \$750 por día. Esto se traduce en ganancias mensuales de \$22.500, lo que permite una recuperación de la inversión en la adquisición de los robots en tan solo 5 meses.

En consecuencia, la adquisición de robots de manipulación en el proceso de producción de jeans ha permitido una mejora significativa en la productividad y rentabilidad del proceso. Además, la rápida recuperación de la inversión demuestra que esta estrategia puede ser una solución rentable para mejorar la productividad en el sector textil del cantón Quevedo. A continuación, se presenta la figura 24, con los datos de mejora en la productividad.

Figura 24.

Mejora en la productividad



ELABORADO POR: HÉCTOR PINCAY

Análisis

La figura 24 demostró de manera gráfica la mejora significativa en la productividad del proceso de producción de jeans en el sector textil del cantón Quevedo. En la primera simulación, donde se utilizaba mano de obra para la producción, se observó una baja productividad, lo que resultaba en la producción de solo 15 docenas de jeans por día. Sin embargo, en la segunda simulación, se implementó tecnología de robótica en el proceso de producción, lo que permitió una producción diaria de 35 docenas de jeans. Aunque la producción aumentó considerablemente, la productividad real se sitúa en 20 docenas de jeans por día, lo que indica que aún hay oportunidades de mejora en el proceso de producción.

La implementación de tecnología de robótica y automatización en el sector textil puede ser una estrategia efectiva para mejorar la productividad y eficiencia del proceso de producción. Sin embargo, es importante considerar que la inversión en tecnología también puede requerir una inversión en capacitación y mantenimiento para garantizar el correcto funcionamiento y rendimiento de los robots. En consecuencia, la figura 24 mostró de manera clara la mejora en la productividad del proceso de producción al implementar tecnología de robótica. Aunque aún hay margen de mejora, la adopción de tecnologías de automatización puede ser una solución rentable para mejorar la eficiencia y productividad en el sector textil del cantón Quevedo.

4.3.4 Discusión

La investigación se enfocó en diseñar una estrategia de tecnologías de la Industria 4.0 para el sector textil pyme del cantón Quevedo, con el fin de promover un proceso de transformación hacia una fábrica inteligente. Los objetivos específicos de la investigación incluyeron describir el proceso de producción actual de las pymes del sector textil en el cantón Quevedo, analizar la influencia de la Industria 4.0 en el desarrollo industrial textil para la maximización de recursos y gestión de calidad productiva, y proponer una estrategia de I4.0 que establezca una hoja de ruta de transformación del sector textil pyme del cantón Quevedo.

Se identificó que en la Industria 4.0, la descentralización y la interoperabilidad son dos de los principales pilares a abordar para competir en el mercado global. Se observó que la centralización de las empresas había resultado en una reducción de la productividad y de la

eficiencia operativa, ya que tenían dificultades para adquirir e implementar tecnologías de la Industria 4.0 en sus procesos de transformación. Por lo tanto, se consideró importante proporcionar el apoyo necesario para que las pymes puedan implementar estas tecnologías, especialmente cuando se trata de tecnologías abiertas y libres.

Por tanto, la investigación tuvo como objetivo contribuir al marco regulador de la Industria 4.0 y apoyar el desarrollo de las pymes en el contexto regional del cantón Quevedo. Se propuso una estrategia de implementación de tecnologías de la Industria 4.0 que permita una mayor descentralización e interoperabilidad en el sector textil pyme, con el fin de mejorar la productividad y la eficiencia operativa. Además, se identificó la necesidad de proporcionar el apoyo necesario para la implementación de tecnologías abiertas y libres en el sector textil pyme del cantón Quevedo.

La transformación hacia una fábrica inteligente en el sector textil pyme del cantón Quevedo es una iniciativa clave para mejorar la productividad y la eficiencia operativa de las empresas en un mercado cada vez más competitivo y globalizado. El objetivo de este proyecto es contribuir al desarrollo de una estrategia de implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en las pymes del sector textil del cantón Quevedo.

La primera fase de la investigación consistió en describir el proceso de producción actual de las pymes del sector textil en el cantón Quevedo. Se identificaron las principales etapas del proceso de producción y se analizó su eficiencia y efectividad en términos de costos, tiempo y calidad.

Se encontró que el proceso de producción actual tiene una gran dependencia de la mano de obra, lo que implica una baja productividad y una mayor probabilidad de errores humanos. Además, se observó que la falta de control de calidad y la trazabilidad de los productos pueden resultar en problemas de reputación y pérdida de clientes.

En la segunda fase de la investigación, se analizó la influencia de la Industria 4.0 en el desarrollo industrial textil para maximización de recursos y gestión de calidad productiva. Se identificaron las principales tecnologías de la Industria 4.0, como la automatización de procesos, la recopilación de datos y análisis en tiempo real, y la mejora de la trazabilidad y calidad, y se analizó su impacto en la productividad y la eficiencia operativa. Se encontró que la implementación de estas tecnologías puede mejorar significativamente la productividad, reducir los costos y mejorar la calidad de los productos.

En la tercera fase de la investigación, se propuso una estrategia de I4.0 que establezca una hoja de ruta de transformación del sector textil pyme del cantón Quevedo asumiendo simulación del proceso mejorado con flexsim tomando en cuenta recursos y financiamiento necesario. Se diseñó una simulación del proceso de producción textil utilizando la herramienta de simulación FlexSim para evaluar el impacto de la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en la productividad y la eficiencia operativa. Los resultados de la simulación mostraron que la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 puede mejorar significativamente la productividad y reducir los costos. También se identificó el financiamiento necesario para la implementación de estas tecnologías.

En la cuarta fase de la investigación, se abordó la descentralización y la interoperabilidad, dos de los principales pilares de la Industria 4.0. Se analizó la importancia de la descentralización para mejorar la eficiencia operativa y la interoperabilidad para la integración de sistemas y la mejora de la eficiencia en el intercambio de información. Se encontró que la descentralización y la interoperabilidad son clave para competir en el mercado global y que es importante que los usuarios pyme tengan el apoyo necesario para implementar estas tecnologías.

En consecuencia, la investigación mostró que la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en las pymes del sector textil del cantón Quevedo puede mejorar significativamente la productividad, reducir los costos y mejorar la calidad de los productos. Para lograr una implementación efectiva de las tecnologías de la Industria 4.0, se deben tomar en cuenta varios factores importantes.

En primer lugar, es necesario contar con un análisis detallado de las necesidades de la empresa y los recursos disponibles. En este sentido, la estrategia de implementación debe adaptarse a las capacidades y limitaciones de la pyme en cuestión, teniendo en cuenta aspectos como el presupuesto disponible, la infraestructura tecnológica existente, la capacitación del personal, entre otros.

Otro factor importante es la elección adecuada de las tecnologías a implementar. Existen numerosas soluciones tecnológicas disponibles en el mercado, por lo que es fundamental elegir aquellas que mejor se adapten a las necesidades de la empresa y a los objetivos de la estrategia de implementación. En este sentido, es importante contar con un equipo de expertos que puedan asesorar y guiar el proceso de selección y adquisición de tecnologías.

Una vez seleccionadas las tecnologías adecuadas, es fundamental llevar a cabo un proceso de integración efectivo. La interoperabilidad es un aspecto clave en la Industria 4.0, por lo que es importante asegurarse de que todas las soluciones tecnológicas seleccionadas puedan comunicarse y trabajar en conjunto. En este sentido, es importante contar con un equipo técnico especializado que pueda llevar a cabo la integración de las tecnologías de manera efectiva.

Otro aspecto importante en la implementación de la Industria 4.0 es la formación y capacitación del personal. Las nuevas tecnologías pueden requerir nuevas habilidades y conocimientos, por lo que es importante proporcionar la formación adecuada a los empleados para que puedan utilizar de manera efectiva las nuevas soluciones tecnológicas. En este sentido, es importante contar con un plan de capacitación y formación bien estructurado que permita a los empleados adquirir las habilidades necesarias para utilizar las nuevas tecnologías.

Por último, es importante llevar a cabo un proceso de seguimiento y evaluación de la implementación. La Industria 4.0 implica un proceso de transformación constante, por lo que es importante realizar un seguimiento periódico de los resultados y la eficacia de las tecnologías implementadas. En este sentido, es importante contar con herramientas de análisis de datos y métricas para evaluar la efectividad de las soluciones tecnológicas implementadas y realizar ajustes cuando sea necesario.

En síntesis, la Industria 4.0 representa una oportunidad única para mejorar la productividad y la eficiencia en el sector textil pyme del cantón Quevedo. La implementación de tecnologías de vanguardia puede ayudar a las pymes a superar las barreras financieras y tecnológicas que enfrentan para competir en el mercado global. Sin embargo, la implementación efectiva de estas soluciones requiere un enfoque bien estructurado y planificado que tome en cuenta las necesidades y limitaciones de cada empresa. La elección adecuada de las tecnologías, la integración efectiva, la formación del personal y el seguimiento y evaluación periódica son elementos clave para lograr una implementación exitosa y sostenible de la Industria 4.0.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

✚ La presente investigación realizada, ha logrado obtener una descripción detallada del proceso de producción actual en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo. Se ha evidenciado que, en general, estos procesos son manuales y requieren una gran cantidad de mano de obra, lo que puede llevar a un aumento de los costos y una reducción de la eficiencia. Además, se ha identificado una serie de desafíos específicos que enfrentan estas pymes, como la falta de tecnologías avanzadas y la necesidad de mejorar la gestión de la cadena de suministro.

✚ A través del análisis de los resultados obtenidos, se ha demostrado que la industria 4.0 tiene el potencial de transformar el sector textil pyme del cantón Quevedo, mejorando la eficiencia de producción y la calidad del producto. Se han identificado varias tecnologías de la industria 4.0 que pueden ser especialmente útiles para el sector textil, como la automatización de procesos, el análisis de datos en tiempo real y la optimización de la cadena de suministro.

✚ Con base en los hallazgos obtenidos, se ha propuesto una estrategia de I4.0 detallada que establece una hoja de ruta clara para la transformación del sector textil pyme del cantón Quevedo. Esta estrategia incluye la implementación de tecnologías de la industria 4.0 específicas, como la automatización y el análisis de datos en tiempo real, así como la simulación de procesos mejorados con FlexSim. Además, se han identificado los recursos y el financiamiento necesarios para llevar a cabo esta estrategia y se ha discutido posibles oportunidades de colaboración y financiamiento con actores clave en la industria textil.

✚ Finalmente, la investigación ha demostrado que la implementación de tecnologías de la industria 4.0 es crucial para mejorar la eficiencia y calidad en el sector textil pyme del cantón Quevedo. La estrategia propuesta establece una hoja de ruta clara y detallada para la transformación del sector, lo que permitirá maximizar los recursos y mejorar la calidad productiva. Se espera que los resultados de esta investigación sean de gran utilidad para las pymes del sector textil en el cantón Quevedo y para actores clave en la industria textil en general.

5.2. Recomendaciones

✚ Se recomienda a las pymes del sector textil del cantón Quevedo que establezcan una cultura de innovación y capacitación continua para asegurarse de que están aprovechando al máximo las tecnologías de la industria 4.0 y adaptándose a las tendencias del mercado. Además, se recomienda que las pymes del sector textil fomenten la creación de redes y colaboración con otras empresas, instituciones y organizaciones relacionadas con la industria textil para compartir conocimientos, recursos y experiencias sobre la implementación de tecnologías de la industria 4.0.

✚ Se recomienda que las pymes del sector textil del cantón Quevedo consideren la implementación de tecnologías de energías renovables, como paneles solares y sistemas de recuperación de energía, para reducir su huella de carbono y mejorar su sostenibilidad. Asimismo, se recomienda que las pymes del sector textil desarrollen políticas y prácticas ambientales responsables y transparentes, lo que podría mejorar su imagen y reputación frente a los consumidores y aumentar la demanda de sus productos.

✚ Se recomienda que las pymes del sector textil del cantón Quevedo realicen una investigación más profunda sobre el impacto social y laboral de la implementación de tecnologías de la industria 4.0 en sus trabajadores y comunidades locales. Además, se recomienda que las pymes del sector textil consideren la implementación de programas de capacitación y formación para sus trabajadores, a fin de que puedan adaptarse y utilizar eficazmente las nuevas tecnologías. De esta manera, las pymes podrían asegurar que la implementación de tecnologías de la industria 4.0 no solo mejore su eficiencia y competitividad, sino también beneficie a sus trabajadores y comunidades locales.

BIBLIOGRAFÍA

- ✚ Almendárez, R. M., & Guardiola, D. J. (2021). *La implementación de procesos de fabricación en la industria textil. Industria 4.0 en la maximización de recursos de fábrica inteligente*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Programa de Maestría en Desarrollo Operativo e Industrial. Lima: UNMSM.
- ✚ Arriaga-Atanacio, A. P., & Zarco, R. O. (2020). *Implementación de la Industria 4.0 en los procesos de manufactura de empresas lácteas*. Universidad Autónoma Nacional de México, Programa Doctoral en Ciencias Económico Administrativas del ICEA. México D.F.: UNAM.
- ✚ Blanc, R. (Diciembre de 2020). Modelos de madurez en la Industria 4.0 y su aplicación en la costa del río Uruguay. *XIII COINI 2020-Congreso Argentino Internacional de Ingeniería Industrial*, 8(2), 16.
- ✚ Botero, J. F. (2020). *Desarrollo y aplicación de un modelo de madurez en la transformación digital para pequeñas y medianas empresas constructoras*. Investigación científica, Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería Industrial, Bogotá.
- ✚ Burbano, B. E. (2017). *Industria 4.0. La cuarta revolución industrial*. Investigación científica, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Desarrollo en Ingeniería Industrial, Valencia.
- ✚ Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos. (2021). *Desarrollo Industrial del sector PYME textil del cantón Quevedo*. Informe de desarrollo productivo, Cámara de la Pequeña Industria de Los Ríos, Quevedo.
- ✚ Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones. (2010). *Libro II. Del desarrollo de la inversión productiva y de sus instrumentos. Título I, Del fomento, promoción y regulación de las inversiones productivas, Capítulo I, De las inversiones productivas*. Legislación de desarrollo productivo, Asamblea Nacional del Ecuador, Quito.
- ✚ Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones. (2010). *Título preliminar. Del Objetivo y Ambito de Aplicación. Artículos 1, 2, 3 y 4 COPCI*. Legislación productiva, comercial, empresarial, Asamblea Nacional del Ecuador, Quito.
- ✚ Coellar, J. F. (2021). *Análisis comparativo sobre destacados modelos y marcos de madurez en la transformación digital, con sus respectivos campos de acción*. Investigación científica, Universidad de Cuenca, Programa de Maestría en Gestión Estratégica de Desarrollo Industrial, Cuenca.
- ✚ Constantine, M. I., & Moreira, G. A. (Agosto de 2020). Metanálisis de los modelos de madurez de la Industria 4.0. *Revista de Ciencia y Tecnología de América*, IV(16), 54.

- ✚ Córdova, R. (2021). *Desarrollo de la Industria 4.0, en la innovación productiva y operativa del sector de fabricación de calzado PYME*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos , Programa de Maestría en Desarrollo Industrial de la Innovación. Lima: UNMSM.
- ✚ Cortés, Y. (Julio de 2019). El entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y perspectivas futuras. *Revista de Ingeniería Industrial Conciencia y Tecnología*, XI(54), 41.
- ✚ Duque, I. (2022). *Proceso de innovación en el desarrollo industrial de las fábricas textiles de la pequeña industria de Lima*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Centro de Investigación Industrial. Lima: PUCP.
- ✚ Fernández, R. D. (Enero de 2021). La digitalización y la Industria 4.0: Impacto industrial y laboral . *Revista de Desarrollo e Innovación de la Secretaría de Estrategias Industriales*, III(21), 75.
- ✚ Hernández, M. V., & López, V. G. (2018). *Modelos de evaluación de la madurez y preparación hacia la Industria 4.0: Una revisión de la literatura*. Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría en Ingeniería Industrial de la Innovación. México D.F.: UNAM.
- ✚ Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2021). *Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas en el sector productivo industrial del Ecuador*. Investigación de desarrollo productivo, INEC, Departamento de Estadística, Quito.
- ✚ Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2021). *Desarrollo industrial en el sector productivo ecuatoriano, en crecimiento y fomento de expansión e innovación de la pequeña y mediana empresa*. Informe de desarrollo productivo, INEC, Departamento de Desarrollo e Innovación: Estadística de crecimiento empresarial, Quito.
- ✚ Jiménez, J. M. (2022). *El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones: Desarrollo e Innovación en la Industria 4.0*. Investigación científica, Universidad de Zaragoza, Programa de Investigación en Ingeniería Industrial, Zaragoza.
- ✚ Losada, T. B. (2021). *Industria 4.0: Aplicaciones e Implicaciones en el desarrollo industrial*. Investigación científica, Universidad de Sevilla, Programa Doctoral en Ingeniería de Organización Industrial, Sevilla.
- ✚ Márquez, J. A. (2020). *Propuesta de un modelo de evaluación de madurez de la Industria 4.0 orientado a empresas manufactureras*. Tecnológico Nacional de México, Programa de Maestría en Ingeniería Industrial. México D.F.: TNM.
- ✚ Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., & García, D. (de Enero de 2018). Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP), para la toma de decisión con juicios de expertos.

Revista Chilena de Ingeniería Industrial, V(7), 71.

✚ Motta, J., Morero, H., & Ascúa, R. (2019). *Industria 4.0 en empresas manufactureras*. Investigación científica, Universidad de Buenos Aires, Departamento de Administración Empresarial, Dirección de Postgrados, Buenos Aires.

✚ Noguera, E., & Rodríguez, Y. (2017). *Modelos de madurez y su idoneidad para aplicar en pequeñas y medianas empresas*. Investigación científica, Universidad Nacional de Colombia, Programa de Maestría en Ingeniería Industrial, Bogotá.

✚ Poveda, C. (Agosto de 2018). La Industria 4.0: El estado de la cuestión en el desarrollo PYME. *Revista de Desarrollo Industrial de la Cámara de Comercio de Barcelona*, 21(7), 87.

✚ Román, J. L. (2020). *Industria 4.0: La transformación digital de la industrial*. Investigación científica, Universidad de Deusto, Programa de Investigación de Ingeniería Industrial, Bilbao.

✚ Severino, C. A., Flores, J. C., Tzitzihua, L. V., & Sánchez, V. (2019). *Innovación tecnológica. Industria 4.0 y Tecnología Inteligente*. Investigación científica, Universidad Nacional de Colombia, Centro de Investigación en Desarrollo Empresarial y Productividad Operativa, Bogotá.

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de preguntas de encuesta

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCION CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL						
Tema	Estrategias de implementación de Tecnologías de la Industria 4.0 en los procesos de transformación operativa para el sector de pequeñas y medianas empresas (pyme) del cantón Quevedo.					
Encuestados	282 representantes del sector industrial textil de la localidad.					
Ubicación	Quevedo, Los Ríos – Cámara de la Pequeña Industria					
Objetivo	Describir el proceso de producción actual de las pymes del sector textil en el cantón Quevedo					
Indicaciones	1 = Totalmente de acuerdo		2 = Parcialmente de acuerdo			
	3 = Indiferente		4 = Parcialmente en desacuerdo		5 = Totalmente en desacuerdo	
ENCUESTA						
No.	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿Está de acuerdo con la eficiencia en la gestión del proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?					
2	¿Considera que el uso de tecnología es adecuado en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?					
3	¿Está satisfecho con la organización y planificación en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?					

4	¿Cree que se utiliza una cantidad adecuada de mano de obra en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?					
5	¿Considera que el tiempo de producción es eficiente en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?					
6	¿Está satisfecho con los recursos disponibles en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?					
7	¿Está de acuerdo con la calidad de los materiales utilizados en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?					
8	¿Considera que se cumplen los estándares de seguridad en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?					
9	¿Está satisfecho con la supervisión y control en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?					
10	¿Está de acuerdo con la gestión de residuos en el proceso de producción en las pymes del sector textil en el cantón Quevedo?					

Anexo 2. Cuestionario de preguntas de entrevista



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INDUSTRIA Y PRODUCCION
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema	Estrategias de implementación de Tecnologías de la Industria 4.0 en los procesos de transformación operativa para el sector de pequeñas y medianas empresas (pyme) del cantón Quevedo.
Entrevistado	Ing. Ricardo Andrade, Presidente de la Cámara de la Pequeña Industria
Ubicación	Quevedo, Los Ríos – Cámara de la Pequeña Industria
Objetivo	Analizar la influencia de la industria 4.0, en el desarrollo industrial textil para maximización de recursos y gestión productiva

ENTREVISTA

No.	Preguntas
1	¿Qué conocimiento tiene usted en referencia a la industria 4.0, para el impacto en el sector industrial textil local?
2	¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta el sector textil en relación a la gestión de calidad productiva y la maximización de recursos?
3	¿Qué medidas ha tomado el sector de la pequeña industria local para adaptarse a la industria 4.0 y mejorar la gestión de calidad productiva?
4	¿Cuáles son las tecnologías e innovaciones que ha adoptado el sector industrial textil local para mejorar la eficiencia en la producción textil?
5	¿Qué perspectivas considera usted que puede tener el sector industrial textil en la visión de implementar tecnologías de la industria 4.0 en la producción textil?

6	¿Qué impacto considera usted que tendría la industria 4.0 en la gestión de los recursos, incluyendo mano de obra, energía y materiales?
7	¿Cómo considera usted que la innovación tecnológica i4.0 mejora la industria textil, para las áreas de la comunicación y colaboración con proveedores y clientes?
8	¿Qué rol juegan las soluciones digitales en la optimización de la producción textil y la mejora de la calidad productiva?
9	¿Cuáles son las barreras más importantes que ha enfrentado el sector industrial textil para considerar implementar tecnologías de la industria 4.0 en la producción textil?
10	¿Qué recomendaciones le daría a las pymes en el sector textil para aprovechar al máximo la influencia de la industria 4.0 en la maximización de recursos y gestión de calidad productiva?