



# ¡ POSGRADOS !

---

## MAESTRÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS

RPC-SO-20-NO.313-2022

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

ARTÍCULOS PROFESIONALES DE ALTO NIVEL

TEMA:

IMPACTO DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LAS  
PYMES MANUFACTURERAS DEL AZUAY

AUTORA:

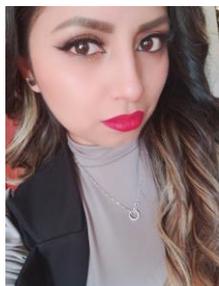
JENNIFER MARGOTH AVILA LAPO

DIRECTOR:

JORGE LUIS GARCÍA BACUILIMA

CUENCA – ECUADOR  
2024



**Autora:****Jennifer Margoth Avila Lapo**

Ingeniera Electrónica con mención en Telecomunicaciones.

Candidata a Magíster en Gestión de Proyectos por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

jenny\_192@hotmail.es

**Dirigido por:****Jorge Luis García Bacuilima**

Ingeniero Comercial.

Magister en Administración de empresas.

Máster en Planificación de Proyectos de Desarrollo Rural y Gestión Sostenible.

Máster Administración Financiera.

jgarciab@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

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

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

JENNIFER MARGOTH AVILA LAPO

Impacto de la industria 4.0 en las PYMES manufactureras del Azuay

# Impacto de la Industria 4.0 en las PYMES manufactureras del Azuay

## *Impact of Industry 4.0 on manufacturing SMEs in Azuay*

### Resumen

La industria 4.0 presenta desafíos importantes para las pequeñas y medianas empresas en Ecuador. La investigación identifica la percepción de expertos y productores directos del sector manufacturero en la provincia del Azuay para incorporar dichas empresas a la industria 4.0. Analiza las posibilidades de adaptación, evalúa la incidencia de políticas públicas y la creación de un entorno tecnológico favorable. La información se recoge a través de una encuesta realizada a las Pymes manufactureras del Azuay, la cual presentó una tasa de respuesta del 70,87%, un 95% de confianza y un margen de error del 6.3%, complementada con los resultados de un Delphi aplicado a 9 expertos.

### Abstract

Industry 4.0 presents important challenges for small and medium-sized companies in Ecuador. The research identifies the perception of experts and direct producers of the manufacturing sector in the province of Azuay to incorporate these companies into industry 4.0. Analyzes the possibilities of adaptation, evaluates the impact of public policies and the creation of a favorable technological environment. The information is collected through a survey carried out among manufacturing SMEs in Azuay, which presented a response rate of 70.87%, 95% confidence and a margin of error of 6.3%, complemented with the results of a Delphi applied to 9 experts.

### Palabras clave

Industria 4.0, industrialización, PYMES, automatización, Azuay, desafíos, Delphi.

### Keywords

*Industry 4.0, industrialization, SMEs, automatization, Azuay, challenges, Delphi.*

## 1. Introducción

La revolución industrial ha evolucionado y tecnificado procesos mediante varias fases, ha sido un camino largo desde sus inicios a través de la mecanización a vapor y agua, seguido del uso de la electricidad, luego se produjo un boom con la tercera fase que adoptó la robótica y tecnologías digitales, hasta llegar al punto actual en el cual se habla de la era de la industria 4.0 donde la tecnología participa activamente para automatizar y mejorar procesos industriales, los cuales avanzan a un ritmo acelerado (Jan et al., 2021). Esta revolución digital y de interconexión de sistemas está transformando la forma de producir y vivir; el público es optimista sobre las oportunidades de sostenibilidad e innovación que ofrecerá la industria 4.0 para facilitar la autonomía operativa, eficiencia de costes y pronta toma de decisiones (Ghildiyal et al., 2022) (Fitri, Hamid, Lirn, Al Kalbani & Sahin, 2022) (Jan et al., 2021) (Bajic, Rikalovic, Suzic & Piuri, 2021). La Industria 4.0 se ha convertido no solo en el símbolo de la economía entrante, sino que representa también un requisito indispensable para la supervivencia de todas las industrias en el futuro (Caldemi & Cardillo, 2021).

El concepto de industria 4.0 es un término que fue introducido por el gobierno alemán en 2011 y se caracteriza por la integración de las tecnologías de la información y las tecnologías de operación, es decir la unión del mundo físico y digital (Pat, 2022) que crean una gama de oportunidades para el sector manufacturero en todo el mundo. Los sistemas de producción de industria 4.0 requieren flexibilidad en productos, procesos y recursos, promover el desarrollo de innovaciones en cualquier organización es un desafío constante para esta revolución industrial (Zezulka et al., 2022) (Novák, Douda, KAdera &

Vyskocil, 2022) (Corzo, Alvarez & Chavarro, 2022). Las nuevas tecnologías permiten en todo sentido la ampliación de los mercados, así como el interés en mejorar, junto al bienestar de los usuarios y clientes gracias a la oferta de un servicio de cada vez mayor calidad (Sanchez et al., 2021) (Perini, Tommasi & Sartori, 2018), esta transformación impone cambios en los múltiples sectores productivos provocando que el pilar de desarrollo sea la productividad, innovación e incorporación (Dyba, Di Maria & Chiarvesio, 2022) (Mon & René del Giorgio, 2022) (CISTI, 2021).

La Industria 4.0 fue activada por la necesidad de acortar ciclos de desarrollo e innovación, eficiencia para utilización de recursos y está impulsada por varios avances y acceso a la información (De Paula Ferreira, Armellini & Santa-Eulalia, 2022), además facilita la creación de un sistema flexible, inteligente, rentable, respetuoso con el ambiente y socialmente responsable; las tecnologías centrales de la industria 4.0 son inteligencia artificial, big data, fabricación aditiva en 3D, algoritmos, internet de las cosas IoT, robótica, realidad virtual, realidad aumentada, nanotecnología (Yavuz, Uber, Okumus & Karatepe, 2022) (Kumar et al., 2021) (Amarah & Pecas, 2021), en países con menor nivel de desarrollo tecnológico en los cuales se encuentra en marcha la tercera generación industrial se debe tomar como base las lecciones aprendidas por países que llevan la delantera para la implementación de la industria 4.0 la cual todavía está en su infancia y continúa creciendo a un ritmo rápido (Fitri et al., 2022) (Alvarez, 2021).

Si bien el desarrollo tecnológico que impone la industria 4.0 está diseñada para o por grandes empresas, tienen muchos beneficios en conjunto que pueden ser implementados en pequeñas y medianas industrias las cuales representan un alto porcentaje dentro de la economía del país ; según la literatura estudiada la calidad y la ventaja competitiva son los beneficios y desafíos para la implementación; si bien varias PYMES (Pequeñas y medianas empresas) desean el cambio y están dispuestas a afrontar los desafíos que conlleva la adopción, las limitaciones financieras y la falta de conocimiento del tema son un factor que juega en contra para este tipo de industria (Masud & Sonntag, 2020).

Para una adopción hacia la Industria 4.0 es necesario que las industrias busquen innovaciones en la gestión de la cadena de suministro para mantenerse actualizadas y competitivas en el mercado en el que actúan, para esto se debe incorporar tecnologías existentes en sus procesos para lograr competitividad y sostenibilidad; la innovación es un punto clave para que las industrias accedan a nuevas oportunidades y mantengan su ventaja competitiva, el concepto también ofrece alternativas de simplificar los sistemas operativos y minimizar los recursos y el tiempo de entrega dramáticamente (Kunrath, Dresch & Veit, 2023) (Hassam Reza et al., 2021).

Una de las características más destacadas dentro de la cuarta revolución industrial es la introducción de las tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), que se están convirtiendo en un fenómeno de la automatización industrial, para identificar la situación actual de la industria 4.0 en el país, se propone analizar la posición actual de La PYMES frente a un cambio evidente al adoptar industria 4.0 y a su vez compararlo con la opinión de expertos en el tema, analizando cada uno de los diferentes factores (Zezulka et al., 2022) (Alvarez, 2021), cambiar la visión de una empresa a Industria 4.0 requiere un compromiso para cualquier empresa pequeña, mediana o grande, un punto clave dentro de esta adopción es el esfuerzo económico que las PYMES están dispuestas a hacer para lograr esta implementación, adicional es importante incorporar la adaptación de las PYMES, las cuales son indispensables para todas las economías y pueden describirse como una fuerza impulsora de las empresas, el crecimiento, la innovación y la competitividad, al mismo tiempo que son un empleador muy importante.

La adopción y migración hacia industria 4.0 parece inevitable a largo plazo; pero, existen varias limitantes que frenan este cambio tan necesario; por ejemplo, en países desarrollados donde ya tienen implementada esta tecnología sugieren que la preparación para industria 4.0 aumenta considerablemente con el tamaño de la empresa, sugiriendo de forma directa que las PYMES al tener una infraestructura menor la pasan mal a la hora de abordar este concepto. Cambiar la visión de una empresa tradicional es un verdadero reto, la forma de gestión, administración y producción juegan un papel importante, además del esfuerzo económico que la empresa debe realizar; la adopción y migración requieren un compromiso para lograr los resultados esperados (Amarah & Pecas, 2021).

La migración y a su vez adopción de la industria 4.0 no está diseñada a pequeña escala; en el caso de Ecuador, claramente se encuentra en desventaja a nivel mundial; para la industria ecuatoriana el principal objetivo incluye integración de tecnologías de la información y comunicación, flexibilidad, adaptabilidad de manufactura, mejora de la toma de decisiones y conceptos de automatización para una producción más sustentable (Alvarez, 2021). Bajo el escenario de la cuarta revolución industrial la adopción de la industria 4.0 conlleva desafíos esperados para lograr competir a nivel nacional e internacional. Las limitaciones más grandes que encontramos dentro de las PYMES son en cuanto a recursos financieros, tecnológicos y de conocimiento independientemente de su tamaño y actividad económica considerando que no solo son diferentes a las grandes industrias sino también son diferentes entre sí (Masud & Sonntag, 2020) (Alvarez, 2021) (Amarah & Pecas, 2021).

Con respecto a Ecuador, país en el que se centra esta investigación, el 99,5% de las empresas son PYMES (INEC, 2019); por lo tanto, es urgente que las industrias de este país participen lo más pronto posible de estos cambios en la tecnología para que puedan beneficiarse de las ventajas competitivas que produce la industrialización, o al menos para no quedarse atrás en una sociedad que día a día va cambiando y tecnificándose, esta revolución industrial es un proceso largo que puede darse de varias formas e iniciativas, es el momento de generar un cambio que ayude a crecer (Alvarez, 2021) (Amarah & Pecas, 2021) (Masud & Sonntag, 2020).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, este artículo plantea responder a las siguientes preguntas de investigación para las industrias manufactureras en la provincia del Azuay, Ecuador ¿Cuáles son los beneficios de adoptar industria 4.0 para las PYMES manufactureras del Azuay? ¿Cuáles son las ventajas y retos de adoptar industria 4.0 para las PYMES? ¿Cuáles son las limitaciones que presentan las PYMES al momento de adoptar industria 4.0?, como también se analiza sugerencias de adaptación, evaluación de políticas estatales y entorno tecnológico.

## 2. Materiales y método

### Enfoque de la investigación

La investigación busca responder la interrogante planteada de cuáles son los beneficios de adoptar industria 4.0 en las PYMES, para el área de estudio se consideró a la provincia del Azuay, se obtuvo una base de datos de las diferentes PYMES manufactureras que forman parte de la Cámara Pequeña Industria del Azuay (CAPIA) con un universo de 103 empresas afiliadas con fecha 11 de junio de 2023, y como último punto se buscó la opinión de varios expertos en el tema para mediante la aplicación del método Delphi analizar los diferentes puntos de vista de la situación actual para la adopción de industria 4.0; a nuestro universo se ha dividido en 9 líneas de negocio o sectores productivos que se presenta en la Tabla 1, para poder tabular y correlacionar de mejor manera las respuestas de cada una de las PYMES.

Tabla 1 Sectores productivos de las PYMES pertenecientes a la CAPIA con fecha 11-06-2023

SECTOR PRODUCTIVO	NÚMERO DE PYMES
Alimenticio	24
Cuero y calzado	5
Industria textil	12
Industrias gráficas	7
Madera y corcho	4
Metalmecánico	13
Minerales no metálicos	8
Sustancias químicas	10
TIC y servicios	20
<b>TOTAL</b>	<b>103</b>

Fuente: Elaboración propia, tomado de Capia (2023)

### Encuesta a PYMES

La primera parte de la metodología consintió en la realización de un instrumento, que permita responder las preguntas de investigación. La encuesta fue estructurada con cinco preguntas de tipo cerradas, con una escala nominal, la cual analiza cómo se encuentra la industria 4.0; cuál es su visión hacia el cambio y las motivaciones que tienen (Tabla 2), basada en la investigación realizada por Ladino, et al (2022), quien analiza el reto las PYMES manufactureras de Bogotá en la industria 4.0.

Esta encuesta fue realizada a las diferentes PYMES manufactureras del Azuay, independientemente de su enfoque económico y social, las cuales ayudaron a tener un mejor panorama del impacto de la industria 4.0 en las medianas y pequeñas empresas del Azuay; se analizó los diferentes resultados arrojados y opiniones.

La primera interrogante apunta a conocer que tan relacionadas están las PYMES con la industria 4.0; si han escuchado acerca del tema y están relacionados con la terminología planteada; la segunda y tercera interrogante analiza la situación actual de las PYMES frente a procesos automatizados y que tan relacionadas están con la implementación de tecnología en su industria y si tienen implementados procesos de control y mejora continua. La cuarta pregunta apuntó a contestar cuáles son las limitantes que presentan las PYMES al momento de querer ampliar su línea de negocio; por último, se responde a la interrogante de si están dispuestas o no a afrontar los cambios que vienen con la industria 4.0, lo que ayuda a analizar si las PYMES están o no dispuestas al cambio y que es lo que esperan recibir al momento de una posible adopción.

Tabla 2 Encuesta Aplicada a PYMES del Azuay

PREGUNTA	ESCALA	VALOR
Usted ha escuchado acerca de la industria 4.0	Nominal	Si No
En su empresa tienen implementados procesos automáticos	Nominal	Si No Cuales

En su empresa existe control de calidad, departamento de mejora continua o retroalimentaciones constantes que certifiquen que los procesos realizados sean los correctos	Nominal	Si No Porqué
Cuál cree usted que es la mayor limitante para que las PYMES crezcan como empresas y automaticen procesos	Abierta	Opción múltiple
Esta su empresa dispuesta a afrontar la migración a industria 4.0 sabiendo que esto conlleva varios beneficios y desafíos	Nominal	Si No Porque

Fuente: Elaboración propia basado en Ladino, et al (2022),

La tabla indica de forma resumida las preguntas que se realizaron para el levantamiento de información para el análisis de la situación actual de las PYMES, mediante la investigación documental se recopiló y seleccionó información a través de la encuesta de las cuales de un universo de 103 filiales se obtuvieron 73 respuestas; se debe considerar que las encuestas fueron enviadas de forma general y se obtuvieron puntos de vista, gerenciales, de producción, administrativos, etc.; dependiendo a que unidad se direccionó la encuesta; adicional a esto al ser una encuesta de tipo online el tiempo de recopilación de datos fue un poco extenso hasta lograr el mayor número de respuesta; al contar con un total de 73 respuestas se puede contar con una muestra bastante amplia debido a que tabulamos la opinión de más del 65% de nuestro universo total.

Para el cálculo de la muestra se ocupó la siguiente formula que se usa cuando se conoce el tamaño de la población (Garcia & Sastre, 2015).

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{((N - 1) * E^2) + (z^2 * p * q)} \quad (1)$$

En donde,

N= Tamaño de la población

Z= Nivel de confianza

P= Probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q=Probabilidad de fracaso

E= Precisión

Se calculó el tamaño de la muestra considerando el tamaño de la población 103 empresas afiliadas, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 6.3%; arrojando como resultado un tamaño de la muestra de 73; que es el número de respuestas a la encuesta realizada a las PYMES manufactureras del Azuay.

La metodología usada en la investigación se la realizó mediante un cuestionario a expertos que cumplan con un perfil establecido mediante la aplicación de un Delphi con una estructura mostrada en la Figura 1 (Barzallo, García & Vázquez, 2018); con el fin de comprobar la pregunta de investigación, ¿Cuáles son los beneficios de adoptar industria 4.0 para las PYMES tomando en cuenta las diferentes limitaciones?, analizar cada una de las interrogantes propuestas como cuales son los desafíos, beneficios y limitantes a la hora de hacer la migración a industria 4.0; y conjuntamente con la opinión

de las PYMES manufactureras y los expertos en el tema llegar a un consenso final. Adicional a ello se va a realizar una pequeña encuesta a N PYMES para conocer su posición actual en cuanto a industria 4.0.

Figura 1 Esquema metodológico “Método Delphi “



Fuente: Elaboración propia basado en (Barzallo, García & Vázquez, 2018)

### Cuestionario a expertos aplicación de método Delphi

Para esta última parte de la metodología se buscó expertos en el tema de la industria 4.0, mismo que cumplieron con el siguiente perfil: Hombre o Mujer, Trabajo en empresa pública o privada, Experiencia en campo, investigación o aplicación de Industria 4.0; Ingeniero en sistemas, electrónico o afines a carreras tecnológicas (Tabla 3).

Tabla 1 Perfil de Expertos

#	EMPRESA	CARGO	AÑOS DE EXPERIENCIA
EXPERTO 1	Privada	Docente Investigador	9
EXPERTO 2	Privada	Docente Investigador	12
EXPERTO 3	Privada	Coordinador Técnico	5
EXPERTO 4	Publica	Líder de proyecto	8
EXPERTO 5	Privada	Gerente de Transformación	4
EXPERTO 6	Privada	Jefe de producción y procesos	2
EXPERTO 7	Publica	A cargo del área de innovación	7
EXPERTO 8	Privada	Gerente de Desarrollo	6
EXPERTO 9	Privada	Control de calidad	2

Fuente: Elaboración propia, base de datos de la investigación

El número óptimo del panel se busca teniendo en cuenta la naturaleza de la investigación y los objetivos que se tratan de alcanzar, el alcance geográfico y los recursos a disposición del investigador; el autor Jon Landeta Rodríguez en 1999 propone de 7 a 30 participantes, con esta premisa se contó con la participación de 9 expertos que cumplieron con el perfil requerido anteriormente citado (Landeta, 1999).

Se inició con un cuestionario que incluye 3 bloques de preguntas abiertas referentes a

beneficios, desafíos, ventajas y desventajas; y a su vez se puede contar con un número variable de respuestas asociadas que permitan definir las interrogantes planteadas; el cuestionario fue administrado vía web en formato Google Formularios.

Después de la evaluación del Formulario #1 se obtuvieron 27 diferentes respuestas en cada una de las preguntas abiertas, las cuales fueron tabuladas por frecuencia de las ideas expuestas y agrupación por categorías (Gould, 2003).

Una vez recibidos los aportes de cada uno de los expertos y modificada la información se llevó a cabo la segunda ronda de preguntas que se basó en clasificar el nivel de importancia de cada una de las respuestas obtenida esto de los realizó mediante la escala de Likert, es decir se valoró las respuestas más recurrentes ofreciendo puntuaciones, considerando (1) “poco importante” y (5) “muy importante”; el resultado de esta ronda fue la identificación de las áreas de acuerdo y desacuerdo.

Finalmente, las respuestas de cada uno de los cuestionarios fueron analizadas de forma analítica mediante el software “POWER BI”.

### 3. Resultados

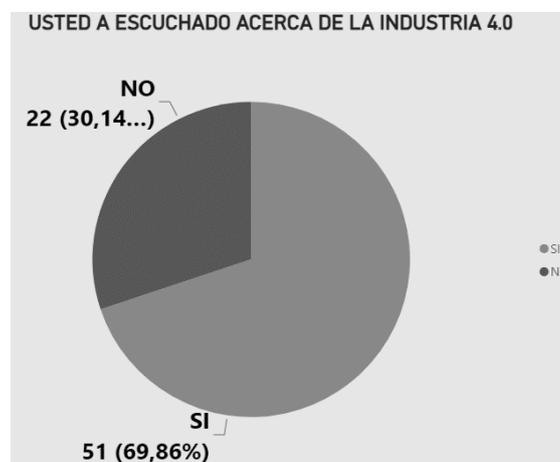
El proceso de recopilación de información tiene como objetivo obtener datos sobre la situación actual que atraviesan las PYMES manufactureras de todos los sectores de la provincia del Azuay en Ecuador. Los resultados muestran que existe un temor al cambio, impulsado por varios factores que analizaremos en detalle más adelante. Sin embargo, es evidente que faltan las consideraciones necesarias para una adaptación inmediata.

Es importante reconocer que este proceso de adaptación es un camino largo y que requiere no solo la disposición de las industrias, sino también una colaboración conjunta a nivel nacional. La opinión de los expertos desempeñó un papel fundamental al ayudar a comprender los beneficios, ventajas, desventajas y desafíos relacionados con la adopción de la nueva era industrial. Estas opiniones permitieron conectar los conocimientos teóricos con la realidad que enfrentamos.

#### Perfil de las PYMES

La primera pregunta que se realizó a las PYMES se centró en determinar cuán familiarizadas están con la revolución industrial. La Figura 2 muestra que el 31% de las empresas no están relacionadas con este tema, lo que significa que no tienen conocimiento acerca de qué se trata ni de los beneficios que conlleva. En contraste, el 69% restante ha escuchado acerca de la terminología y, por lo tanto, están familiarizadas con el tema.

Figura 2 Tabulación de datos pregunta 1

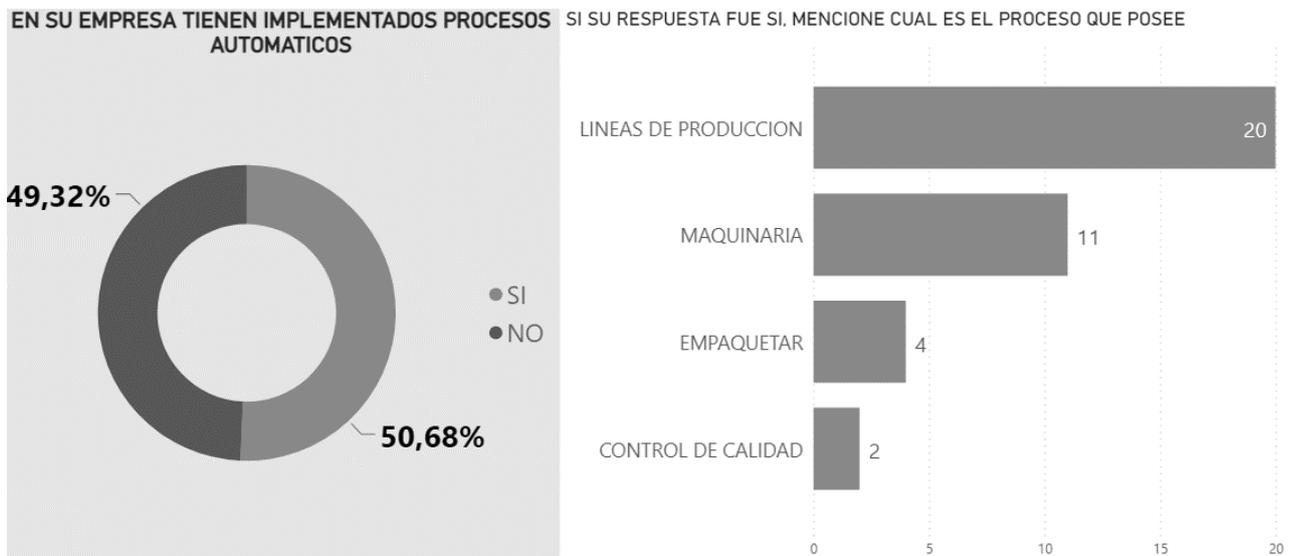


Fuente: Elaboración propia, resultados de la investigación

La segunda pregunta del cuestionario permitió determinar si las PYMES tienen procesos

automáticos o algún proceso automatizado que indique inclusión de tecnología, en la Figura 3 se muestran los resultados extraídos en los cuales tenemos casi un 50% que implementa y no tecnología en sus procesos; el principal proceso tecnificado se da en la línea de producción que engloba toda la línea desde la transformación de materia prima hasta el producto final, aquí existen varios procesos que pueden ser automatizados como por ejemplo la producción en masa de algún producto; de igual forma se entiende como maquinaria a procesos que no requieren de mano de obra manual.

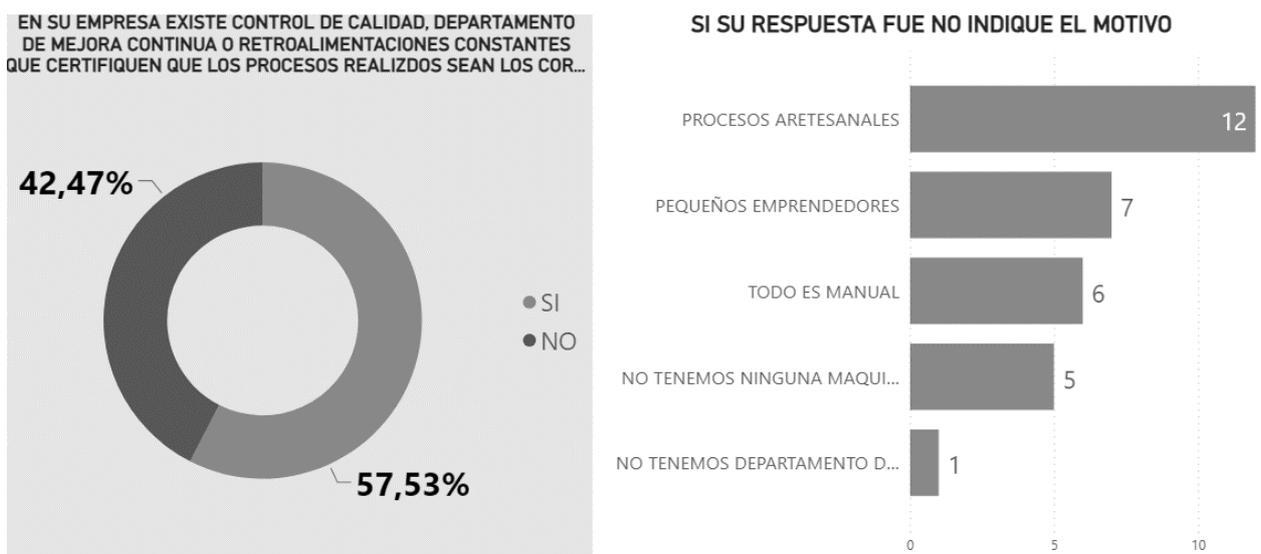
Figura 3 Tabulación de datos pregunta 2



Fuente: Elaboración propia, resultados de la investigación

En cuanto a los procesos de control y retroalimentación; en este punto se enfoca a la mejora continua de procesos y servicios; los resultados muestran que la mayoría de PYMES aún tienen procesos artesanales sin automatización de los mismos, es decir todos los procesos que se realizan lo hacen mediante el factor humano (Figura 4).

Figura 4 Tabulación de datos pregunta 3

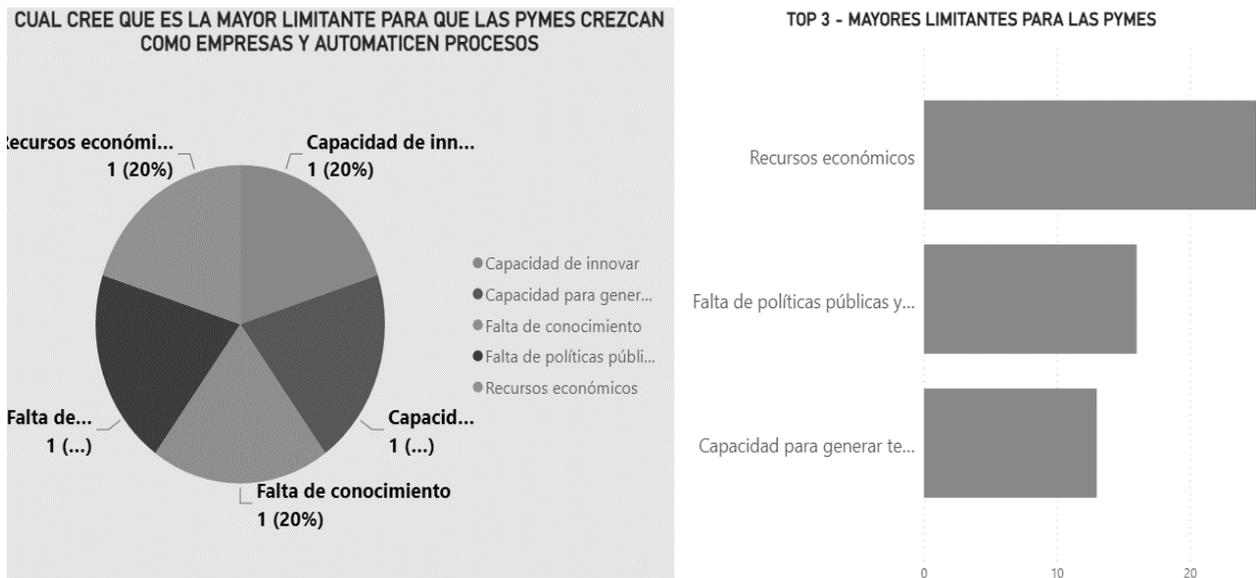


Fuente: Elaboración propia, resultados de la investigación

Por otro lado, desde el punto de vista de las PYMES hacia una mejora; se observa que la principal limitante para continuar y mejorar sus procesos y servicios: es la falta de recursos

económicos y financieros que manejan las PYMES, seguido de falta de políticas públicas y la capacidad para generar tecnología (Figura 5).

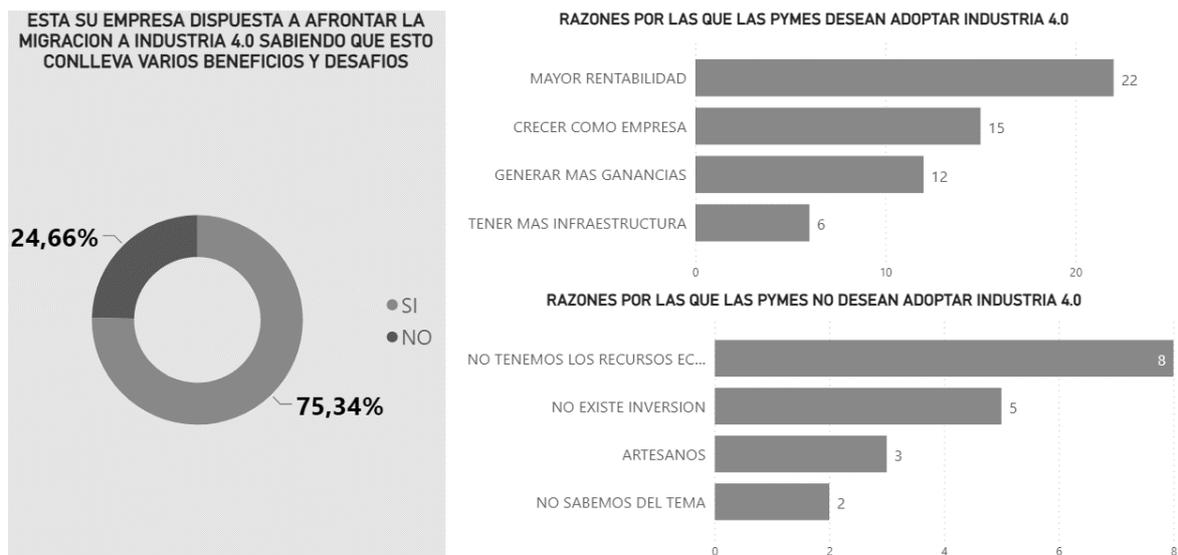
Figura 5 Tabulación de datos pregunta 4



Fuente: Elaboración propia, resultados de la investigación

En cuanto a que si las PYMES están dispuestas a afrontar un cambio; si están listas para innovar y que es lo que esperan de este cambio (Figura 6); la mayoría coincide en que la migración a industria 4.0 traerá mayor rentabilidad y ganancias para la empresa; por otro lado, las empresas que tienen miedo al cambio coinciden que son muy pequeñas y no tienen los suficientes recursos y no están con el tema.

Figura 6 Tabulación de datos pregunta 5



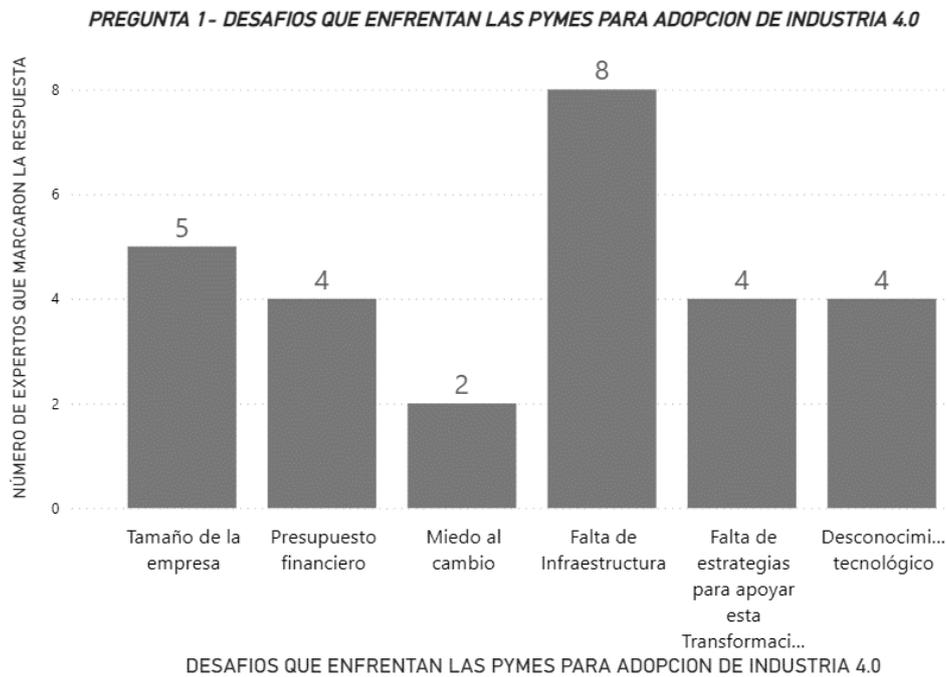
Fuente: Elaboración propia, resultados de la investigación

### Opinión de Expertos

Los expertos coinciden que los desafíos que enfrentan las PYMES por orden de criterio son: falta

de infraestructura, tamaño de la empresa, presupuesto y financiamiento, desconocimiento tecnológico y falta de estrategias; dejando en último lugar el miedo al cambio (Figura 7).

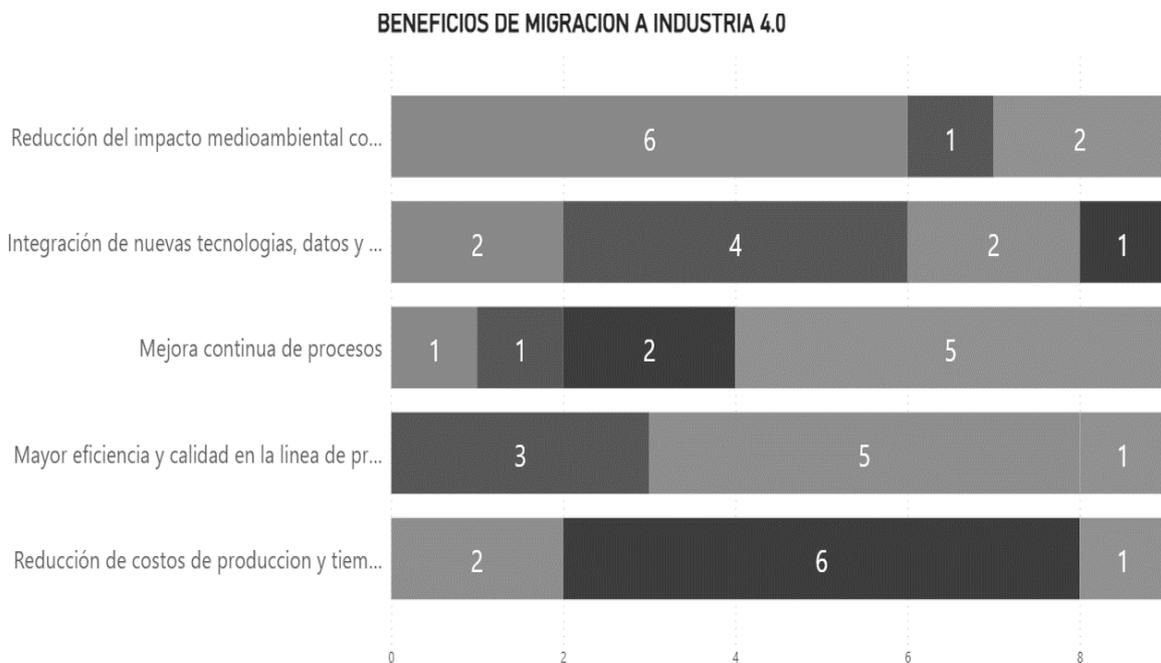
Figura 7 Tabulación de datos pregunta 1



Fuente: Elaboración propia, resultados de la investigación

En cuanto a los beneficios de la migración a Industria 4.0 se analizó las respuestas del cuestionario 1 para obtener por orden de frecuencia los 5 beneficios más relevantes; la Figura 8 muestra la recurrencia de las respuestas.

Figura 8 Tabulación de datos pregunta 2



Fuente: Elaboración propia, resultados de la investigación

Después de analizar los resultados, los expertos llegan al consenso de que el mayor beneficio para las PYMES al momento de adoptar Industria 4.0 es la reducción del impacto medioambiental debido a la implementación de tecnologías sostenibles; seguido de la integración de nuevas tecnologías; los resultados de esta sección de muestran en la Tabla 4.

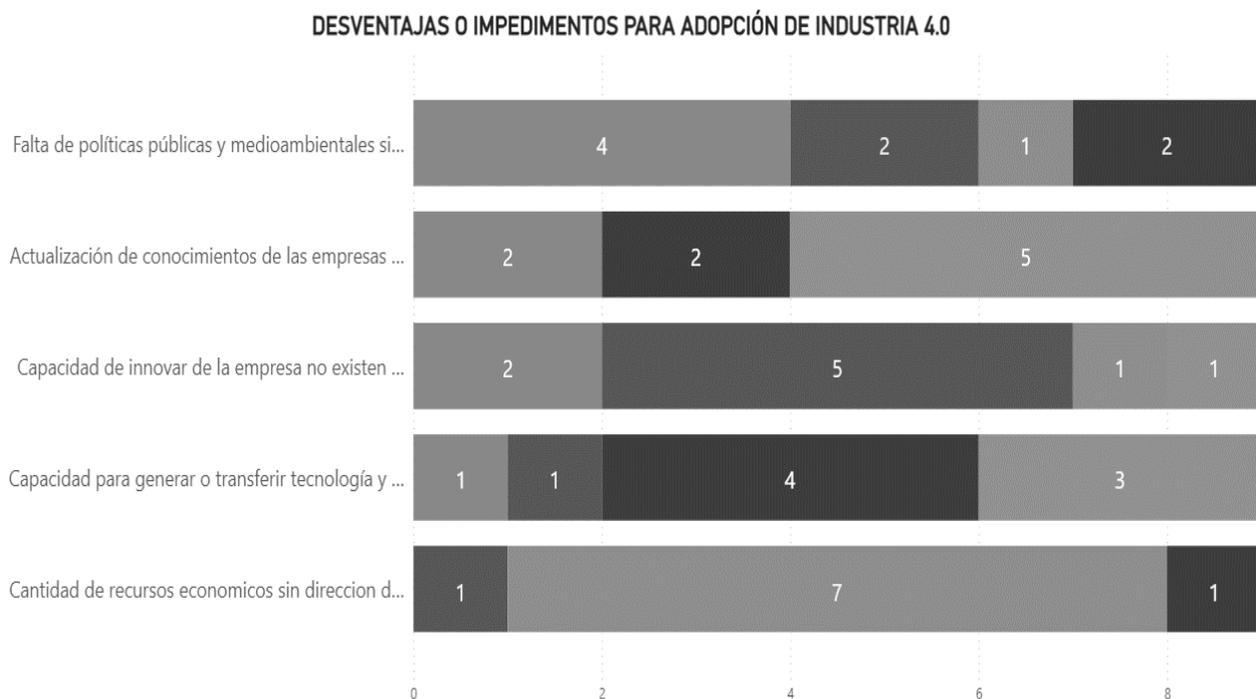
Tabla 2 Resultados de tabulación de pregunta 3

BENEFICIOS DE MIGRACIÓN A INDUSTRIA 4.0	PONDERACIÓN FINAL
Reducción del impacto medioambiental con la implementación de tecnologías sostenibles	1
Integración de nuevas tecnologías, datos y seguridad	2
Mayor eficiencia y calidad en la línea de producción	3
Reducción de costos de producción y tiempos muertos	4
Mejora continua de procesos	5

Fuente: Elaboración propia, resultados de la investigación

En cuanto a las desventajas o impedimentos para la migración a Industria 4.0, se analizó por orden de recurrencia las respuestas obtenidas, en la figura 9 se muestran los resultados y la recurrencia de las respuestas.

Figura 9 Tabulación de datos pregunta 3



Fuente: Elaboración propia, resultados de la investigación

Después de analizar los resultados, los expertos llegan al consenso de que la mayor desventaja o impedimento son la falta de políticas públicas debido a que no existen políticas con beneficios para PYMES lo cual genera que no tengan acceso al crédito y por lo tanto no puedan crecer; los resultados de esta sección de muestran en la Tabla 5.

Tabla 3 Resultados de tabulación de pregunta 3

DESVENTAJAS O IMPEDIMIENTO	PONDERACION
----------------------------	-------------

Falta de políticas públicas y medioambientales sin beneficios ni facilidades para las PYMES	1
Capacidad de innovar de la empresa, no existen ecosistemas para cambios	2
Cantidad de recursos económicos sin dirección de inversión con falta de adaptación a nuevos productos y al mercado	3
Capacidad para generar o transferir tecnología y avances para la automatización de procesos y mejora continua	4
Actualización de conocimientos de las empresas y perfiles de personas para trabajar en fábricas inteligentes	5

*Fuente: Elaboración propia, resultados de la investigación*

## Conclusiones y discusión

### Discusión

La metodología usada buscó recopilar datos importantes para comparar la situación actual de las PYMES, como ven estás una migración de tecnología y como expertos en el tema aportan ideas para vencer las barreras que impiden este cambio, se analizaron sugerencias de adaptación, evaluación de políticas estatales y entorno tecnológico.

Por una parte los resultados a expertos sugieren que la falta de infraestructura es uno de los principales desafíos que deben enfrentar las PYMES debido a que no cuentan ni con capital económico ni humano para una transformación que conlleva modificar la estructura, políticas y líneas de producción; esto se liga directamente con la falta de políticas públicas que hacen muy difícil que una PYME pueda acceder al crédito o que cuente con algún beneficio para crecer, lo que indica que el tamaño de la empresa es otra limitante; desde el punto de vista de las PYMES el mayor limitante son la falta de recursos económicos y financieros seguidos de la falta de políticas públicas; analizando ambos lados se llega al mismo consenso todo está ligado a la poca capacidad financiera que poseen lo cual incluye en la infraestructura de la empresa y esto a su vez no es posible solventarlo sin el apoyo gubernamental con la implementación de políticas públicas que apoyen emprendimientos de péquelas y medianas empresas; buscando algún beneficio o fácil acceso ya sea a crédito o alguna seguridad que impulse a las PYMES a adoptar una nueva cultura de tecnología.

La industria 4.0 trae consigo varios beneficios dentro de los cuales el principal es la reducción del impacto medioambiental debido a las políticas y normas sustentables; esto genera reducción de tiempos de producción por lo tanto mayor productividad y a su vez reducción de tiempos muertos; todo en conjunto hace que la industria 4.0 genera mayor rentabilidad y menor daño; claramente vivimos en un país de tercer mundo en donde el apoyo no está centrado en la pequeña y mediana industria; a pesar de ello hay empresas que están apostando por este cambio; hay que considerar todos los puntos a favor y en contra; los expertos coinciden que existen varios puntos a analizar pero el punto de partida se da en hacer un análisis de la situación actual y proponer un nuevo punto al que se quiere llegar; obviamente el cambio es un proceso largo que de paso en paso se va a lograr; las PYMES concuerdan que el mayor beneficio que obtendrán sería la mayor rentabilidad y producción; pero cabe recalcar que la industria 4.0 no solo es automatización de procesos sino una mejora continua de cada uno de los procesos y servicios para optimizar cada uno de los recursos de la empresa.

Una parte fundamental de los resultados obtenidos se trata de la falta de capacidad de innovación de las empresas; la industria en nuestro medio es una industria conformista que tiene miedo al cambio por lo tanto no crea ecosistemas de innovación para poder crear y transferir no solo tecnología, sino conocimientos y aprendizajes; la actualización constante de conocimientos de las empresas y a su vez al personal es indispensable para apoyar la migración.

Cuando hablamos de industria 4.0 estamos hablando de automatización; por lo tanto de

la integración de nuevas tecnologías, datos y seguridad; tenemos dos puntos de vista, el primero que toda la información es guardada y almacenada de forma virtual lo que permite una retroalimentación constante y en tiempo real de la situación actual; y por otro lado hablamos de seguridad; los datos e información debe contar con la seguridad necesaria para ofrecer todas las garantías; aquí nace un factor importante por la cual las PYMES no están dispuestas a migrar; el miedo al cambio; el miedo a lo desconocido, el miedo al fracaso.

### **Recomendaciones**

Después de analizar cada una de las interrogantes y responder a la pregunta de investigación sobre los beneficios de la adopción de la industria 4.0 para las PYMES, se puede sugerir una cronología de análisis para guiar la adopción de esta tecnología en una PYME:

Evaluación de Políticas Estatales y Entorno Tecnológico:

- Evaluar si el entorno político y gubernamental es propicio para la adopción de tecnologías de la industria 4.0.
- Analizar si las políticas públicas y regulaciones ofrecen garantías y facilidades para las PYMES que desean adoptar esta tecnología.

Análisis de la Situación de la Empresa:

- Evaluar la infraestructura existente en la empresa, incluyendo tecnologías y recursos disponibles.
- Determinar la disponibilidad de recursos económicos para la inversión en tecnología.
- Evaluar la capacidad del personal y su disposición para la innovación.
- Fomentar la creación de un ecosistema de innovación y desarrollo de tecnología.

Creación de Cultura de Adaptación y Cambio:

- Fomentar una cultura dentro de la empresa que promueva la adaptación al cambio.
- Reorientar los productos y servicios de la empresa para satisfacer las necesidades cambiantes del mercado y los usuarios.
- Promover la formación continua y la capacitación del personal para trabajar en un entorno empresarial inteligente.

Automatización de Procesos y Control de Calidad:

- Implementar procesos automatizados y sistemas de control de calidad para mejorar la eficiencia operativa.
- Buscar la mayor productividad, reducción de costos de producción y minimización de tiempos muertos en los procesos de la empresa.

Actualización Permanente y Formación:

- Mantenerse al tanto de los cambios y avances tecnológicos que sean relevantes para la empresa.
- Brindar capacitación constante al personal para asegurarse de que estén preparados para trabajar en un entorno empresarial basado en la tecnología de la industria 4.0.
- Esta cronología de análisis puede servir como una guía para las PYMES que deseen adoptar la industria 4.0 de manera efectiva y adaptarse a un entorno empresarial cada vez más digital y tecnológico.

## Consideraciones

La industria 4.0 es un cambio de tecnología que ofrece mayor flexibilidad y solidez y elevan los estándares de calidad en los diferentes procesos aplicados; esta migración conlleva grandes beneficios y a su vez un gran compromiso debido a las limitantes que tenemos en nuestro medio.

La mayoría de PYMES están dispuestas a aceptar este proceso de migración, por el crecimiento como empresa y el aumento de rentabilidad y producción, debemos considerar que la industria 4.0 no solo conlleva esos beneficios, sino que es un concepto que abarca mejora de calidad, automatización de proceso, integración de sistemas reducción de errores, entre otros, sin embargo, existen aún varias industrias que desconocen del tema y no están listas para adoptar este concepto.

La mayor limitante para una adopción es la falta de garantías en las políticas públicas y medioambientales estatales que al momento no cuentan con beneficios y facilidades para las PYMES; estas políticas están en constante cambio.

La industria 4.0 es un concepto eco amigable ya que mediante tecnologías más sostenibles y eficientes genera una reducción del impacto medioambiental.

La implementación de tecnologías avanzadas como inteligencia artificial, integración de sistemas y datos ofrecen la posibilidad de crear nuevos modelos de negocio para expandirse a nuevos mercados.

La reducción de costos operativos es importante para eliminar procesos manuales y con esto reducir tiempos de inactividad, tiempos muertos y reducción de errores; sin embargo, hay que adoptar un modelo híbrido para las PYMES ya que tienen procesos artesanales que desean mantener.

Debemos crear una cultura de innovación; crear ecosistemas que permiten que las industrias creen y compartan avances que ayuden a la toma de decisiones acertadas aumentando la competitividad empresarial.

La mejora continua y el control de calidad son conceptos estrechamente relacionados que trabajan juntos para impulsar la innovación, competitividad y eficiencia del sector industrial.

Al aprovechar las tecnologías de la industria 4.0 como IoT, Big Data, inteligencia artificial, cloud computing, transformaremos la gestión de calidad de un enfoque reactivo a uno proactivo y predictivo para optimizar los resultados de calidad y entregando productos y servicios mejorados.

Con la llegada de la industria 4.0 y el incremento de tecnología para procesos automáticos se puede considerar que exista un incremento de desempleo o a su vez un periodo de expansión en donde se crean nuevos empleos con una cualificación superior.

En futuras investigaciones se debe centrar en aplicar enfoques de aprendizaje para desarrollar sistemas que recomienden tecnologías de industria 4.0 a las PYMES en función de su orientación económica y social en función de otras PYMES con características similares.

## Referencias (APA 6ta Edición)

- Abdul Rahman, N. S., Hamid, A., Lirn, T., Al Kalbani, K. y Sahin, B. (2022). The adoption of industry 4.0 practices by the logistics industry: A systematic review of the gulf region. *Cleaner logistics and Suply Chain*, Science Direct, pag 9.
- Alvarez Vasquez, O. W. y Arroyo Morocho, F. R. (2021). Análisis de la industria 4.0 como factor diferenciador del sector industrial del Ecuador. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Tesis de posgrado.
- Amarah, A. y Pecas, P. (2021). Un marco para evaluar la madurez de la industria 4.0 de las pymes manufactureras. *Revista Aplicado Ciencias*, Vol 11, pp 17.
- Bajic, B., Rikalovic, A., Suzic, N. y Piuri, V. (2021). Industry 4.0 Implementation Challenges and opportunities: A Managerial Perspective. *IEEE Systems Journal*, Vol 15, N°1, pp 14.
- Barzallo, D. C., Garcia, J. L. y Vázquez, J. P. (2018). El incentivo drawback en empresas florícolas de la provincia del azuay: Un foda a través del método delphi. *REVISTA GLOBAL DE NEGOCIOS*, Vol 6, N° 7, pp 37-52.

- Cámara de la pequeña industria del Azuay (2023), disponible en <https://www.capia.com.ec/>
- Cardillo, E. y Caddemi, A. (2021). Feasibility study to preserve the health of an Industry 4.0 Worker: a Radar system for Monitorin the Sitting-time. IEEE explore, pp 5.
- Corzo, G. D., Alvarez, E. L. y Chavarro, F. (2022). La industria 4.0 y sus aplicaciones en el ámbito militar: oportunidad estratégica para Latinoamérica. Revista científica General José María Córdova, Vol 20, pp 717-736.
- Dixon, P. (2022). The Industry 4.0 Lexicon. IEEE Pulp and Paper Industry Conference, Pulp and Paper Industry Conference (PPIC).
- Dyba, W., Di Maria, E. y Chiarvesio, M. (2022). Actions fostering the adoption of Industry 4.0 technologies in manufacturing companies in European Regions. Journal of Regional Research Investigaciones Regionales, pp 27-46.
- Ferreira, W., Armellini, F., De Santa Eulalia, L. A. y Thomasset- Laperrière, V. (2022). A framework for identifying and analysing industry 4.0 scenarios. Journal of Manufacturing Systems, 192-207.
- García Baculima, J., & Sastre Merino, S. (2015). Participación de los jóvenes en la planificación del desarrollo: caso de Sayausí (parroquia rural) Cuenca-Ecuador.
- Ghildiyal, Y., Singh, R., Alkhayyat, A., Gehlot, A., Malik, P., Sharma, R., Vaseem Akram, S. y Alkwai, L. M., (2022). An imperative role of 6G communication with perspective of industry 4.0: Challenges and research directions. Science direct, pag 13.
- Gould, D. (2003). Delphi study methodology. Fifth Generation Work - Virtual Organization, Leadership in Virtual Teams, Chapter 3, 76-90.
- Hassam Reza, M. N., Nambi, C. A., Jayashree, S. y Mohiuddin, M. (2021). Industry 4.0 –Technological Revolution and Sustainable Firm Performance. IEEE explore, Emerging Trends in Industry 4.0.
- Industry 4.0 contributions to Education 4.0. (2021). Iberian conference on Information systems and TEChnologies (CISTI), 6.
- Instituto nacional de estadística y censo (INEC), Pymes en ecuador, disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>, 2019
- Jan, Z., Ahamed, F., Mayer, W., Patel, N. y Grossmann, G. (2021). Artificial intelligence for industry 4.0: Systematic review of applications, challenges and opportunities. Science Direct, Expert Systems with Applications. Vol 216.
- Kunrath, T. L., Dresch, A. y Veit, D. R. (2023). Suply chain management and insutry 4.0: a theoretical approach. O & PM Brazilian Journal of opeertions and production Management, Vol 20, N° 1, pp 24.
- Ladino, J. M., Briceño, D. L. y Rodriguez, L. A. (2022). Industria 4.0\_ el reto para las pymes manufactureras de Bogota, Colombia, Mutis. Artículo de investigación.
- Landeta, J. (1999). El método Delphi: una técnica de previsión para la incertidumbre, Editorial Ariel.
- Masud, T. y Sonntag, P. (2020). Industria 4.0: desafíos y beneficios de la adopción para las pymes. Informatica en la Industria, Edicion 121.
- Mon, A. y René del Giorgio, H. (2022). Analysis of Industry 4.0 Products in Small And Medium Enterprises. Science Direct, Pag 914-923.
- Novák, P., Douda, P., Kadera, P. y Vyskocil, J. (2022). PyMES: Distributed Manufacturing Execution System for Flexible Industry 4.0 Cyber-Physical Production Systems. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), pp 7.
- Perini, M., Tommasi, F. y Sartori, R. (2021). Quali competenze e quali strategie formative per l'industria 4.0? Lo tato dell'arte. Dipartimento di Science Uname dell'Universita degli studi di Verona, pp 16.
- Rey Sanchez, S. P., Garivay, F., Jacha, J. P. y Malpartida, J. N. (2021). Industria 4.0 y gestión de calidad empresarial. Revista Venezolana de Gerencia, Universidad del Zulia, pp 289-298.
- Srivastava, D. K., Kumar, V., Ekren, B., Upadhyay, A., Tyagi, M. y Kumari, A. (2021). Adopting Industry 4.0 by leveraging organisational factors. Technological Forecasting & Social Change, 176.
- Yavuz, O., Uner, M. M., Okumus, F. y Karatepe, O. (2022). Industry 4.0 technologies, sustainable operations practices and their impacts on sustainable performance. Journal of cleaner production, 387.
- Zezulka, F., Jirsa, J., Venkrbec, L., Marcon, P., Benesl, T., Kaezmarezyk, V., Arm, J. y Bradac, Z. (2022). The Ideas of Industry 4.0: Seven Years After. Conference Paper Archive IFAC, pp 145-150.

## Anexos

### Formulario de Encuesta a Empresas

1	Usted ha escuchado acerca de la industria 4.0
2	En su empresa tienen implementados procesos automáticos, si los tiene mencione cuales son
3	En su empresa existe control de calidad, departamento de mejora continua o retroalimentaciones constantes que certifiquen que los procesos realizados sean los correctos, si no los tiene indique porque no tienen departamento de mejora continua o calidad
4	Cuál cree que es la mayor limitante para que las pymes crezcan como empresas y automaticen procesos
5	Está su empresa dispuesta a afrontar la migración a industria 4.0 sabiendo que esto conlleva varios beneficios y desafíos, indique las razones de su respuesta
Link Formulario	<a href="https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe4paldITJejbIHQgacB73VI_SCFhbPsyncDTq1osISOQJCqw/viewform?usp=pp_url">https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe4paldITJejbIHQgacB73VI_SCFhbPsyncDTq1osISOQJCqw/viewform?usp=pp_url</a>

### Cuestionario 1 aplicado a Expertos

1	<p>Cuáles son los mayores desafíos que enfrenta una PYME para adopción a industria 4.0, MARQUE 3 RESPUESTAS Según su criterio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tamaño de la empresa</li> <li>- Presupuesto financiero</li> <li>- Desconocimiento tecnológico</li> <li>- Falta de estrategias para apoyar esta Transformación</li> <li>- Falta de Infraestructura</li> <li>- Miedo al cambio</li> </ul>
2	Cuales considera usted que son los 3 principales beneficios de una migración a Industria 4.0, por favor liste en orden de importancia según su criterio
3	Cite 3 desventajas o impedimentos que no permiten adoptar e implementar Industria 4.0 en las medianas y pequeñas empresas.
Link Formulario	<a href="https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSde6GdhhiSDqyDU5xxm7r3MJQM WQWnbtAs9uMU9KwybpENPhw/viewform?usp=pp_url">https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSde6GdhhiSDqyDU5xxm7r3MJQM WQWnbtAs9uMU9KwybpENPhw/viewform?usp=pp_url</a>

### Cuestionario 2 aplicado a Expertos

1	<p>Cuales considera usted que son los 3 principales beneficios de una migración a Industria 4.0, por favor liste en orden de importancia según su criterio del 1 al 5, considerando (1) poco importante y (5) muy importante</p> <p><b>BENEFICIOS DE LA MIGRACIÓN A INDUSTRIA 4.0</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Integración de nuevas tecnologías, datos y seguridad</li> <li>-Mayor eficiencia y calidad en la línea de producción</li> <li>-Mejora continua de procesos</li> </ul>
---	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reducción del impacto medioambiental con la implementación de tecnologías sostenibles</li> <li>-Reducción de costos de producción y tiempos muertos</li> </ul>
2	<p>Cite 3 desventajas o impedimentos que no permiten adoptar e implementar Industria4.0 en las medianas y pequeñas empresas, por favor liste en orden de importancia según su criterio del 1 al 5, considerando (1) poco importante y (5) muy importante</p> <p><b>DESVENTAJAS O IMPEDIEMENTOS PARA LA ADOPCIÓN DE INDUSTRIA 4.0 EN LAS PYMES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Capacidad para generar o transferir tecnología y avances para la automatización de procesos y mejora continua</li> <li>-Falta de políticas públicas y medioambientales sin beneficios ni facilidades para las Pymes</li> <li>-Capacidad de innovar de la empresa no existen ecosistemas para cambios</li> <li>-Actualización de conocimientos de las empresas y perfiles de personas para trabajar en fábricas inteligentes</li> <li>-Cantidad de recursos económicos sin dirección de inversión con falta de adaptación a nuevos productos y al mercado</li> </ul>
Link Formulario	<a href="https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf9QjvD4RI0cVBm4J7VuTS8NDegrjJqsc0ZLZ-3WiMgd3RjWw/viewform?usp=pp_url">https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf9QjvD4RI0cVBm4J7VuTS8NDegrjJqsc0ZLZ-3WiMgd3RjWw/viewform?usp=pp_url</a>