

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y RECURSOS HUMANOS  
UNIDAD DE POSGRADO

**ELEMENTOS DE LA APLICACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0  
QUE AUMENTAN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS PYME  
TECNOLÓGICAS DEL ESTADO DE NUEVO LEON, MEXICO**



PRESENTADA POR  
REYNOL ELOY VILLARREAL GONZALEZ

ASESOR  
JAVIER ALFREDO RAMIREZ CORZO

TESIS  
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN ADMINISTRACIÓN

LIMA – PERÚ  
2023



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y RECURSOS HUMANOS  
UNIDAD DE POSGRADO**

**TESIS**

**ELEMENTOS DE LA APLICACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 QUE AUMENTAN LA  
PRODUCTIVIDAD DE LAS PYME TECNOLÓGICAS DEL ESTADO DE NUEVO  
LEON, MEXICO**

**PARA OPTAR  
EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN ADMINISTRACIÓN**

**PRESENTADO POR:  
REYNOL ELOY VILLARREAL GONZALEZ**

**ASESOR:  
DR. JAVIER ALFREDO RAMIREZ CORZO**

**LIMA, PERÚ**

**2023**

## ÍNDICE GENERAL

Declaración de autenticidad	Error!
<b>Bookmark not defined.</b>	
ABREVIATURAS y TÉRMINOS TÉCNICOS	Error!
<b>Bookmark not defined.</b>	
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	v
Introducción	1
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA A INVESTIGAR	7
1.1 La Evolución de la Industria 4.0	7
1.1.1 Hechos actuales que contextualizan el problema	12
1.1.2 Causas y consecuencias del problema a investigar.	16
1.1.3 Planteamiento Teórico del Problema de Investigación	18
1.2.1 Antecedentes teóricos sobre la productividad.	20
1.2.2 Relación teórica variable dependiente (productividad) con las variables independientes (Xs).	25
1.2.3 La justificación teórica y/o aplicada de cada una de las variables independientes.	26
1.3 Pregunta central de investigación	32
1.4 Objetivo general de la investigación	32
1.4.1. Objetivos metodológicos de la investigación	33
1.5 Hipótesis general de la investigación	33
1.6 Metodología	33
1.7 Justificación de la investigación	34
1.8 Delimitaciones del estudio	36
1.9 Matriz de Congruencia	37
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	39
2.1 Marco Teórico de la variable dependiente (Productividad)	39
2.1.1 Teorías, definiciones e investigaciones aplicadas	41
2.1.2 Estudios de investigaciones aplicadas sobre la relación de la variable Y (Productividad) con las Xs	48
2.2 Marco teórico y estudios de investigaciones aplicadas a las variables Independientes	51
2.2.1 Variable X1- Infraestructura para el desarrollo tecnológico	51
2.2.2 Variable X2- Transformación digital para toma de decisiones	54

2.2.3	Variable X3- Automatización de los procesos administrativos	61
2.2.4	Variable X4- Procesos productivos inteligentes	64
2.2.5	Variable X5- Capacidad para generar innovaciones	70
2.3	Hipótesis Operativas y/o Específicas	76
2.3.1	Modelo Gráfico de la Hipótesis	77
2.3.2	Modelo de relaciones teóricas con las hipótesis	78
CAPÍTULO 3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA		79
3.1	Tipo y diseño de la investigación	79
3.1.1	Tipos de Investigación	79
3.1.2	Diseño de la Investigación	79
3.2	Método de recolección de datos	80
3.2.1	Elaboración del Instrumento	80
3.2.2	Operacionalización de las variables de la hipótesis	81
3.3	Población, marco muestral y muestra	84
3.3.1	Tamaño de la muestra	84
3.3.2	Sujetos de estudio:	88
3.4	Métodos de Análisis	88
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN		89
4.1	Prueba piloto	89
4.2	Resultados finales	91
4.2.1	Estadística descriptiva	91
4.2.2	Análisis estadístico	104
4.3	Comprobación de hipótesis	111
Conclusiones y recomendaciones		113
Cumplimiento de objetivos.		115
Referencias		120
Anexos		127

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Mapa Conceptual del Problema Bajo Estudio. ....	18
Tabla 2. Matriz de Congruencia .....	37
Tabla 3. Índice global de Productividad Laboral de la Economía .....	70
Tabla 4. Tabla de Relación Estructural Hipótesis, Marco Teórico .....	78
Tabla 5. Estructura del Instrumento encuesta.....	81
Tabla 6. Operacionalización de las variables e indicadores de gestión. ....	82
Tabla 7. Prueba de KMO y Bartlett.....	86
Tabla 8. Para el cálculo del tamaño de una muestra para población finita.....	87
Tabla 9. Cálculo del error muestral para poblaciones finitas.....	87
Tabla 10. Alpha de Cronbach.....	89
Tabla 11. Tabla de fiabilidad y validez de constructo.....	90
Tabla 12. Estadísticos descriptivos y varianza.....	97
Tabla 13. Análisis factorial de idoneidad de los datos.....	98
Tabla 14. Análisis Factorial: Media.....	99
Tabla 15. Resumen de los modelos resultantes en regresión lineal múltiple...	105
Tabla 16. Resumen del modelo con 3 variables independientes.....	105
Tabla 17. ANOVA.....	107
Tabla 18. Tabla de coeficientes.....	108
Tabla 19. Tabla de coeficientes de PATH.....	109
Tabla 20. Variables latentes-Correlaciones.....	109
Tabla 21. Tabla de desviación estándar, media, valores t y valores p.....	110
Tabla 22. Comprobación de las hipótesis.....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución cronológica de las Revoluciones Industriales .....	8
Figura 2. Industria 4.0 Fabricando el Futuro.....	11
Figura 3. Oferta de Robots Industriales en 2016, principales 15 mercados productores .....	13
Figura 4. Diferencia porcentual entre el caso de referencia y el caso con IA en 2035 .....	14
Figura 5. Revoluciones industriales .....	15
Figura 6. Modelo de Negocios de Fabricación 4.0, facilitadores de crecimiento y facilitadores tecnológicos. ....	17
Figura 7. Ámbitos de aplicación del Internet de las cosas.....	20
Figura 8 El impacto económico de la IA .....	21
Figura 9. Gráfico por tipos de tecnologías implementadas en las empresas. ..	22
Figura 10. Gráfico tomado de página oficial INEGI .....	24
Figura 11. Grado de innovación tecnológica .....	40
Figura 12. Relación entre variables países desarrollados y emergentes .....	48
Figura 13 Principales países responsables de patentes en IA a nivel mundial.....	50
Figura 14. Incremento potencial de valor en sectores en Mexico, a partir de la IA.....	64
Figura 15. Solución integral Smart Factory de Grupo Garatu.....	69
Figura 16. Modelo Gráfico de Variables.....	77
Figura 17. Cálculo del tamaño de la muestra.....	84
Figura 18 Método de extracción: Análisis de componentes principales.....	100
Figura 19. Método de extracción: Análisis de componentes principales: X5.....	101
Figura 20. Método de extracción: Análisis de componentes principales: X4.....	102
Figura 21. Método de extracción: Análisis de componentes principales: X3.....	102
Figura 22. Método de extracción: Análisis de componentes principales: X2.....	103
Figura 23 Método de extracción: Análisis de componentes principales: X1.....	104
Figura 24. Modelo Resultante con 3 variables.....	106

## RESUMEN

El termino Industria 4.0 hace referencia a la Cuarta Revolución Industrial en la que la tecnología es un valor definitivo de la expansión de un Proyecto. Por lo tanto, las Pymes deben hacer una inversión tecnológica para ajustar los medios al fin corporativo. Esta revolución muestra un incremento en la cantidad de datos que maneja el negocio, sin embargo, la inteligencia tecnológica facilita una lectura rápida de esa información. Este escenario también se define por una mayor relación de proximidad con el cliente ya que la industria 4.0 también implica al consumidor final.

El objetivo de este estudio es determinar los elementos que ayuden a aumentar la productividad de las Pymes mediante el uso y aplicación de las herramientas de Industria 4.0 .Con este fin, la pregunta de investigación es la siguiente: Cuáles son los elementos de la aplicación de la Industria 4.0 en las PYMES que permiten aumentar la productividad de estas empresas?

Una vez que las Pymes hayan adoptado esta nueva cultura de adopción de herramientas y de colaboración, el siguiente paso es pensar que otras tecnologías pueden ayudar a impulsar la productividad de su empresa. A medida que un público creciente de personas jóvenes se integra a trabajar en empresas de todos los sectores, es normal que sus necesidades y las del negocio cambien. Este proceso de modernización es parte del fenómeno global que se ha llegado a conocer como transformación digital y para comprenderlo es necesario considerar el hecho de que las herramientas de trabajo actuales de deben adaptar a nuevas necesidades gracias a la evolución tecnológica. A escala global , las empresas invertirán anualmente 900 mil millones de dólares para incorporar tecnologías emergentes de Industria 4.0 hacia 2021 .La mayoría lo hace para convertir sus plantas en fábricas inteligentes, lo que implica habilitar máquinas y sistemas con IoT para visualizar y extraer datos de las máquinas y equipos en tiempo real, explorar toda esa información para crear modelos predictivos y optimizar procesos y facilitar la toma de decisiones inteligentes vía la transformación digital la automatización de los procesos administrativos , procesos productivos inteligentes y su capacidad de generar innovación para aumentar la productividad en las Pymes Tecnológicas del estado Nuevo León.



NOMBRE DEL TRABAJO

**105. TESIS DOCTORADO - VILLARREAL -  
ASESOR DR. JAVIER RAMIREZ.docx**

RECuento DE PALABRAS

**25345 Words**

RECuento DE CARACTERES

**142026 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**113 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 15, 2023 12:18 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 15, 2023 12:20 PM GMT-5**

● **17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 16% Base de datos de Internet
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de  
Ciencias Administrativas  
y Recursos Humanos

**OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS**

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA ANTIPLAGIO TURNITIN

FECHA	NOMBRE DEL DOCENTE	CORREO DEL DOCENTE
23/05/2023	DR. JAVIER ALFREDO RAMIREZ CORZO	JRAMIREZC@USMP.PE

NOMBRE DE LA TESIS
ELEMENTOS DE LA APLICACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 QUE AUMENTAN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS PYMES TECNOLOGICAS DEL ESTADO DE NUEVO LEON

NOMBRE DEL ASESORADO(A)	TELÉFONO Y CORREO	ESCUELA PROFESIONAL
REYNOL ELOY VILLARREAL GONZALEZ		POSGRADO

RESULTADO:

17% (EXCLUYENDO CITAS Y BIBLIOGRAFÍA)

CONCLUSIÓN:

LA TESIS SE ENCUENTRA APTA PARA CONTINUAR CON EL SIGUIENTE TRÁMITE.

DR. JAVIER ALFREDO RAMIREZ CORZO .....

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR

DNI: ...08783296.....

REYNOL ELOY VILLARREAL GONZALEZ.....

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESORADO

DNI **G22645471**

REVISADO POR: MG. CARLOS ANTONIO ESCUDERO CIPRIANI

## INTRODUCCIÓN

El mundo se está moviendo hacia una nueva era en donde la infraestructura para el desarrollo tecnológico, contar con procesos productivos inteligentes y la capacidad en la generación de han configurado lo que hoy es llamada cuarta revolución industrial. Esto es importante no solamente para las grandes empresas y corporativos con grandes inversiones sino también a las PYME, ya que sus modelos de producción se verán afectados por fuertes impactos sociales y tecnológicos que forman parte del estudio de esta investigación académica.

De esta forma las PYME tendrán retos de gran complejidad productividad y competitividad en donde los emprendimientos estarán ligadas siempre al uso adecuado y eficaz de las tecnologías. Por lo tanto, la industria demandará PYME con de la información, realidad aumentada e inteligencia artificial, por mencionar algunos ejemplos.

Derivado de las condiciones del mercado con bajo factor tecnológico en estas PYME, complicará sus labores de exportación e inserción a las cadenas de producción nacionales e internacionales. Este tema pega de forma directa al desarrollo económico, cultural y social de México, por lo cual es mandatorio que nuestro estado apoye e incida en base a la tecnología de las PYME y de nuevos emprendimientos tecnológicos mediante políticas públicas, regulación con el gobierno y tributarias de largo plazo.

Esta presentación académica consiste en identificar y determinar los posibles elementos de la Industria 4.0 de las PYME tecnológicas y la propuesta desde una perspectiva teórica de la evolución de la Industria 4.0 para lograr incrementar la productividad de estas con el uso de estas variables descritas previamente.

En el capítulo 1 se presentan, así como los pilares tecnológicos de la industria 4.0 y los antecedentes del problema investigar, básicamente una recopilación histórica de datos y sucesos que pasaron en las tres primeras revoluciones industriales y como afectó esto a la industria promedio, asimismo, se hace una síntesis de los beneficios que puede tener para las PYME el tener una inserción adecuada a estos pilares tecnológicos.

El marco teórico se desarrolla en el capítulo 2, el cual permite clarificar la variable productividad (Y) así como las variables independientes, se detallan diversas teorías, conceptos e investigaciones previamente aplicadas y se cierra este capítulo con un esquema graficado de las hipótesis y las relaciones de diversas teorías con las hipótesis.

Se utiliza en el capítulo 3 los métodos correlacionales, descriptivos y exploratorios. Este será un trabajo de investigación no experimental porque este se realiza sin manipular las variables al observar los fenómenos como tal y se utiliza la técnica de búsqueda de campo, documental y bibliográfica. El principal instrumento para la investigación es el cuestionario, el cual se realizó en tres secciones, primero haciendo énfasis en el perfil del encuestado, segundo en el perfil de la empresa y tercero una serie de preguntas por cada variable dependiente e independiente teniendo una escala tipo Likert.

En el capítulo 4 se detallan los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento de medición, en donde se valida el impacto que tienen cada una de las variables independientes sobre la variable dependiente que es productividad. Se presentan los resultados relativos al perfil de los encuestados y de las empresas. Adicionalmente, se lleva a cabo un análisis sobre la base de una ecuación lineal

múltiple, finalmente, se plantea la validación de la hipótesis con base en los resultados obtenidos.

## **CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA A INVESTIGAR**

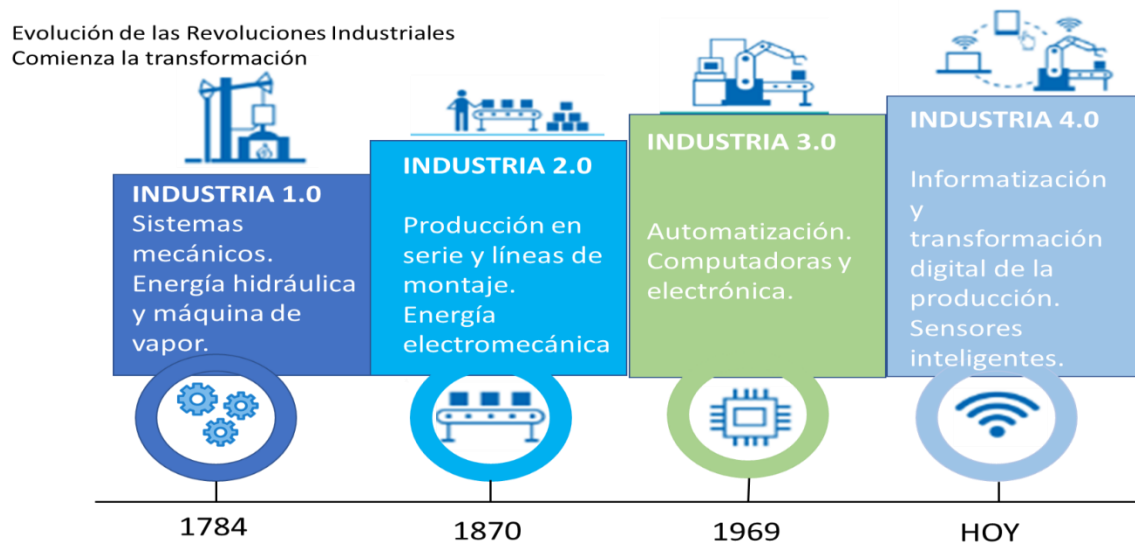
### **1.1 La Evolución de la Industria 4.0**

El término de Industria 4.0 surge en Alemania empezando la década pasada, forjado por un grupo de ingenieros especialistas que fueron convocados por Alemania con el fin de estructurar un programa que permita mejorar la competitividad y productividad primordialmente en la manufactura. El concepto fue concebido, inicialmente, en la feria de Hannover de 2011 y ganó protagonismo en muy pocos meses. En el 2013, al cabo que se desarrolló la siguiente feria el grupo de ingenieros con especialidades precisas presentó los resultados finales del estudio y realizó la publicación de la estrategia de Alemania para llevar a cabo a sus fábricas un nuevo proceso productivo basado en inteligencia artificial y la interconectividad.

Así, el concepto “Industria 4.0” se adaptó a la visión estratégica de Alta Tecnología en 2020 y se convirtió de forma universal como uno de los ejes temáticos de la llamada Cuarta Revolución Industrial. La figura 1 muestra la evolución de cada una de las revoluciones industriales donde ha iniciado el cambio en los procesos en el sector industrial, tal cual se indica por tiempos cronológicos:

**Figura 1.**

***Evolución de las revoluciones industriales***



*Fuente. Adaptación en base a Hallward – Driemeier Gaurav Nayyar 2018, Trouble in the Making? The Future of Manufacturing-Led Development. Banco Mundial*

La Industria 4.0 a la que le separan 5 décadas de su anterior, se conceptualiza como el cambio transitorio de nuevos sistemas operativos y físicos que operan en forma de redes de comunicación y son construidas sobre un cimiento de la revolución industrial anterior (Klaus, Schwab, 2016). Consiste, primordialmente, en una gran mezcla de factores tecnológicos que convergen entre lo biológico, digital y físico, generando una fusión entre los planos y ocasionando un cambio de paradigma (Foro Económico Mundial, 2016). Esta revolución es la fase de la transformación digital del sector manufacturero y está impulsada por la conectividad, la fuerza de los sistemas informáticos y el aumento en el volumen de los datos.

Entre los pilares tecnológicos de la Industria 4.0 se destacan:

- I. Admiten conectar factores tecnológicos de información con otros factores operacionales y de comunicación...
- II. Conectan maquinas con productos, máquinas con máquinas y esto lo integran en diferentes formas y áreas de la etapa productiva.
- III. Internet de las cosas (IoT): Admite una comunicación de múltiples direcciones entre productos, personas, y máquinas; facilita el proceso de toma de decisiones con base a la información que va recopilando en su ambiente. Aquellas máquinas que su tarea es automatizar ciertas claves y procesos que anteriormente solo el ser humano podía realizarlo.
- IV. Manufactura Aditiva: Admite la fabricación de piezas a partir de capas de diferentes materiales tomando como referente un diseño previo, directamente del modelo virtual, y descentraliza el desarrollo y diseño de productos e inserta un componente de productos, software y servicios al sector manufacturero.
- V. Big Data y análisis de grandes datos: Menciona información caracterizada por un gran volumen, velocidad y variedad de información estructurada y no estructurada (PECD, 2016). Esta información se reporta por equipos, máquinas, micrófonos, celulares, equipo con sensores incluidos, y provienen de distintos orígenes, como empresas, redes sociales, clientes, proveedores o ciertas empresas
- I. Computación en la nube: Oferta de servicios de informática, almacenamiento y rápido acceso. Puede mencionarse en tres niveles: plataforma como servicio, software como servicio e infraestructura como



servicio. Este servicio deja que los negocios puedan acceder a los recursos informáticos de una manera no tan rígida y sin esforzarse mucho desde distintos aparatos, y oferta estabilidad, interoperabilidad y agilidad.

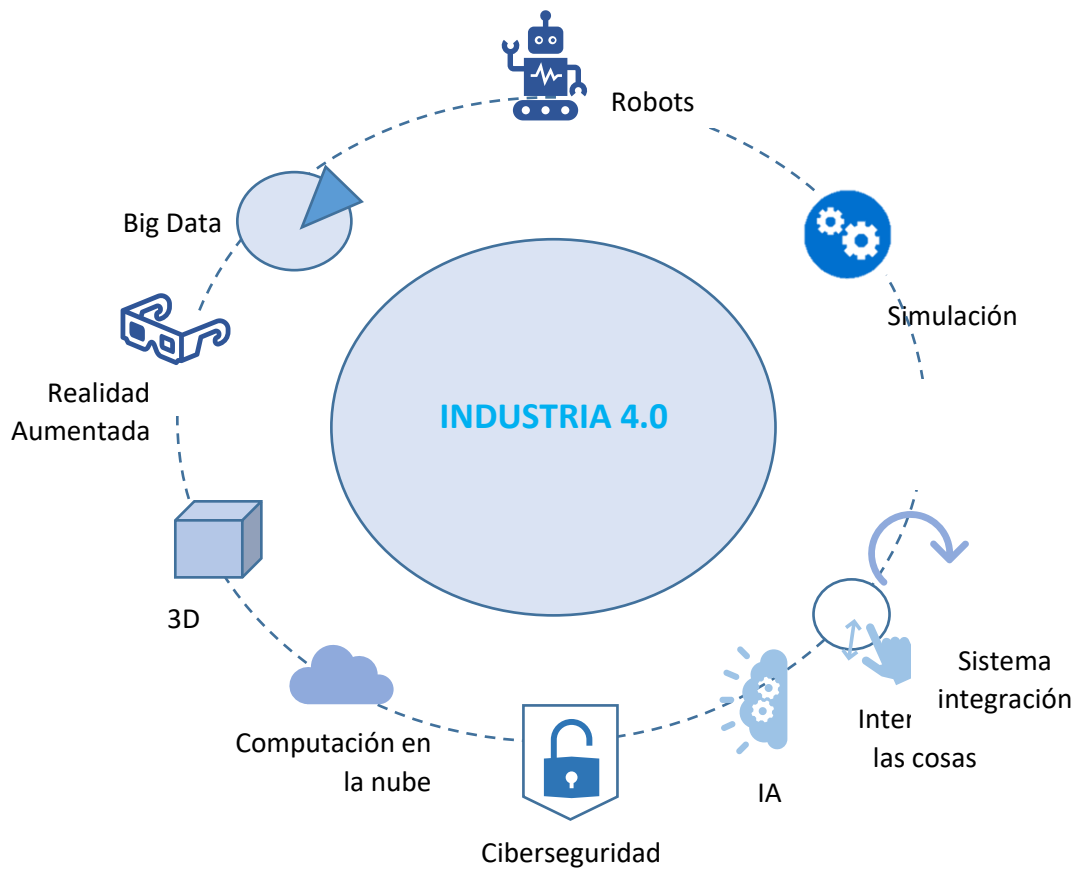
- II. Simulación de entornos visuales: Admite representar y ajustar de modo virtual el trabajo colaborativo de personas, procesos y máquinas en acceso a tiempo real antes de ser puestos en marcha, ayuda a detectar desperfectos, eficientiza procesos y hace una evaluación final del ambiente de control.
- III. Inteligencia Artificial: Realiza el desarrollo y creación de algoritmos que deja a los ordenadores procesar información a una velocidad inusual, y logra un aprendizaje autónomo y automático. Los algoritmos se alimentan de información y experiencias de forma reciente, y se va ajustando, habilitando al ordenador con nuevas capacidades cognitivas propias del ser humano como planificación, lenguaje, visión, comprensión y proceso de tomar decisiones en base a la nueva información., comprensión, visión, toma de decisiones y planificación.
- IV. Ciberseguridad: Es importante para que las demás tecnologías tengan una mejor y adecuada penetración en esta fase de transformación digital. El cambio evolutivo hacia la integración creciente de los actores de la cadena de valor, plataformas digitales, computación en la nube y la industria inteligente demanda a desarrollar formas y mecanismos apegados a la ciberseguridad de los entornos industriales.
- V. Realidad Aumentada: Admite configurar objetos digitales con el ambiente real. Se entiende por sistemas que combinan la simulación, el

modelado y la forma de adaptar nuevas estrategias para la creación de productos, y planificar y organizar ciertos procesos productivos dando flexibilidad y rapidez.

Estos pilares tecnológicos de la industria 4.0 se entrelazan como se observa en la siguiente figura.

**Figura 2**

***Industria 4.0 Fabricando el Futuro*** \ *Industria 4.0 Fabricando el futuro*



Fuente: Basco, Beliz y Garnero (2018).

En esta figura se muestran los pilares tecnológicos de la Industria 4.0 haciendo referencia a la forma de toma de decisiones y ejecutar diversas tareas sin que el ser humano tenga que intervenir; se refiere a aquellos dispositivos que llevan ciertas actividades y el proceso de facilitar tareas de una forma remota relacionando el entorno de trabajo y como pudiera ser mejor.

### **1.1.1 Hechos actuales que contextualizan el problema.**

Esta revolución industrial actual y la fábrica inteligente forma parte de un proceso de digitalización en la que los factores tecnológicos y de información de data se han formado para crear soluciones de innovación y sistemas de gestión, con el objetivo de optimizar costos y gastos en el proceso de manufactura, y generar una respuesta de mayor valor a los clientes.

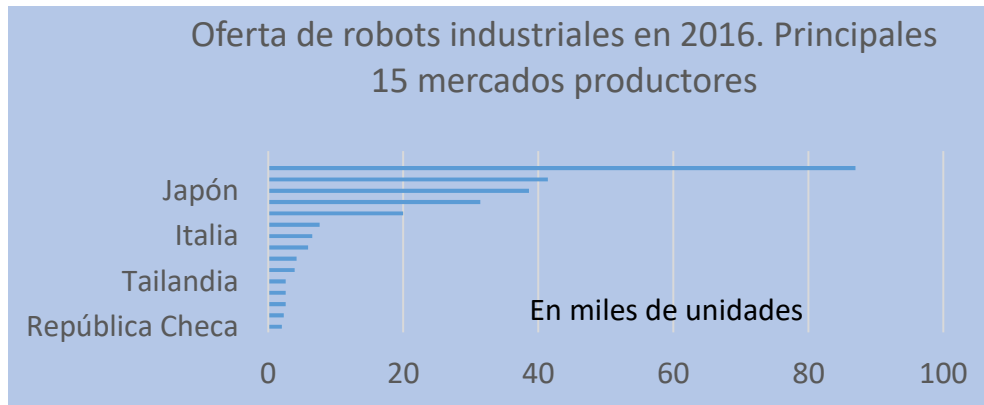
Es importante y prioritario irse adaptando hacia una nueva adopción para la competitividad y el aumento en la competitividad de las Pyme, así como indicar la validez e importancia de contar con buena infraestructura en tecnología para su desarrollo y el uso óptimo de la tecnología y emprendimiento. Este cambio no es solo privado sino público.

Innovación e iniciativa están muy correlacionadas, sin embargo, pocas ideas se convierten realmente en innovación. La estadística reciente de los negocios en México señala que la innovación de sus ideas depende en gran forma a sus habilidades individuales ante el reto hoy en día que representan los cambios para las PYME en México, y esto incluye a Nuevo León, esto afecta la comunicación entre clientes y sobre todo las experiencias que esperan contar mientras ocurre el periodo de interactuar con las empresas. En este momento se habla de la Revolución Industrial 4.0, que es la forma de creación de un producto o un servicio soportados por herramientas de base tecnológica que se adapten a lo que realmente necesita la

gente. En la figura 3 se muestra una oferta de robots en la industria al 2016, los principales 15 mercados que producen estos robots de tipo industrial.

### Figura 3 Oferta de Robots Industriales en 2016, principales 15 mercados

#### Productores



*Fuente: IFR World Robotics, 2017*

Tiene como opciones las PYME de innovación a los cambios demográficos, cambios en la percepción pública, necesidades de los procesos, acontecimientos inesperados y desde luego el nuevo conocimiento. Toda persona que busca emprender está constantemente preguntándose todo lo que sucede en su entorno, con el objetivo de lograr sucesos que le permita crear o idear soluciones a los problemas existentes. Esta revolución implica cambios orientados a las infraestructuras inteligentes y digitalización de metodologías, estos procesos impactarán de forma más eficaz a la hora de trabajar y negociar para las PYME.

En México hay más de 4.2 millones de microempresas; las pequeñas suman 175,000 y representan 15% de empleabilidad; por su parte, las medianas llegan a 35,000 y generan 16% del empleo. Estas organizaciones se concentran en actividades como los servicios, el del vestido, el comercio y muchos trabajos de forma independiente como los servicios tecnológicos de software. “En la era digital, los

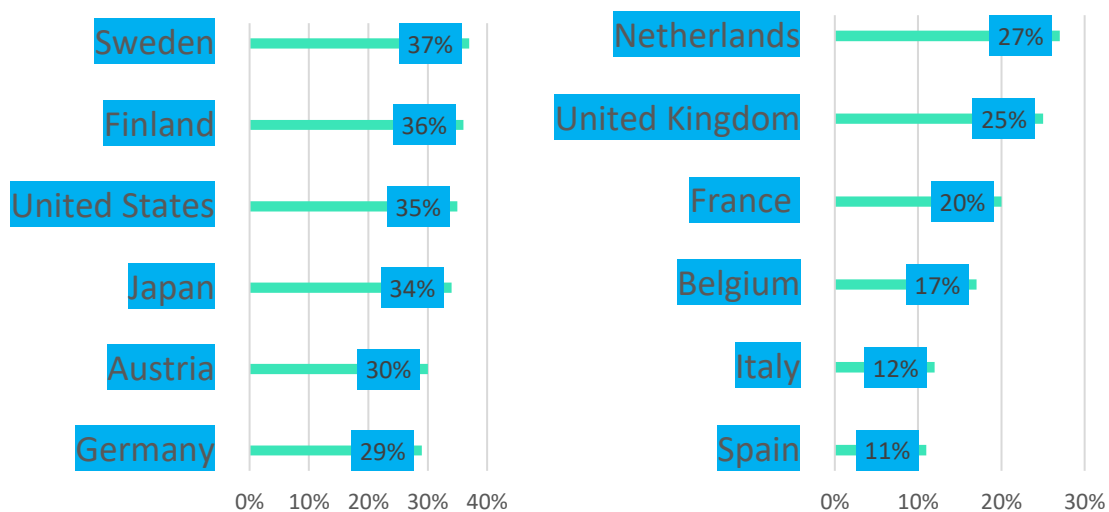
emprendedores son quienes tienen la llave para innovar”, señaló Gustavo Parés Arce, director general de la empresa de inteligencia artificial Nearshore Delivery Solutions. “Hay más de 20 millones de empleos globales que genera esta industria de servicios de la tecnología de información y México aporta menos del 2% de la participación global.”.

Con más de 22 mil millones de dispositivos conectados a Internet a nivel mundial, las nuevas tecnologías se han posicionado como una oportunidad de negocio para emprendedores de todos los sectores.

Con respecto al aumento en la competitividad laboral en el mundo con empresas conectadas con Inteligencia Artificial, se observa en la figura 4, la inteligencia artificial puede apoyar al aumento de la competitividad laboral en economías desarrolladas.

**Figura 4**

***Diferencia porcentual entre el caso de referencia y el caso con IA en 2035***

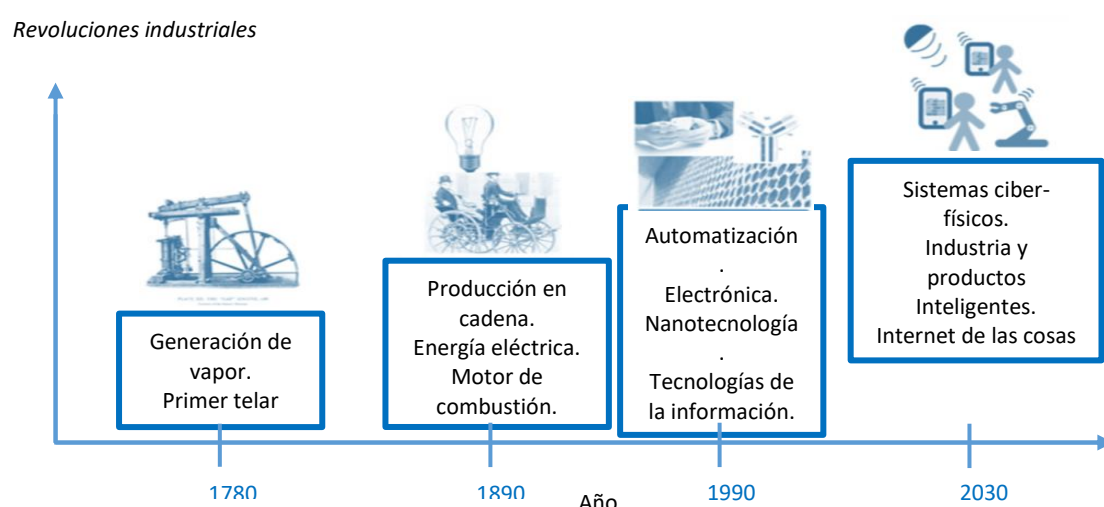


*En España las empresas han conllevado el proceso de digitalización a un incremento en sus ventas de poco más del 35% y demuestran mejores resultados a los de países de Europa como Alemania, Francia e Inglaterra, en nuestro país este es un mercado que no se explota pero que tiene un buen panorama en ese rubro.*

En la figura se representa la diferencia porcentual entre el caso de referencia y el caso con la IA en 2035

**Figura 5.**

### ***Revoluciones industriales***



Fuente: Dombrowski y Wagner (2014)

Con respecto a la primera revolución industrial, esta tiene su origen en el Reino Unido y supone el paso de una economía rural a una economía urbana; la máquina de vapor fue su gran motor. En la segunda revolución industrial surgen las industrias químicas, eléctricas y automotriz, hay una reducción masiva de costo. En la tercera revolución industrial surge la automatización, cambio a energías renovables, y en la Industria 4.0, también llamada Revolución Inteligente o Ciber Industria del futuro basada en el internet y la revolución de los datos; hay una gestión remota colaborativa y preventiva.

### **1.1.2 Causas y consecuencias del problema a investigar.**

La falta de transformación digital para la toma de decisiones en las PYME es una causa que origine nuevos problemas para resolverlos. La falta de infraestructura de la empresa, y la escasez de generación de procesos de innovación y como llevarlos a cabo; la industria 4.0 comprende lo que es el ciclo completo del producto, su línea de montaje, inventario, ventas, organización y planificación, servicio orientado al cliente, y un servicio de campo, a la vez. Todos comparten visiones actualizadas y prioritarias sobre el proceso de venta y proceso productivo inteligente. La siguiente forma parte de un listado de algunas ventajas de adoptar los elementos de la Industria 4.0:

- Le da mayor competitividad.
- Da un mayor grado de atracción hacia los jóvenes.
- Hace que el equipo de trabajo sea más colaborativo y en tanto se fortalece.
- Visualizan los problemas previamente a que lleguen a ser más graves.
- Le permite reducir costos, mejorarlos rendimientos y apoyar el crecimiento.

De esta forma se resumen los beneficios como consecuencia de los retos y objetivos específicos:

#### **Beneficios Económicos**

- Productos individuales bajo condiciones de producción en serie o volumen.
- Incremento de competitividad y flexibilidad.
- Crecimiento económico.

#### **Beneficios Ambientales**

- Se espera eficiencia en la energía y recursos de hasta un 50%.
- Incremento en el desarrollo sustentable y sostenible.

## Beneficios Sociales

- Mejora la vida personal al acceder por ejemplo a trabajar de forma remota.
- Autonomía para programa de inclusión social.

La figura 6 se muestra un modelo de negocios de Industria 4.0 con facilitadores de eficiencia/crecimiento y facilitadores tecnológicos.

### Figura 6.

***Modelo de Negocios de Fabricación 4.0, Facilitadores de crecimiento y facilitadores tecnológicos.***



Fuente: Informe CodiKB (2016)

### Mapa conceptual del problema a investigar

Se puede tener baja productividad en las Pyme Tecnológicas derivado de las siguientes causas:

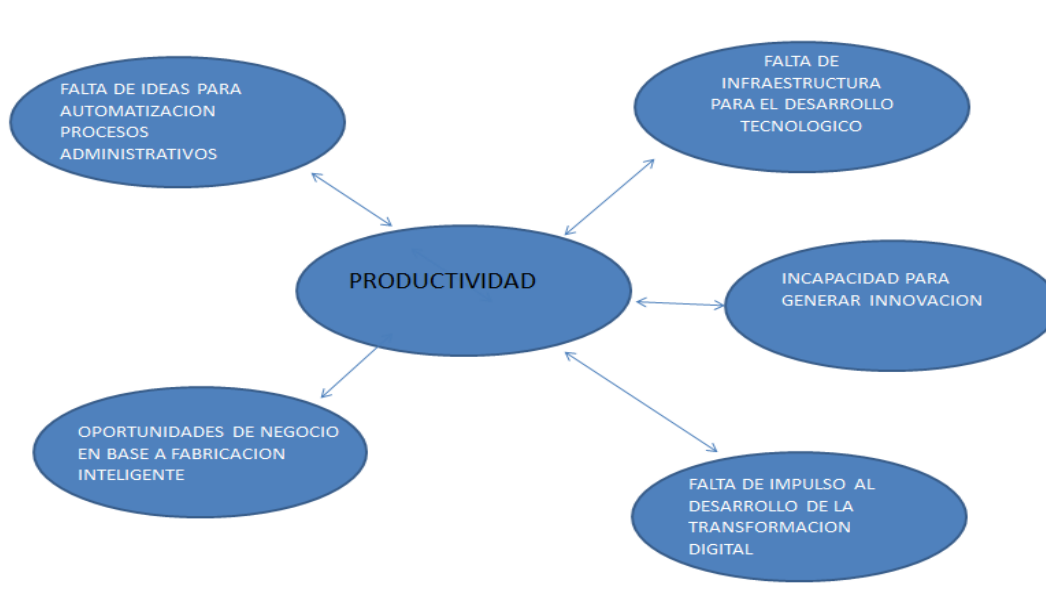
- Falta de ideas para generar innovación.
- Falta de adecuada infraestructura para desarrollo tecnológico.
- Falta de procesos productivos inteligentes en la planta de producción,
- Falta de automatización en los procesos administrativos.



- Falta de transformación digital para la adecuada toma de decisiones.

**Tabla 1.**

***Mapa Conceptual del Problema Bajo Estudio.***



Fuente: Elaboración propia

**Planteamiento teórico del problema de investigación**

Es prioritario comprender lo que se avecina con la Industria 4.0 y lo que impacta en las PYME y sus procesos productivos de manufactura. Esto afectará a todos los negocios, industrias y sectores de producción, e incluso al ser humano, en general; La cuarta revolución industrial efficientiza en las operaciones de una empresa y el incremento de su facturación haciendo cambios radicales en los productos de la cadena o línea de montaje y lo que esperan los clientes en sus resultados.

La industria 4.0 quizá modifique la manera de trabajar en las PYME y también impacta como los proveedores y clientes van están trabajando y las experiencias que tendrán con las empresas. Aún más allá de esto, pudiera tener repercusiones o

cambios en los empleos, no tanto en disminución o aumento sino un cambio radical en las capacidades y roles administrativos, lo que requerirá nueva capacitación y desarrollo de funciones.

Adicionalmente, los elementos fundamentales de esta cuarta revolución industrial también pueden conducir a productos y servicios completamente nuevos. El uso de dispositivos portátiles y sensores, la robótica permitirá mejorar el producto y servicios desde la creación de muestras y pruebas, hasta tener interconectividad incluyendo a productos que fueron previamente desconectados.

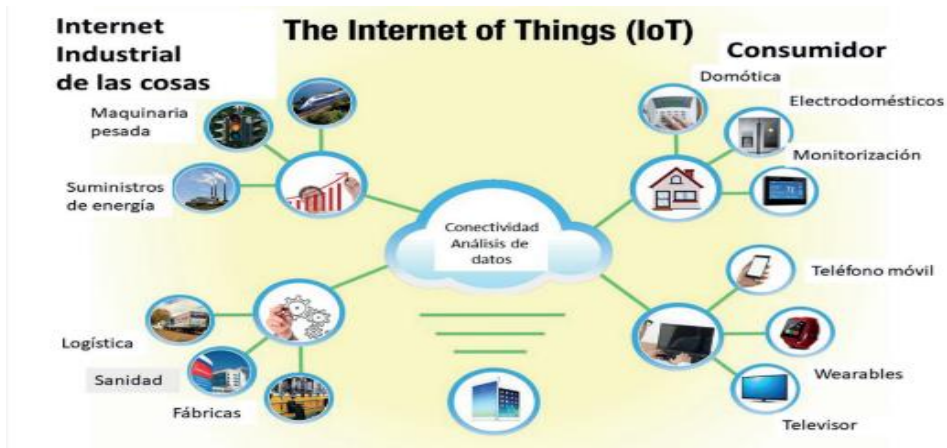
El gran proceso de cambios que enfrenta la humanidad obliga a los negocios y comerciantes en el proceso de innovación de forma diaria, pero para esto se necesita tener objetivos claros y planes específicos en el corto plazo. De esta forma las organizaciones se van adaptando a la nueva cultura de colaboración, posteriormente, analizar qué otras tecnologías pueden apoyar el crecimiento sustentable y sostenible de la PYME con una visión de responsabilidad social.

Es notorio que los jóvenes egresados de universidades se han integrado a laborar, la llamada generación Z, precedida también por la generación Y (*millennials*), resulta normal que sus necesidades y hábitos de consumo vayan a transformarse. Asimismo, que el factor tecnológico conlleva a todas las organizaciones a cambiar soluciones y procesos para volverse más efectivos, teniendo un entorno laboral más colaborativo e integrado.

La figura 7 muestra un mapa mental detallado de los sucesos de aplicación del Internet de las cosas, mostrados a través de la conectividad de los datos y su importancia relativa en las empresas.

**Figura 7**

***Ámbitos de aplicación del Internet de las cosas***



Fuente: Traducción basada en [iot.stanford.edu](http://iot.stanford.edu)

**1.1.3 Antecedentes teóricos sobre la productividad.**

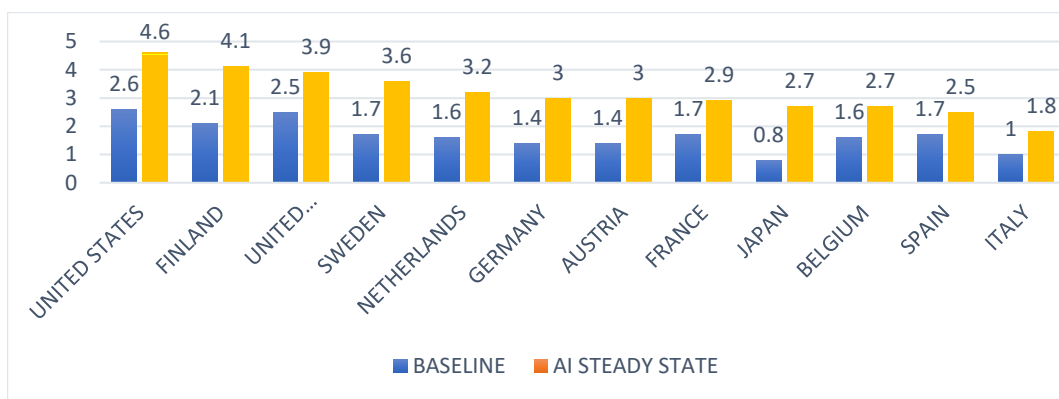
Las empresas, en especial las PYME, sufren los impactos de no tener adecuadas fuentes de financiamiento de la economía actual, primordialmente por causas ajenas a ellos, aún existen una gran cantidad de casos que no ayudan y contrariamente agravan la situación, en general. Esta evolución no solo afecta a la tecnología sino también a ciertas profesiones en sus organizaciones y que inciden en el mercado mundial. “Los bancos, por ejemplo, están haciendo un gran esfuerzo por mostrarle a su público que se están volviendo digitales”, señaló Parés, “Pero si quieren aprovechar todas las ventajas que esperan conseguir con el proceso, tendrán que dar prioridad a la preparación de sus trabajadores” añadió. (Pares, 2016).

Para Parés, las modificaciones que han tenido los negocios, así como cada una de sus etapas se resumen en las 6D que plantea Diamandis Peter, emprendedor de la University Singularity, las 6D son: democratización, desmaterialización, desmonetización, disrupción, digitalización y engaño. Estas iniciales sirven como una

especie de “guía de transformación digital” y sirven como un pronóstico del crecimiento de la tecnología. En la siguiente tabla 2 se muestra una aproximación económica en términos de valor añadido bruto de la Inteligencia Artificial.

**Figura 8**

***El impacto económico de la IA***



Fuente: la imagen representa el impacto económico de la IA con los 12 países analizados

En términos del valor añadido bruto (una buena aproximación al PIB) la IA podría doblar las tasas de crecimientos anual en los 12 países analizados.

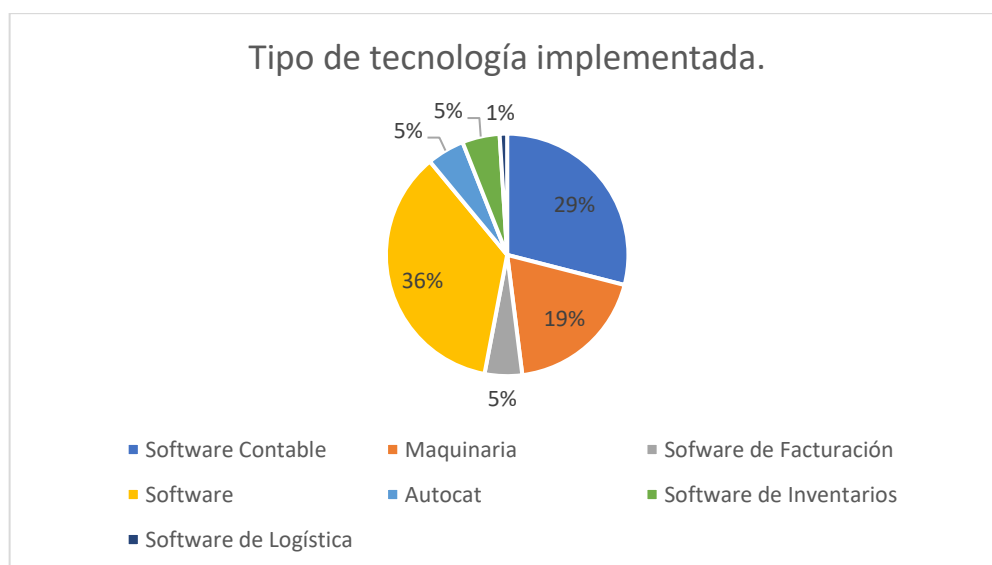
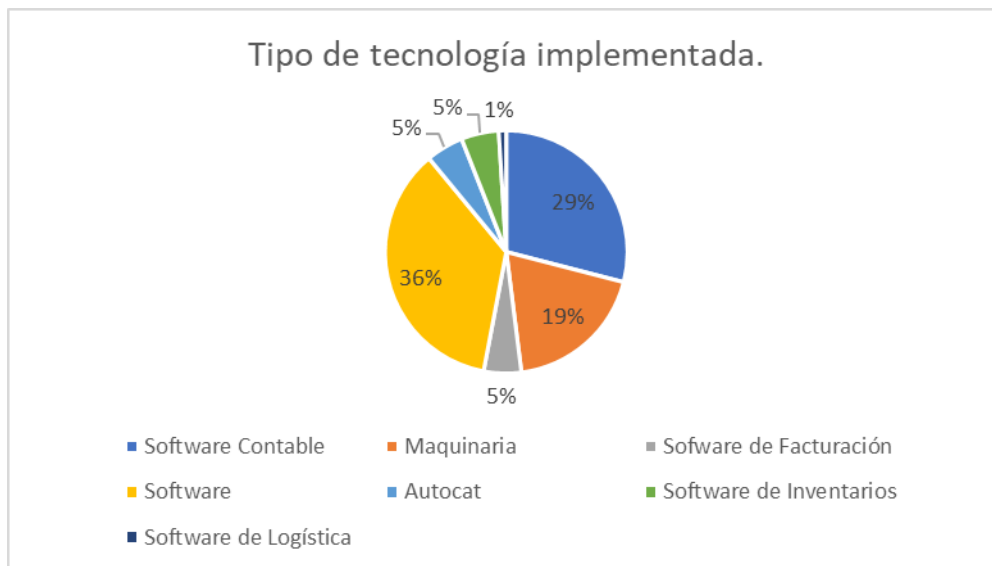
Parés destacó que para 2020 habrá más de 50 mil millones de dispositivos interconectados; equivalente a seis veces la población del mundo. Los nuevos usuarios estarán en línea y consumirán gran variedad de productos, servicios y plataformas, representando decenas de miles de millones de dólares fluyendo hacia la economía mundial. Adquirirán dispositivos tecnológicos que continúen en forma digital en todo el planeta, para las personas con iniciativa es muy complejo, ya que hacen planes de negocio y procesos increíbles y resulta que nadie te compra, la clave

está en satisfacer las necesidades, todo por un costo que compita para ser un valor agregado a la industria..." (Pares, 2016)

En la figura 9 se muestra la distribución porcentual del tipo de tecnologías utilizadas e implementadas en las empresas en México donde destacan los tipos de software para inventarios, facturación y la contabilidad.

**Figura 9**

***Tipos de tecnologías implementadas en las empresas.***



Nota: Adaptado de principales países de patentes de IA a nivel mundial.

Fuente: Caixabank Research (2019).

Para el último bimestre de 2015, Nuevo León creció cerca del 6% en comparación con el año inmediato anterior en el mismo período. Esto impactó un 100% el crecimiento del país, lo cual se refleja en una contribución de 0.45 puntos a su tasa nacional de crecimiento, solo superada por Ciudad de México (León, 2016). El estado ha sido considerado como el más desarrollado en México cuando se trata de la tecnología y sector industrial. Los negocios principales se han establecido en el estado también por el llamado nearshoring como una prueba de la competitividad y potencial en los sectores de la industria tal como la cerveza, cemento, acero, vidrio, plásticos, partes automotrices, fibras sintéticas y cerámica. En la figura 10 se muestran los estados de la República Mexicana respecto a la productividad y competitividad de las Pyme al año 2018.

**Figura 10**

**Grafico tomado de Página Oficial INEGI**

Entidad federativa		Marco	Muestro
Total		4,182,064	23,5
01	Aguascalientes	47,121	...
02	Baja California	90,342	...
03	Baja California Sur	26,236	...
04	Campeche	31,333	...
05	Coahuila de Zaragoza	81,727	...
06	Colima	28,621	...
07	Chiapas	159,458	...
08	Chihuahua	94,295	1,0
09	Ciudad de México	394,309	2,0
10	Durango	50,146	...
11	Guanajuato	220,605	1,...
12	Guerrero	135,070	...
13	Hidalgo	102,350	...
14	Jalisco	308,527	1,...
15	Edo. de México	536,814	1,...
16	Michoacán de Ocampo	194,576	...
17	Morelos	85,942	...
18	Nayarit	46,159	...
19	Nuevo León	127,351	1,...
20	Oaxaca	174,630	...

*Nota. En la imagen se muestra la distribución de la muestra por Entidad federativa y tamaño de empresa, Fuente de ENAPROCE 2018*

En orden de enfrentar los retos de una manera satisfactoria, esta investigación muestra una administración estratégica de las competencias en donde se vuelve esencial cómo las empresas insertan las aplicaciones de la Cuarta Revolución Industrial para enfrentar los retos actuales. A primera instancia, este estudio se fundamenta en los puntos de relevancia de la administración de Recursos Humanos y desarrollo de competencias; derivado de estos las principales metas de Heclau en este trabajo son es el mejorar el trabajo individual, trabajo en equipo y desarrollar competencias como la capacidad de generar innovación y automatizar los procesos administrativos para mejorar la eficacia y eficiencia organizacional para poder encontrar el potencial del desarrollo humano vía una Infraestructura para desarrollo tecnológico adecuada.

La productividad es una medición de la eficacia con que una economía hace uso de capital y de su mano de obra. Desde principios de la década pasada se considera el inicio de una nueva revolución industrial, adicionalmente, se conoce por productividad la relación existente entre la producción de bienes y de ventas, considerando el primero para las empresas manufactureras y en el caso del sector servicios a las ventas y en esta gran gama entran las Pyme del sector tecnológico. Mas allá del factor de que las empresas generen flujos de efectivo positivo interpretaremos en la relación de que la Infraestructura de las Pyme Tecnológicas desarrollen, tomen decisiones a partir de la Transformación Digital, utilicen procesos de automatización de mejora continua, apliquen la inteligencia artificial en los modelos de Industria 4.0 que apoyado por software generen un aumento en la producción. El

validar y evidenciar con diversos indicadores claves de funcionamiento (KPIs) que el proceso sea eficiente.

#### **1.1.4 Relación teórica variable dependiente (productividad) con las variables independientes (Xs).**

Para las Pyme y considerando los nuevos retos económicos impuestos por la globalización, resulta necesario enamorar a los clientes mediante los controles industriales. El procesamiento de los productos diarios como el yogur, demanda una serie de conocimientos de todos los factores y variables involucrados en esta etapa del proceso productivo, empezando con las materias primas desde el ingreso mismo hasta el producto final, siguiendo una secuencia operativa estricta. Por lo tanto, los procesos industriales involucrados en cada etapa de producción incrementan la productividad, con el fin de aumentar la calidad de los productos terminados y reducir factores de riesgo potenciales. Esta investigación muestra un desarrollo de la automatización de procesos como una alternativa de solución en el proceso productivo del yogur en las PYME.

El concepto Industria 4.0 se refiere a un modelo administrativo de planeación, organización y monitoreo de la cadena de suministro y de valor de ciclo de vida de un producto, esto por las tecnologías de información y sistemas de fabricación. El concepto Industria 4.0 se utiliza de manera global si bien inició en Alemania. También es común referirse como fabricación inteligente. Definitivamente, se trata de aplicar al sector industrial el modelo T y estos conceptos reconocen, desde el proceso de fabricación del producto, la materia prima y cuando llega a su fase de producto terminado y este, a su vez, entra en un proceso de digitalización producido por la mejora en el desarrollo de software y las tecnologías de la información.



La interconectividad hace que los procesos innovativos se extiendan a toda la compañía, asistiéndose en la información que fluye y en soluciones informáticas como la creación de comunidades virtuales y los procesos de innovación, se abren a los clientes y accionistas potenciales. La cooperación y trabajo colaborativos con clientes-proveedores acelera la innovación y maximiza tiempos de negociación.

Los mercados actuales y la era de la globalización generan entre las empresas diferentes elementos que se deben ajustar para hacerlas productivas y competitivas, debido a que los clientes exigen más en aspectos tales como oportunidad del negocio, disminución de costos, garantía, servicio post venta, calidad del producto y el precio; Por la cual se requiere que las organizaciones cuenten con personal altamente comprometido y calificado con la planeación estratégica y que desarrolle los diferentes procesos de manera más eficiente, disminuyendo tiempos en la producción, automatizando tareas administrativas, optimizando los recursos.

#### **1.1.5 La justificación teórica y/o aplicada de cada una de las variables independientes.**

##### **X1.- Contar con Infraestructura para el desarrollo tecnológico.**

Una forma adecuada de integrar las máquinas con la inteligencia humana de modo que puedan coexistir y aprender una de otra será más importante que nunca. A medida que vaya evolucionando la división de tareas entre máquinas y personas, los legisladores tendrán que reevaluar el tipo de conocimientos, programas de estudio y materias que se imparten a las futuras generaciones. Se entiende por infraestructura a el conjunto de instituciones que adoptan el desarrollo y capacitación en tecnologías y el desarrollo mediante parques industriales, círculos de investigación, etc.

A nivel global, indican que el resultado que acarreará esta cuarta revolución industrial en los negocios abarcará de un tiempo a otro todos los sectores productivos. Empero será el sector manufacturero el que comenzará a sentir los efectos de una manera muy urgente y optimizarán procesos de producción sin perder de vista las expectativas de los clientes finales.

En nuestro país el panorama no será diferente, los negocios deben migrar a procesos en donde puedan acceder de forma oportuna a fuentes de financiamiento con garantía inmobiliaria y una tasa de interés competente, que se empleará en capital de trabajo esta solución arriba mencionada.

De acuerdo con cifras presentadas por Select, durante los últimos 3 semestres, únicamente el 24% de los negocios en México han hallado la rentabilidad y liquidez necesaria para migrar sus procesos hacia la digitalización. Las fuentes de financiamiento a corto plazo y la resistencia al cambio en los procesos productivos inteligentes. Son los principales causantes que afectan según la consultoría.

“Platicar de capital neto de trabajo entre las empresas se refiere a todo lo relacionado con las 3 principales cuentas del activo circulante y las cuentas del pasivo a corto plazo y será a través de los financiamientos que permitan invertir y generar liquidez en las PYME, es por esto por lo que la labor en forma constante y compromiso de los negocios para poder tener una transición no tan complicada hacia la industria 4.0” puntualizaron expertos de Financiera Cualli.

## **X2.-Transformacion digital para toma de decisiones**

El incremento en la interconectividad ha realizado que la tasa de crecimiento anual mundial sea superior al 50% desde 2011. En palabras de Barry Smyth, catedrático de informática en el University College de Dublín: “Los datos son a la IA lo que la comida a los seres humanos.” En un planeta cada vez más digitalizado, el incremento exponencial de información está conllevando a avances importantes en materia de realidad aumentada e inteligencia artificial.

Las modificaciones en la digitalización y negocios tradicionales van a impactar en la actualidad con la información y puede que gire en 3 ejes principales actividades en línea, contenidos digitales y el comercio electrónico mediante redes sociales.

La digitalización admite modificar todos los ámbitos de nuestra vida, la transformación digital y la creación de nuevas profesiones irán a la par, los países utilizarán factores tecnológicos emergentes con mayor eficacia y van a tener mejores tasas de empleabilidad y calidad de vida de sus habitantes.

Definitivamente, se crearán nuevos empleos serán en las Pyme que se transformen digitalmente. Por lo tanto, la digitalización y la creación de nuevos empleos irá de la mano. Aquellos países que se logren adaptar, más eficazmente, a la digitalización seguirán teniendo mejor calidad y empleabilidad.

Un 27% de los negocios, en nuestro país, tienen proyectos de digitalización y nuestro estado lidera, en número de industrias y organizaciones, la adopción digital (realidad aumentada, internet de las cosas, ciberseguridad y la nube). Sin embargo, la iniciativa en Nuevo León ha desencadenado que las industrias vean a la tecnología como una herramienta para elevar su productividad, la adopción de este tipo de tecnologías puede llegar a mejorar la productividad de un 30% a un 50%, actualmente, el 25% no se considera bajo y lo importante es que ya va encaminado

el proceso de las Pyme señaló Alejandro Caso, director de la oficina en Monterrey de la empresa Oracle, donde poco más del 10 por ciento son Pyme.

### **X3.-Automatización de los procesos administrativos:**

La actual forma de automatizar tareas o procesos basada en los elementos de la Industria 4.0 está tomando forma derivado a un conjunto de elementos que tienen distintas soluciones de automatizar a la tradicional. La primera de estas es aquellos componentes que requieren adaptabilidad y agilidad, otra característica es el propio autoaprendizaje, ya los robots, además, de pensar tendrán la posibilidad de autos aprender en el futuro cercano.

La inteligencia de negocios es una de las ventajas que conlleva la adopción de tecnologías digitales al crear el conocimiento a partir de la información que se tiene y se crean activos estratégicos con la información que se dispone. Aunque el proceso de toda la información se hacía de forma manual esto generaba mayores tiempos de consumo y aparte generaba el error inherente humano, mientras que avanzar en el proceso de digitalizar mediante una serie de pasos como es el software tiene como ventaja que la información está más al alcance y utiliza menos recursos.

Como consecuencia de las diversas herramientas informáticas, se lograron nuevas capacidades claves para la organización, como flexibilidad y confiabilidad impactadas en beneficios económicos de esta. El cambio tecnológico crea un verdadero valor en las organizaciones y de ahí los cambios introducidos de manera que apoyen componentes asociados a la automatización de tareas y el proceso de innovación en los sistemas informáticos.

#### **X4.-Tener procesos productivos inteligentes:**

El factor clave está en pensar en la IA como un híbrido de capital y trabajo. La IA puede realizar funciones y tareas a una velocidad y escala mayor o inclusive llevar a cabo tareas imposibles a un ser humano, en algunos procesos tiene mayor facilidad para aprender más eficaz que la persona en sí. La IA puede adoptar también la forma de capital físico; el verdadero potencial de la IA reside en su capacidad de Enriquecer y complementar los factores totales de producción que han estado de forma tradicional.

La automatización corre por cuenta de **sistemas ciber físicos**, hechos posibles nube o el internet de las cosas. El internet de las cosas hace posible que los sistemas ciber físicos, que combinan maquinaria tangible y física con procesos digitalizados, tengan la capacidad de tomar decisiones descentralizadas y cooperar con los humanos o entre los mismos sistemas.

En el Foro de Davos, en enero del 2019, hubo un anticipo de lo que los académicos más entusiastas tienen en la cabeza cuando hablan de Revolución 4.0: impresoras 3D, drones, sistemas de almacenamiento de energía, biotecnología, inteligencia artificial, neuro tecnologías y nanotecnologías serán claves, a la vez, habrá gestores de la industria 4.0 que amenazan con terminar con más de 5 millones de puestos laborales en los países más industrializados del planeta.

La cuarta revolución industrial en nuestro país puede apoyar en mejorar el contenido de los productos de forma regional o nacional de acuerdo a las exigencias logísticas que ofrece el tratado de libre comercio, sin embargo, no hay un arreglo si el sector manufacturero logra vencer los dos meses de caída a finales del 2019.

Estas fueron algunas de las conclusiones a las que llegaron especialistas de los sectores manufactureros y de automatización consultados por El Economista durante

la presentación de la feria Expo Manufactura, que se realizó en el mes de febrero en Monterrey, Nuevo León.

Los negocios y las compañías crean una gran cantidad de información derivado de los nuevos procesos y sistemas y algoritmos avanzados, estos pueden ser procesados y se analizan sin la intervención del ser humano. Esto hace que se descentralice el proceso de toma de decisiones y pasan a otro tipo de modelos de prevención que puedan aplicarse en todos los sector y áreas de la empresa. La línea de producción y de montaje tradicional se digitalizará y ya no se limitará a la fabricación de un solo producto en sí, ya que el soporte en informática ayuda a flexibilizar las estaciones productivas a una combinación de productos que cambian y con los altos niveles de digitalización y automatización se integra horizontalmente y también de forma vertical, logrando tener una producción no tan rígida orientada a las necesidades de los clientes.

#### **X5.- Capacidad para generar innovaciones en los procesos productivos de estas empresas.**

El uso óptimo de tecnología y como hacer la gestión del conocimiento contribuyen también a la producción de servicios y bienes en las PYME Tecnológicas. El impacto en la inteligencia artificial incide e influye para la aparición de nuevas tecnologías y la integración misma en la economía. Este factor se mide con lo que llamamos “capacidad nacional de absorción” (CNA), que incluye aspectos como el acceso a tecnologías de la información, a sofisticadas infraestructuras de comunicaciones y un entorno que regule confianza e importantes inversiones públicas.

La conectividad apoya al proceso de innovación de toda la organización, en donde la información que fluye y se extiende, se apoya en soluciones informáticas como (Product Life Management) de trabajo colaborativo para socios, clientes y

proveedores, potencia los contactos con orientación a la satisfacción del cliente y este acelera el flujo innovativo y reduce tiempos de comercialización de bienes y servicios.

La innovación a lo largo del ciclo de vida del producto inteligente y conectado combina la capacidad analítica de las herramientas informáticas con los datos, cada vez más ricos, proporcionados por el producto inteligente a lo largo de su ciclo de vida. Combinando los datos recogidos del producto inteligente (CPS), de las máquinas y de los clientes se tomarán decisiones para optimizar la fabricación, los servicios y la experiencia del cliente.

Los servicios inteligentes ofrecen servicios con todo tipo de innovación hacia nuevos modelos de negocio, ejemplificando modelo de pago por uso o servicio, asimismo, la comunicación con el que fabrica, y la recogida grande de información en datos y su análisis es clave para generar nuevas ofertas de productos y servicios y optimizar los modelos que ya existen.

Tanto de una forma cualitativa las tecnologías digitales están modificando el propio proceso de innovación como el incremento de productos, procesos, modelos de negocio que se van incorporando.

## **1.2 Pregunta Central de Investigación**

¿Cuáles son los elementos de la aplicación de la Industria 4.0? que aumentan la productividad en las PYME tecnológicas para lograr?

### **Objetivo General de la Investigación**

Determinar los elementos con la aplicación de la Industria 4.0 que pueden permitir aumentar la productividad en las PYME tecnológicas localizadas en el Estado de Nuevo León, México.

### **1.3.1 Objetivos metodológicos de la investigación**

- 1.- Presentar la situación y evolución de la industria 4.0 en el mundo y en el país.
- 2.- Identificar desde una perspectiva teórica las distintas variables propuestas en la investigación.
- 3- Validar y generar instrumento para determinar los elementos que influyen para la transformación digital de las PYME.
- 4.- Determinar la población de estudio y su muestra de las PYME tecnológicas en el Estado de Nuevo León.
- 5.- Aplicar la encuesta y obtener resultados

### **1.4 Hipótesis general de la investigación**

Los elementos que aumentan la productividad en las PYME Tecnológicas con la aplicación de la Industria 4.0 son contar con: una infraestructura para el desarrollo tecnológico, la transformación digital para toma de decisiones, la automatización de los procesos administrativos, los procesos productivos inteligentes y la capacidad para generar innovaciones.

### **1.5 Metodología**

En esta tesis se utilizan los tipos de investigación descriptivos, correlacionales y explicativos. Es una investigación cuantitativa, ya que se utiliza la encuesta para medir las variables y de diseño no experimental porque se realizará sin manipular deliberadamente las variables presentadas. Se utilizan las técnicas de búsqueda



documental, bibliográfica y de campo, por lo que se integró una encuesta que se aplicó a los propietarios o gerente, director general o el responsable del área de producción para validar las variables propuestas.

## **1.6 Justificación de la Investigación**

### **1) Justificación práctica:**

Las ventajas que tendrán las PYME una vez que hayan adoptado los elementos de la Industria 4.0 y dichas herramientas, el siguiente paso será en la creación de otras tecnologías que puedan impulsar el crecimiento sustentable y sostenible de la PYME. Es por ello que aplicar procesos productivos inteligentes en su área de manufactura y tener la capacidad de generar innovación constantemente debe ser una práctica estándar para todos los negocios en las industrias, al contar con procesos productivos inteligentes se libera significativamente el tiempo de los empleados para centrarse en tareas más innovadoras que van a generar más valor real para el negocio. Así como un número creciente de jóvenes se van incorporando al mundo laboral es normal que los hábitos de consumo y hábitos de trabajo cambien, y, por ello, hay que modificar ciertos aspectos en los procesos de los negocios para volverse más eficientes y brindar un entorno de trabajo más colaborativo e integrador.

Los motivos que dio a este trabajo de investigación fue el buscar como la Industria 4.0 afectará las negociaciones tanto global, nacional y regionalmente en las empresas. Además, se espera concientizar sobre este término y compartir la visión de mejorar la competitividad y productividad del sector manufacturero, desde la solicitud de un pedido hasta el servicio postventa, lo que permitirá administrar los procesos de transformación, es decir, evitar la disrupción.

Por lo que en este trabajo pretende alcanzar los siguientes retos:

- Estandarización para Interconexión y ciberseguridad.
- Infraestructura de las telecomunicaciones.
- Marco legal acorde y actual.
- Formación, capacitación y reconversión.
- El principal de todos es apoyar a las Pyme en volverse altamente productivas y competentes.

## **2) Justificación Teórica:**

En esta investigación se determinan y se desarrollan los principales conceptos, teorías e investigaciones aplicadas de los elementos de la Industria 4.0 a las PYME, lo que le permite dar una justificación teórica. En una industria donde la globalización es determinante y que ocasiona productividad y competitividad, esto ocasiona que todos los negocios laboren en un esquema de alta calidad y productividad de sus procesos productivos y administrativos.

En la administración tecnológica, es imprescindible la aplicación de nuevas técnicas que permitan la generación de valor. La era del conocimiento y la tecnología, en ambiente del sector industrial, demanda a las empresas excelencia operacional en rubros de manejo de gran volumen de datos, cadenas de valor, cadenas de suministro con el fin de alcanzar sinergia organizacional que otorgue ventajas competitivas dentro de los sistemas administrativos y productivos como un cierre financiero.

El siguiente es un listado de pasos para una mejor implementación de los elementos de la Industria 4.0: Si la PYME tecnológica se encuentra en un nido de mercado especialmente competitivo en temas de desarrollo de software, que haya muchos competidores ubicados en el tema de desarrollo de software.

- La empresa tiene serias complicaciones en el reclutamiento y selección de personal para cubrir vacantes en su negocio.
- Quiere mayor visibilidad en la cadena de suministro.
- Desea tener identificados los problemas de forma preventiva antes de que se transformen en problemas graves.
- Quiere aumentar la liquidez, operatividad, rentabilidad y eficiencia en cuanto al manejo de la deuda en la organización.
- Quiere una analítica más oportuna y enriquecedora en cuanto a la toma de decisiones.
- Necesita apoyo para la transformación digital y comprensión de los datos.

### **3) Justificación Metodológica:**

La presente investigación prospectiva tiene como propósito medir el grado de relación entre las variables dependientes con la independiente. Las técnicas prospectivas de análisis de contexto y encuesta tipo Likert servirán para identificar y validar las variables clave para el desarrollo de las PYME tecnológicas.

## **1.7 Delimitaciones del estudio**

**Espaciales:** Esta investigación se realizará en el Estado de Nuevo León en uno de los principales municipios como es el de San Pedro Garza García, sobre todo que en esa área se concentran la mayoría de este tipo de empresas de estudio.

**Demográficas:** El objeto de estudio son las Pyme Tecnológicas con énfasis en los servicios de diseños de sistemas de cómputo y procesamiento electrónico de información. El sujeto de estudio a quienes van dirigidas las encuestas son los propietarios o gerente, director general o el responsable del área de operación que son los que pueden conocer mejor los elementos que aumentan la productividad en las PYME Tecnológicas con la aplicación de la Industria 4.0.

**Temporales:** Es una investigación transeccional porque se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único.

## 1.8 Matriz de Congruencia

**Tabla 2**

***Matriz de Congruencia***

Pregunta de Investigación	Marco Teórico	Objetivo General	Hipótesis	Variables
¿Cuáles son los elementos de la aplicación de la Industria 4.0 que aumentan la productividad en las PYME tecnológicas del estado de Nuevo León?	Jesús Serrano (2020), Humberto y Amberta (2019) Basco A.I., Beliz G, Coatz D & Garnero P (2018) Aguirre K.M.N., Abrego J. G. S. Garcia A.G., Velázquez O.U.L. & Camarillo C.Y.T. (2019) Galvan P.C. (2018) Myers, S., & Marquis, D. G. (1969). Kupriyanovsky. (2017). Deloitte. (2015). Industry 4.0. Challenges and solutions for the	Determinar los elementos con la aplicación de la Industria 4.0 pueden permitir aumentar la productividad en las PYME tecnológicas localizadas en el Estado de Nuevo León, México.	Los elementos que aumentan la productividad en las PYME Tecnológicas con la aplicación de la Industria 4.0 son contar con una infraestructura para el desarrollo tecnológico, la transformación digital para toma de decisiones, la automatización de los procesos administrativos, los procesos productivos inteligentes y la	Y1. Aumentar la Productividad X1. Contar con Infraestructura para el Desarrollo Tecnológico: X2. Transformación Digital para Toma de Decisiones X3. Automatización de los Procesos Administrativos X4. Procesos Productivos Inteligente X5. Capacidad para generar

---

digital  
transformation  
Schwab, Klaus  
(2016,)  
Taboola. (2019)  
Purdy Mark  
Yagherty  
Paul  
"Inteligencia  
Artificial: El  
futuro del  
crecimiento  
" Revista  
Accenture  
2015

capacidad para  
generar  
innovaciones.

Innovaciones

---

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco Teórico de la variable dependiente (Productividad)

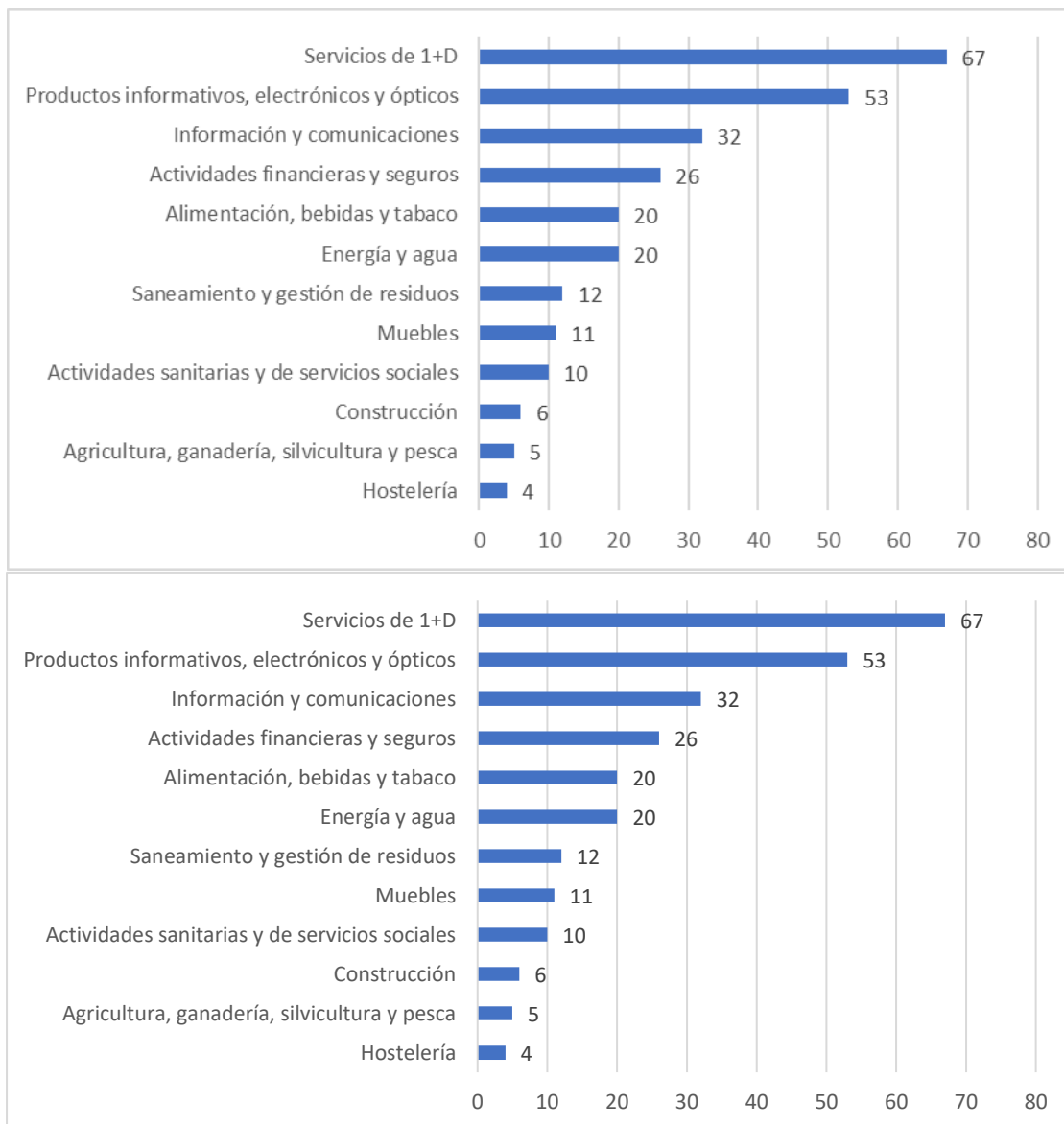
Es recurrente el llamar a la nueva generación de jóvenes, con su adaptabilidad a la vida cotidiana con los dispositivos móviles lo que deriva de motes tales, como “Generación clic”. “Jóvenes que viven entre innovaciones tecnológicas la mayor parte de su tiempo, vertiginoso, no lineal y veloz, se les conoce como conectados o desconectados según su capacidad y desarrollo para acceder a recursos digitales” (Crovi-Duetta, Delia Maria,2010). Trató de identificar así como sus expresiones que no discernen lo suficiente el entorno cultural y social en el cual se involucran los adolescentes y la juventud. Sin embargo, queda claro que cada uno de estos motes hay referentes tecnología, de resto, la juventud percibe como un grupo social totalmente ligado a la transformación digital y las redes sociales.

También afirma Crovi-Delia María en su estudio (2010) que una de las maneras más usuales de incrementar la productividad es invertir en desarrollo de software o equipo eficaz, reduciendo el empleo o manteniéndolo. Este tipo de cuestiones inciden directamente en la competitividad y productividad y competitividad en un negocio:

- Disposición limitada de recursos naturales y calidad de estos.
- Inversión en la industria o apalancamiento.
- Calidad de personal.
- Factor tecnología.
- Grado de configuración del sector industrial.
- Nivel de Entorno macroeconómico y microeconómico.

En la figura 11 se puede visualizar el grado de innovación tecnológica en función de la rama de actividad de la empresa, medida por el porcentaje de empresas innovadoras en algunos sectores productivos.

**Figura 11**  
**Grado de Innovación Tecnológica**



Fuente: Revista de la CEPAL (2017)

Una cuarta revolución industrial, consiste en la conectividad de la unión del plano físico al plano digital, que favorece la presentación de los datos de una forma más comprensible para todas las personas que usan y promueven el apoyo reforzado y la manera de uso de datos apoyando en los procesos productivos inteligentes y en la internet de las cosas.

### **2.1.1 Teorías y definiciones e investigaciones aplicadas**

#### **a) Teorías y definiciones de la variable dependiente Y (Productividad)**

El concepto de productividad tuvo sus orígenes en el siglo XVIII, entre la relación de procesos de producción, entradas y salidas. El término de productividad se extendió en el transcurso del tiempo a muchas áreas, en términos de macroeconomía esta consiste en la PTF y la parcial y se hace uso para poder medir como las empresas compiten en ciertas regiones, países o sectores industriales, esta indica las entradas y salidas de forma individual la productividad parcial, especialmente, la relación entre capital y trabajo; la productividad total es la relación existente entre múltiples entradas y salidas (Lee & Leem, 2016).

La productividad es un indicador de la eficacia con que una economía hace uso de su mano de obra y de su capital de trabajo (Simonis, 2016). Desde el 2010 que inicio la Industria 4.0 esta se basa en sistemas ciber físicos, industrias y procesos productivos inteligentes y la interconectividad, esta nueva revolución industrial consiste en combinar procesos intangibles y tangibles con sistemas de información, y las operaciones con acceso en tiempo real para la mejor toma de decisiones.

Lo que se considera en esta Industria 4.0 esta focalizado en operaciones inteligentes y autónomas, así la importancia del uso y generación de información en el panorama industrial, así las PYME tecnológicas podrán confrontar de manera favorable a fluctuaciones y cambios por medio de sistemas interconectados de forma eficiente y eficaz, de este modo, la toma de decisiones se tomará sin análisis, será prolongado el tiempo de respuesta y en la mayoría de las situaciones sin eficiencia.



Se entiende por productividad la relación entre la producción de bienes en el caso de las empresas manufactureras o ventas en consideración al sector servicios que en este esquema entran las de Desarrollo de Software y Tecnología y las materias primas incurridas durante el proceso de fabricación. De esta forma el concepto productividad es igualmente aplicable a una empresa de servicios tecnológicos o una empresa industrial.

En trabajos de Salazar Angulo (2021) menciona que los aumentos en la productividad y eficiencia provenientes de la transformación digital y que se encuentra en un verdadero punto de inflexión; Uno de los motivos sería el incremento elevado de la capacidad de los equipos inteligentes en dispositivos móviles y se encuentra clara mejoría en lo concerniente a rapidez de información y un mayor volumen de descarga de almacenamiento u otros.

Derivada de todos estos grandes cambios en los aumentos de la productividad, así como transformación digital hacen que los costos marginales de producción de servicios y bienes se conviertan en tendencia cero lo que implícitamente favorece un escenario en la economía dejando a un sistema capitalista de abundancia. La digitalización o transformación digital podría dirigir un verdadero cambio hacia una economía circular incrementando los bienes de consumo tangibles e intangibles apoyando las plataformas de economía colaborativa que evita la disminución de los bienes dando acceso al uso óptimo de la tecnología y de la producción desde un panorama sustentable y sostenible (Consejo económico y social, 2017).

Según (Grosskopf,1993) la productividad se define como la relación entre lo que se produjo y lo que es necesario producir tomado en cuenta una serie de factores para iniciar el proceso, existen varios tipos de productividad tales como:

- Productividad laboral: También llamada productividad por hora laborada esta consiste con la disminución o aumento del rendimiento en pro de la obtención del producto terminado final.
- Productividad total de los Factores (PTF): Incremento o decremento del rendimiento derivado ala variación o cambio de uno o varios de los factores que se involucran en la producción, como lo son el trabajo, capital o conocimientos. Está asociada a la eficiencia y a la tecnología con relación al ritmo de crecimiento de la industria o empresa y variaciones en el tiempo.
- Productividad marginal: También llamada del producto marginal, ya que s ele reducen los costos y gastos variables y fijos que intervienen en la producción.

Adicionalmente, Grosskopf afirma que entre los factores que afectan a la productividad podemos encontrar:

- A los diseños e insumos no precisamente laborables.
- La organización del trabajo en sí.
- A los que se atribuyen a los propios trabajadores.
- A los que se atribuyen a factores externos.

#### **b) Investigaciones Aplicadas de la variable dependiente Y (Productividad)**

En una revisión de literatura sobre la productividad en México, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL,2016) indica que en la mayoría de las teorías, estudios e investigaciones sobre incremento de la productividad total de los Factores (PTF) fue mayor en el periodo previo a 1993 que se abrió el al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

En un amplio estudio del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI,2014) se concluye que la PTF en México creció a una tasa promedio de -0.39% entre 1991 y 2011, y en un estudio sobre competitividad regional en 15 estados de México, la

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE,2009), se realizó una ilustración de forma muy sintética y relevante sobre el desempeño de la economía, la estabilidad macroeconómica de productividad estancada y lento crecimiento. Por su importancia con la mayor diversidad y calidad de información disponible, en conjunto con el desarrollo de técnicas computacionales, es común mirar la apertura de nuevas metodologías que revisan los métricos de productividad y otros temas de los cambios tecnológicos.

En estos estudios no se alcanza a identificar si el crecimiento de la productividad fue originado por cambio técnico o si el detalle radica en que se crea un sesgo entre la estimación y no hay una métrica de los comportamientos del mismo (Grosskopf,1993). Para eliminar tal sesgo se han determinado muchas opciones que se incorporan en la métrica de los PTF, la escala, eficiencia y el cambio técnico, así como las metodologías que determinan el tipo de análisis envolvente de datos. (DEA, por sus siglas en inglés) y econométricas propias del análisis de frontera estocástica.

En 2017 mediante un estudio de encuesta técnica vía cuestionario a lo largo de expertos seleccionados en el sector farmacéutico y en el sector automotriz; estos expertos altamente calificados de compañías trasnacionales fueron cuestionados sobre la importancia de alguna competencia. En total fueron 20 expertos quienes llenaron el cuestionario. El sector farmacéutico y el sector automotriz fueron seleccionados para esta investigación motivada primariamente por sus características específicas.

El sector farmacéutico es uno de los sectores con mayor crecimiento en Polonia y a lo largo del mundo también; se ha caracterizado por un gran crecimiento en la automatización de procesos, robots industriales y sistemas de cómputo. Además, revela tecnologías nuevas, productos e innovaciones en sus procesos. En enero del

2018, se hizo un muestreo vía cuestionario con expertos seleccionados de los pilares de la Industria 4.0 y la cadena de suministro fueron también 20 expertos y 18 estudiantes que trabajan y estudian simultáneamente.

Los resultados de la investigación arrojaron que algunas competencias técnicas están infravaloradas tal es el caso de programación, análisis de datos, conocimiento estadístico y algunos conocimientos generales de manufactura. En resumen, un variado y largo cambio está ocurriendo en las industrias y a esto se le llama cuarta revolución industrial en donde habrá rápidos cambios tecnológicos derivado de la demanda de los clientes e implica una ventaja competitiva.

Con un interés distinto Díaz y Sáenz (2002) detallan el crecimiento regional de nuestro país para el periodo de 1985 a 1998, donde el crecimiento de la PTF de las regiones norte y centro-oeste fue mayor que el promedio nacional y convergen, en contrario al proceso de divergencia en términos de la PTF, se observa para los estados del sur, por lo que ocasiona que incrementa una brecha del crecimiento económico y la PTF de las regiones del país. Para Mendoza (1999) el interés se centró en el crecimiento regional, de la productividad del trabajo y la PTF de la industria manufacturera entre 1984 y 1993, que ,simplemente, no se caracterizó por un proceso productivo al nivel de la clase económica de cada sector de la industria, sino por un incremento de las desigualdades productivas en un análisis de actividades manufactureras.

- En cada uno de los estudios de investigaciones aplicadas relacionados con la variable dependiente se debe señalar: ¿Qué se pretendía en esa investigación?, ¿cómo?, ¿dónde se hizo? y ¿cuáles fueron los resultados que permiten una relación con este trabajo de investigación?

La productividad tiene como objetivo medir la eficiencia entre lo producido por cada factor variable o recurso que se utilizó, cuantos menos recursos sean los necesarios para producir, por el tanto, mayor será la eficiencia y la eficacia. De esta forma, la productividad permite responder a los siguientes cuestionamientos. ¿Cuánto produce al mes un trabajador?, ¿cuánto produce un tipo de maquinaria y equipo? La respuesta podría ser, un trabajador produce 30 unidades por mes; esto es lo que denominamos productividad.

Teniendo esto en cuenta, la fórmula para calcular la productividad es el cociente entre producción obtenida y recursos utilizados. El grado de aumento en la productividad es importante y prioritario, ya que permite mejorar la calidad de vida de una sociedad en sí, esto repercute en los salarios, liquidez y renta de cada uno de los proyectos que permite, a su vez, aumentar el empleo y la inversión.

Para un país, industria u organización la productividad es un métrico muy determinante en su crecimiento económico, aun cuando se estima la tendencia de crecimiento a largo de un país o se descompone en los cambios de empleo (que dependen, a su vez, el crecimiento de la población y de la tasa de empleo) y la productividad (que depende sobre todo del gasto en bienes de capital y de los factores productivos).

Hoy en día en las industrias del sector manufacturero las nuevas tecnologías modificaran de forma profunda el trabajo en todas las profesiones y oficios. Si bien cada país está experimentando los efectos de la Industria 4.0 de forma diferente a velocidades y niveles distintos, ya que evidencia que muchos oficios están siendo cambios en el diseño y otros de plano desapareciendo (Ryder, 2018).

Sostiene Schwab que, aunque sea complicado pronosticar destrezas y competencias requeridas en las organizaciones, se asume que aumentara la

demanda de responsabilidades, roles y capacidades que podrán obtener los trabajadores y construye un sistema tecnológico en ámbitos que llenen los vacíos que preceden por procesos tecnológicos innovadores (Schwab,2016).

Deben los trabajadores capacitarse cada vez más en nuevas habilidades y se deberán centrar en habilidades interpersonales y sociales. Entre las competencias reales que necesitan las organizaciones a fin de explotar esta Industria 4.0 se pueden incluir técnicas, sustentadas por actividades cognitivas, lectura, escritura, aritmética, informática y sobre todo la actitud de aprender durante el transcurso de la vida laboral.

Según Tapia (2016), la gran cantidad de información que el cliente tiene a disponibilidad y el gran incremento en la interconectividad además de una gran variedad de tecnologías que exigen que a esta cuarta revolución industrial la creación de un modelo de negocio de interoperabilidad, donde los productos de una empresa o sistemas administrativos tengan la habilidad de trabajar y adaptarse con otros sistemas sin la necesidad de la intervención del ser humano. Por lo tanto, los negocios que orienten sus resultados a la nueva época industrial necesitan comprender las características que son clave para una nueva forma de hacer negocios que le permita contar con las ventajas de tener una organización inteligente.

Se han hecho distintas investigaciones y teorías utilizando el índice de Malmquist y análisis de contabilidad del crecimiento (Kendrick,1954), (Syverson,2011). Por otro lado, Sharpe (2002) comparo el concepto de productividad con sus métodos de medición, problemas, etc. y Syverson (2011) presenta factores de pequeña escala que afectan la productividad en la operación de fábricas y empresas. También Porter (2000) hizo un conjunto de investigaciones sobre los resultados de los clústeres industriales y también regionales sobre el incremento de la productividad. Las causas y efectos de estos sobre el incremento de la productividad tales como fábricas,

empresas, industria y se consideraron para analizar el impacto de la productividad (Sharpe, 2002).

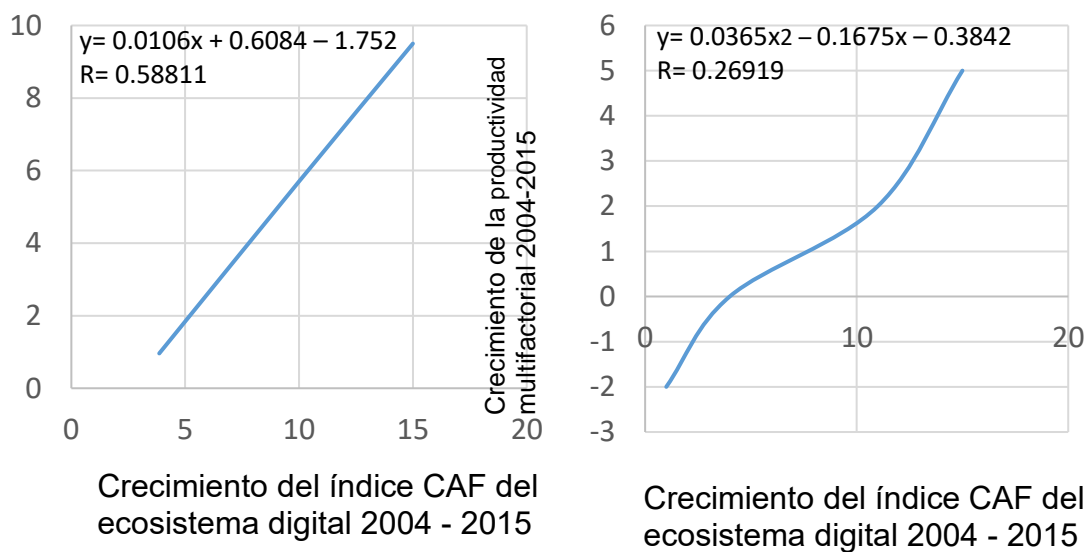
### 2.1.2 Estudios de investigaciones aplicadas sobre la relación de la variable Y (Productividad) con las Xs

El crecimiento de la transformación digital contribuye al crecimiento de la productividad laboral y multifactorial como se observa la figura 12.

En la figura 12 se observa una clara relación entre ambas variables para sesenta y siete países desarrollados y emergentes.

**Figura 12**

#### Relación entre variables países desarrollados y emergentes



Fuente: Botero & Vecino (2015)

La transformación digital y su contribución al crecimiento de la economía, la productividad del trabajo y la productividad multifactorial es altamente relevante, y se demuestra en los resultados econométricos incluidos en anexo.

El avance de la tecnología también mejora sustancialmente la capacidad en la producción, fomentando la creación de nuevos puestos de trabajo, ahora las maquinas no solo piensan y ejecutan, sino que también empiezan a aprender las posibilidades de automatizar los trabajos que se puedan ampliar sin límites.

El nuevo factor tecnológico está correlacionado a la productividad, derivado que en distintos puestos la automatización complementa al trabajador. A finales de la década de los noventa las tecnologías de la información y comunicación constituyen una fuente importante para el aumento de la productividad y competitividad impulsando la economía.

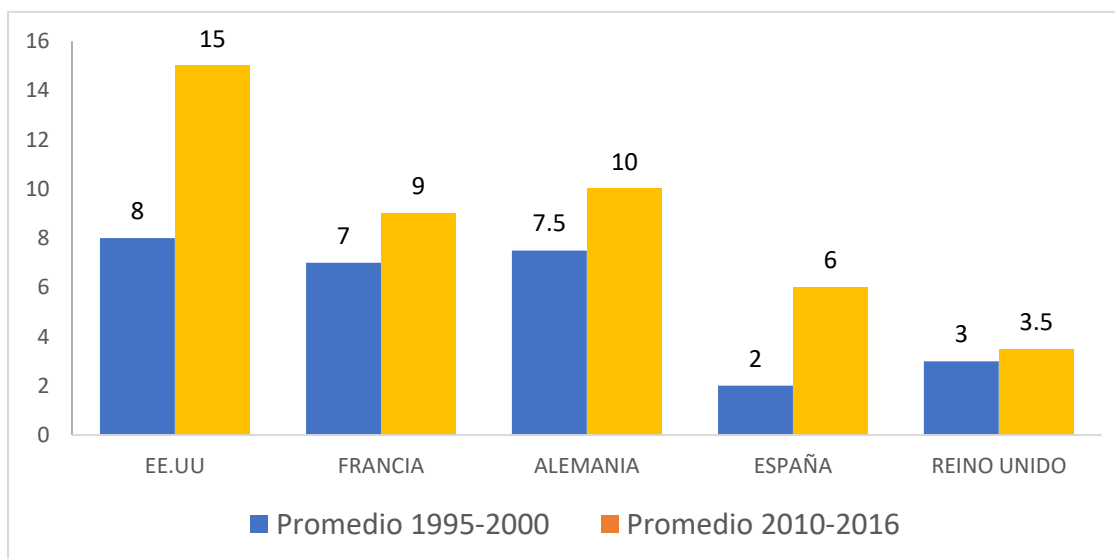
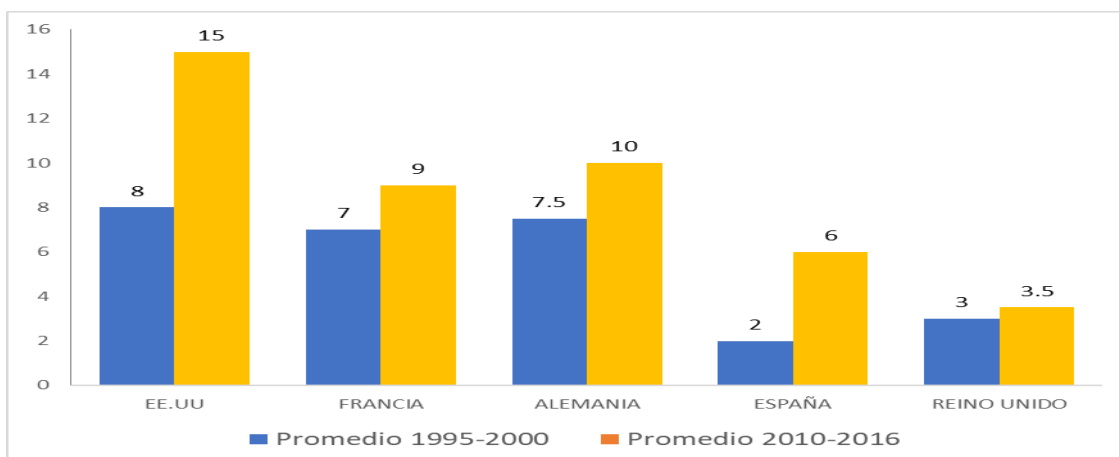
De la misma forma que las tecnologías modernas favorecen el crecimiento de la productividad en tiempos pasados, también pueden hacerlo con la nueva era tecnológica en la que estamos confrontando. En realidad, a nivel organizaciones, la explotación y análisis del Big Data mediante la IA es utilizado para adaptar mejor los productos y necesidades de los clientes. De este modo, los distintos análisis que pronostican un aumento real y válido de la productividad tomando en cuenta la IA en el corto y mediano plazo, es importante señalar que la caracterización y medición de nuevas tecnologías no es una tarea nada sencilla. La IA es un hecho relativamente novedoso por lo que no existe información que la pueda calificar y cuantificar en términos macroeconómicos y se necesita el uso de tecnologías del futuro que abarquen una amplia gama de tecnologías que sean indispensables para el desarrollo.

En la figura 13 se muestra el stock de capital de nuevas tecnologías que incluye software y bases de datos, ordenadores y equipos de telecomunicaciones.



**Figura 13**

***Principales países responsables de patentes en Inteligencia Artificial a nivel mundial***



Fuente: Caixa Bank Research (2019)

El aumento en la productividad está asociado al uso óptimo de la tecnología que puede ser más que antes, de esta forma se consolidan aplicaciones, que vayan madurando modelos de negocio y que mejoren la formación de los trabajadores y se

reassignen a factores productivos. El análisis manifiesta que al estar introduciendo nuevas tecnologías tienen un impacto real sobre productividad en término laboral de las últimas 2 décadas e indica que es mayor en lo que producen los bienes y servicios considerados altamente tecnológicos.

## **2.2 Marco teórico y estudios de investigaciones aplicadas a las variables independientes**

### **2.2.1 Variable X1 Infraestructura para el Desarrollo Tecnológico**

La introducción de la tecnología como estrategia requiere también de una revisión de temas tecnológicos cuyos objetivos podrían ser encontrar la fuerza y potencia del presente y hacia el futuro y hallar dichos valores en un negocio. (Burgelman,1988). Se piensa que las decisiones sobre tecnología nunca están desligadas de la decisión estratégica en las empresas, sin embargo, la cuestión también es cualitativa, es decir, al final de cuentas que se consideran finalmente las decisiones tecnológicas.

#### **a) Teorías y definiciones de la infraestructura para el desarrollo tecnológico**

La creencia que el factor tecnológico es equiparable a una mercancía y dicha percepción pueda acudir al mercado para conseguirla, es tema que conlleva implícitamente consecuencias en la toma de decisiones sobre factor tecnología como parte del proceso de planeación estratégica.

Siendo más específicos, la ausencia de productividad en las empresas a nivel de desarrollo de nuevos productos es consecuencia directa de la escasez y falta de esquemas para poder una gestión de los recursos tecnológicos, ya que aumenta su conocimiento sobre la relevancia que tiene en el desarrollo de los negocios. de sus negocios. (IJTM, 1987, pp 307-8).

El avance en el factor tecnológico aumenta la capacidad en la producción y fomenta la creación de nuevos puestos de trabajo. El incremento de la productividad en proporción directa con los nuevos factores tecnológicos puede ser mayor que en tiempos pasados a medida que se consolidan las aplicaciones.

En base a los conceptos, teorías y definiciones analizadas se presenta la forma de definir Infraestructura para el desarrollo en tecnología que se usara en esta tesis de investigación académica. Tener personal adecuado para que se requiera adoptar y aplicar la tecnología digital que los negocios necesitan. Adicionalmente, se refiere a aquellos avances en conectividad inalámbrica que permiten una comunicación continua y robusta gracias a la tasa de confiabilidad que puede tener dicha infraestructura, latencia de milisegundos y tiempos de reacción más veloces, los robots tendrán una mayor habilidad y capacidad para intercambiar información, así como realizar multitareas como inspección y mantenimiento de plantas de producción, diagnóstico preventivo y mantenimiento en plantas productivas. El desarrollo tecnológico se refiere al uso sistemático de la investigación y del conocimiento que se dirigen hacia la producción de materiales, sistemas, dispositivos móviles u otros métodos incluyendo el diseño, desarrollo, mejora de prototipos, productos, servicios o modelos organizativos.

#### **b) Investigaciones aplicadas de la de la infraestructura para el desarrollo tecnológico**

Todavía que los involucrados en aquel Foro Económico Mundial de 2017 aceptan que esta Industria 4.0 tiene potencial de elevar ventas, productividad y mejorar el estándar de calidad de vida de muchos países, señalan que pudiera terminar con millones de plazas de trabajo en al menos 15 países con mayor desarrollo en el planeta y evidencian del último barómetro innovativo mundial (en este estudio se

recoge opiniones vía encuesta de más de 4000 líderes y personas interesadas en la transformación digital de 23 países):

- 86% cree que las innovaciones de los sistemas ciber fiscos serán beneficiosas
- 16% teme por el impacto negativo en los trabajadores
- 65% está dispuesto a asumir los riesgos al innovar
- 68% de los tomadores de decisiones tiene expectativas altas

Las encuestas señalan incertidumbre de empresarios por la resistencia al cambio en factores tecnológicos en donde aquellos empresarios que no logren o quieran adaptarse no logran sobrevivir. El foro económico mundial 2016 menciona cinco factores claves mediante estos se llega a tener una evaluación de la calificación evaluativa de los países hacia la Industria 4.0:

- Innovación tecnológica.
- Capital humano y capacidades.
- Economía global, comercio e inversión.
- Recursos naturales y sostenibilidad.
- Regulación y gobernanzas.

Estos cinco elementos hacen confrontar a los países de América Latina, incluyendo México, la ausencia de productividad en sus sectores industrias en su mayoría lo que refleja pérdidas sustanciosas en activo fijo, bienes de consumo e insumos. Adicionalmente, la baja renta en la región debido a la estructura de producción concentrada en los bienes primarios para exportación y servicios no transables (Stumpo,2017).

Las empresas que son manejados con un alto grado de factor tecnológico son relativamente más sencillas en encontrar ciertas evidencias en sectores como la cibernética, fotografía, farmacéutica, automotriz, química y electrónica, por ejemplo.

Con esto se puede adentrar y expandir en cada una de las secciones en industrias (ejemplificando los detergentes, procesadora de alimentos, soluciones químicas, jabones, entre otros). Los directivos de empresas con éxito apuestan a la capacitación y entrenamiento especializado de su equipo de ingeniería que proveerán ventajas competitivas en el futuro. Cuando el factor tecnológico es externo a la organización la IT toma un rol fundamental para asegurar que cada inversión del accionista sea redituable. La IT asiste y apoya a establecer las ventajas y desventajas que sean sustentables y sostenibles para la empresa (Cohen y Levintal, 1994).

Una encuesta procesada por (Brockhoff,1991) resume que la IT ofrece las siguientes ventajas o beneficios inherentes:

- Promueve una favorable toma de mejor decisión de como resultado una mejor preparación en toda la situación competitiva. El entorno competitivo esta mejor estudiado de forma global, permitiendo la identificación de una mayor variedad de acciones competitivas disponibles a la empresa.
- Se optimiza el tiempo en la prevención de alertas sobre empresas que no tienen procesos inteligentes (en la industria química y farmacéutica mayor a 6 meses).

### **2.2.2 Variable X2- Transformación digital para toma de decisiones**

#### **a) Teorías y definiciones de la Transformación Digital**

El rápido crecimiento en la digitalización tanto en crecimiento de las industrias digitales como la infraestructura representa la palanca fundamental para la digitalización de la producción y un aumento significativo en la productividad de múltiples factores y competitividad en los países de la OCDE.

La transformación digital representa un cambio socio económico como resultado de la adopción en gran volumen de los individuos, gobierno corporativo en tecnologías de información y comunicación e industrias. Este cambio ha sido medido y representando por 7 principales componentes:

- Servicios digitales Infraestructura: redes de comunicación fija y móvil que permiten transmitir el tráfico de datos que habilita el funcionamiento del ecosistema digital.
- Interconectividad de servicios digitales: Terminales que adoptan (computadoras y teléfonos inteligentes) y servicios (banda ancha móvil y fija) que admiten el rápido acceso a lo digital.
- Domótica: Promueve el uso de servicios y plataformas vía internet (gobierno electrónico, comercio electrónico y redes sociales).
- Digitalización de producción: Promueve la utilización de tecnologías digitalizadas por parte de organizaciones para incrementar su competitividad y productividad.
- Desarrollo de software empresas proveedoras de contenidos audiovisuales, redes sociales, buscadores, telecomunicaciones y manufactura de equipamiento y terminales.
- Factores de producción del ecosistema digital: capital humano e inversión necesaria para el desarrollo de industrias digitales.

Intensidad competitiva dentro del ecosistema digital: Niveles de concentración en plataformas de internet, telecomunicaciones y organización industrial.

La nueva innovación digital que han surgido de forma reciente puede ser una gran oportunidad para lograr una mejor productividad con sentido sostenible y sustentable en lo referido a creación de empleos. La transformación digital afecta a los sectores

productivos más aun a los que tienen mayor competitividad y se influncian más en las condiciones del mercado. Aquí se exponen áreas donde la transformación digital está ocasionando modificaciones muy importantes como es en el mercado laboral, productividad, economía colaborativa y la revolución de los datos.

Hoy en día el mundo gira en torno al internet y la información que se genera en ella a través de la red y se ha podido visualizar como se ha consolidado en prácticamente todos los sectores de las empresas y en otros de forma total. Sin embargo, el resultado no es lo mismo en todas las industrias y/o sectores industriales, la transformación digital cada vez se visualiza más en más sectores productivos y aprovecha la oportunidad mediante el uso del Big Data o las redes sociales. La digitalización refleja un cambio imprescindible en lo económico, resultado de adoptar por parte de individuos, industrias y gobierno tecnologías digitales de comunicación e información.

En un informe de Deloitte (2020) llamado “The industry 4.0 paradox: Overcoming disconnects on the path to digital transformation) se recoge algunas de las siguientes observaciones:

- Esta variable no es un elemento separado al propósito y estrategia de una organización. Una vez que se determina y convierte este elemento en un factor clave se relaciona con todos los aspectos de la organización. De esta forma, la digitalización es más que un simple medio para hacer algo más económico o rápido inclusive. La transformación digital no tiene una definición única. Atiende a las necesidades concretas de una organización y no existe dos iniciativas de transformación digital idénticas.
- La transformación digital puede afectar profundamente al talento. La organización debe comprender a fondo y responder a sus necesidades de

digitalización y de talento. En este sentido, por ejemplo, las empresas se preocupan por ayudar a los talentos con más experiencia en la empresa a comprender como pueden reformar sus roles.

Este tipo de cultura debe ser inclusiva a todos los niveles, impulsan la digitalización y garantiza su viabilidad a diario.

En base a los conceptos, teorías y definiciones analizadas se presenta la definición de transformación digital que se usa en esta tesis de investigación y los datos recolectados, analizados y procesados de la información digital hacen que mejoren la toma de decisiones y pronósticos y la integración digital de la información desde fuentes y localizaciones permiten llevar a cabo organizaciones en un ciclo de forma continuo, el tener acceso en tiempo real a los datos impulso el ciclo de la información y hechos entre los mundos digitales y físicos. Esto tiene lugar mediante una serie de procesos interactivos llamado como PDP- Pos sus siglas en ingles Physical-to digital-to physical. Cabe aclarar que la esta variable no tiene una única definición, sino que atiende las necesidades precisas de una empresa y no pueden existir dos iniciativas de digitalización iguales.

#### **b) Investigaciones aplicadas de la transformación digital**

Para las organizaciones que usan de una forma intensiva los datos y la información o cuyos bienes y servicios sean digitalizados esto conlleva un recambio en el proceso del negocio, ya que se dejan de vender bienes físicos. Esto admite grandes economías de escala tanto en producción como distribución, así como posibilidad de empaque, personalización y entrega logística de los mismos productos y servicios.

En las industrias de bienes físicos, el mayor impacto de la digitalización se da en las actividades de negocio secundarias (administración, contabilidad, finanzas,



recursos humanos). La digitalización permite integrar estas tareas a lo largo de toda la organización, con la consecuente agilización y ahorro de costos en los procesos.

Un elemento que ocasiona la falta de éxito es la orientación en exceso a la tecnología. Las inversiones más importantes se destinan a la migración de datos y al desarrollo tecnológico, sin embargo, no se tienen en cuenta la misión y visión real del negocio.

Adicional de esto, hay organizaciones que se ven afectadas por la digitalización al extremo de tener que transformar sus productos este fue el caso de la empresa Kodak que se vio obligada a modificar su estrategia para acoplarse a nuevas condiciones del mercado, esta compañía quiere pasar de ser reconocida por su fotografía, química y papel a convertirse en desarrolladora de software, servicios básicos y productos que se basen en imagen digital, tras comprobar que los clientes y consumidores han adoptado la fotografía digital en una forma más eficaz y eficiente.

La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE) comenta que la tecnología ofrece una gran oportunidad para mejorar la productividad en las organizaciones. Las empresas que tienen un mayor acceso a habilidades técnicas, organizativas y de gestión se benefician más que otras, estas organizaciones tienden a ser más productivas y la transformación digital contribuye en su liderazgo.

Para incrementar la productividad la transformación digital es prioritaria, Secretaría Ejecutiva para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) confirma que es un elemento clave para incrementar la productividad y la calidad de trabajo que generan las PYME. El uso óptimo de la tecnología facilita una comunicación más rápida con estrategias y se producen mayores tasas favorables de proyectos terminados gracias a la digitalización y comunicación más eficaz.

De acuerdo con el reporte Tech Insights 2018 de SWC Technology Partners, un asunto clave en las empresas es el proceso de digitalización para aumentar su productividad, seguido en la reducción de gastos y costos operativos y la rápida adopción de ciberseguridad.

De esta, la productividad se afianza en la lista de prioridades, las organizaciones van incrementando el uso óptimo de tecnología que permita la colaboración y comunicación de los trabajadores, de acuerdo con el reporte, el 50% de los encuestados, están en un proceso de evaluación y despliegue de las herramientas. El reporte, el 51% de los encuestados está en el proceso de evaluación y despliegue de esas herramientas.

- Para discernir el grado económico y su afectación en la economía estudiamos el crecimiento económico per cápita que muestra la productividad en el trabajo, la capacidad de producción y podemos plantear la productividad laboral como una variable que dependen de tres elementos.
- Capital físico de la economía.
- Capital humano, que alude a la cualificación de los trabajadores.
- Productividad total de los factores, referida a las mejoras tecnológicas u organizativas.

La combinación de trabajo y capital unidos logran un incremento en la eficacia y eficiencia. Un aumento de productividad laboral por la mejora del capital humano se debería a una intensificación de uso de los factores mientras que un aumento como consecuencia del aumento en la productividad de los factores puede ser causado por una mejor organización en el ámbito institucional o legal apoyando la competencia entre industrias y empresas (Canals, 2018).

En un estudio basado en datos de Kupriyanoski (2017) llamado “Digitalización, retos y evolución de las Pyme” se afirma que en México las Pequeñas y medianas empresas (Pyme) representan un factor fundamental para el crecimiento del país, ya que aportan un 52% al Producto Interno Bruto (PIB) del país, sin embargo, existen factores que provocan que estas desaparezcan tales como la falta de ingresos, falta de indicadores u objetivos del negocio y falta de proceso de análisis, por lo tanto, la transformación digital para toma de decisiones refleja una gran oportunidad de desarrollo económico en las PYME. Un 78% de los directivos de las PYME perciben grandes beneficios al implementar la digitalización, en los cuales un 37% comenta tener un mayor control en el negocio, un 25% refleja un mejor rendimiento, mientras que un 20% reduce sus costos y optimiza ahorros.

Un estudio publicado Berger y Roland, (2016) en el cual obtuvo un gráfico de cuestionario de digitalización afirma que la digitalización en las industrias incrementa la productividad y optimizan recursos en dinero y tiempo. Sin embargo, algunas empresas enfrentan algunos obstáculos para su digitalización tales como:

- Falta de compromiso en la gestión.
- Incertidumbre jurídica.
- Riesgo de seguridad.
- Ausencia de oferta adaptada al mercado.
- Resistencia al cambio.
- Técnica o falta de competencia.

### **2.2.3 Variable X3 Automatización de los procesos administrativos**

#### **a) Teorías y definiciones de la automatización de los procesos administrativos**

La automatización de tipo flexible es un término que se desarrolló hace aproximadamente 2 décadas. Esta posee algunas características de la fija y el tipo programable (Quinteros, Zurita, Zambrano & Manchay, 2020). La automatización opera mediante una aserie de estaciones de trabajo que se encuentran interconectadas por un sistema de manipulación de materiales y un sistema de almacenamiento. Con el tipo flexible la automatización puede conseguir diversos productos en una misma línea de montaje y al mismo tiempo prácticamente. Sus características son:

- Gran inversión al equipo de ingeniería y software.
- Mezclas de varios productos a través de la producción continua.
- Índices de producción media.
- Alta flexibilidad en el diseño del producto.

La automatización de las tareas administrativas es un requerimiento cada vez más frecuente en la industria con el objetivo de minimizar costos y optimizar los recursos, así como reducir la merma en general, etc. (Méndez, 2010).

Hay 2 tipos de automatización de procesos: los discontinuos y los continuos, los primeros tienen como característica general que se asegura que comprenda procesos por lotes y los procesos tipo de manufactura que se entiende en la ejecución de tareas previas y materiales que se manipulan de forma rápida y constante y presenta la necesidad de conservar una serie de variables con valores previamente determinados. En base a los conceptos, teorías y definiciones analizadas se presenta la definición de esta variable que será utilizada en esta investigación Definición: Se

cambia el trabajo manual por sistemas que trabajan de una forma con autonomía y así reduce o elimina errores y optimiza recursos. Además, se define como todos aquellos recursos que implica el software y hardware y métodos que se encaminan a un control real y eficaz de un proceso que se lleva de forma automática.

### **b) Investigaciones aplicadas de la automatización de los procesos administrativos**

Desde hace tiempo existen empresas de automatización de procesos, tal es el caso de Meinsa, dedicadas, entre otras cosas, a este fenómeno. Este es un indicador que habla por sí mismo y pone en valor los procesos de automatización, muy demandados, en la actualidad.

La automatización aplicada al sector industrial o manufacturero, se integra de sistemas basados en programados computarizados con el fin de monitorear, analizar y controlar todos los procesos con los que tenga relación. Los beneficios de automatizar procesos o tareas son inagotables.

El monitoreo y procesos de control es un tema muy importante que ofrece esta variable se determina por las capacidades de monitoreo y control y así se tendría que recordar en base a la memoria humana cuanto se había producido en cierto tiempo concreto, ahora mediante la inteligencia artificial son las maquinas las que se encargan de llevar la cuenta y monitoreo y se evita el error humano.

La identificación de puntos de baja productividad es otro punto importante en la automatización de procesos, a veces es complicado distinguirlos del resto, aun y si estamos hablando de una gran empresa con miles de tareas ejecutándose a la par.

Es muy sencillo detectar en las empresas aquellas tareas que se aportan en la automatización de tareas administrativas, ya que se puede dilucidar aquellos puntos

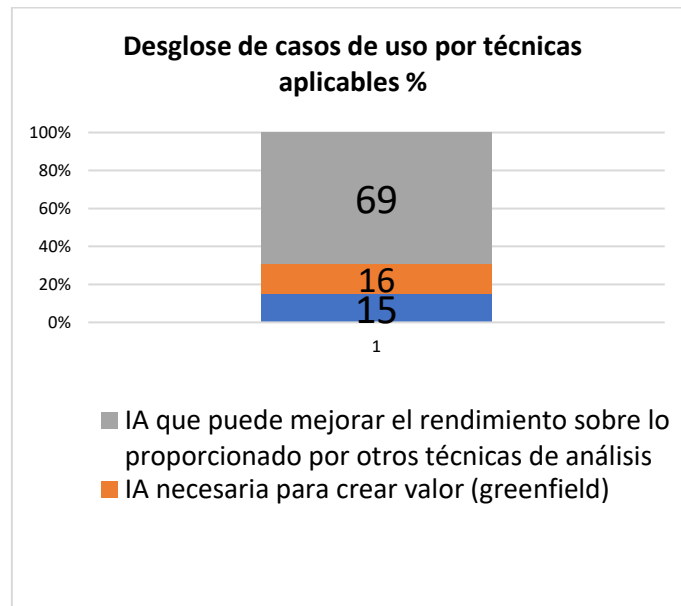
con baja productividad que no funcionan de forma correcta y empieza a portar soluciones para esto. Un tercer punto no menos importante es la información sobreexplotada la cual se origina a través de los procesos de la organización para que se pueda optimizar la productividad. Esto se hará posible, si se filtra y selecciona con criterio a base de procesos gracias a esta disciplina y se pueden extraer informes no solo relacionados con productividad sino con la probabilidad de éxito de cada una las partes automatizadas.

Un cuarto punto en la automatización de procesos administrativos es la organización del tiempo, cualquier organización que tenga procesos automatizados reflejara como sus empleados mejoran tiempos debido a que las máquinas ejecutan tareas repetitivas y el ser humano no tiene la capacidad de aportar ningún valor añadido.

La documentación centralizada es absolutamente necesario con la automatización de procesos administrativos, cuando esta se programa en una organización es común que las áreas o departamentos queden interconectados. Esto hace fácil su forma de comunicarse en todo tipo de proyectos. Para conseguir que esto salga adelante se tiene que asegurar que toda la comunicación de la compañía llegue a todos sus empleados.

**Figura 14**

***Incremento potencial de valor en sectores en México, a partir de la IA.***



Fuente: McKinsey, 2018 Notes from AI Frontier: Applications and value of Deep.

Dentro de las múltiples ventajas de aplicar Inteligencia Artificial es la calidad con cero defectos, disponibilidad 24 horas del día, mejoramiento de la seguridad del trabajador y mejora significativamente la calidad en el producto.

#### **2.2.4 Variable X4. Procesos Productivos Inteligentes**

##### **a) Teorías y definiciones de los procesos productivos Inteligentes**

En un estudio publicado en 2005 por Malcolm Patterson, Shackleton y Dawson llamado “Validación del clima organizacional” podría hablarse de la existencia de tres fases en todo proceso de producción:

Etapa analítica y acopio: Las materias primas se reúnen para ser usadas y fabricadas en el proceso productivo, cuyo objetivo principal es conseguir la mayor

cantidad de materia disponible reduciendo los costos. Sobre este cálculo están considerados costos de flete y costos de reordenar y de almacén, en esta fase se procede a la producción en proceso y en esta primera fase el gerente indicara el objetivo que se tiene a conseguir.

Etapa de síntesis y producción: En esta etapa es fundamental observar los grados de calidad y controlar su cumplimiento, durante esta fase ya las materias primas fueron recogidas para transformarlo en producto terminado mediante su línea de montaje.

¿Cuáles son los tipos de procesos productivos?

- Producción bajo pedido: Bajo este modelo productivo se fabrica un solo producto a la vez la mano de obra intensiva se considera a este proceso productivo.
- Producción por lotes: Con frecuencia se produce una pequeña cantidad de productos idénticos, esto se considera como un proceso de producción intensivo ya que lo habitual es incorporar plantillas o patrones que pudieran simplificar la ejecución.
- Producción en masa: Así se llama a manufacturar cientos de productos iguales en una línea de montaje, por lo general, este proceso productivo conlleva a una serie de subconjuntos individuales y una parte de esa tarea se automatiza lo que permite utilizar menos recurso laboral son el perjuicio de fabricar un número elevado de productos.
- Producción continua: Esta permite la fabricación de muchos cientos de miles de productos iguales y a diferencia de la producción en masa, en este caso la línea de producción está en funcionamiento 24/7, de esta forma se consigue maximizar rentabilidades con la reducción de costos y gastos operativos que



afectan el proceso de producción, altamente automatizado y requieren poco mano de obra.

- Procesos técnicos: Se encargan de cambiar de forma intrínseca los procesos y los factores.
- Procesos de modo: Son los que se encargan de transformar forma o modo de cada factor productivo.
- Procesos de lugar: Su meta es transportar de un sitio a otro los factores y productos.
- Procesos de tiempo: Conservar el tiempo es el objetivo en este caso del proceso.

En base a los conceptos, teorías y definiciones analizadas se presenta la definición de esta variable que será utilizada en esta investigación; Definición: Un flujo completamente integrado que sincroniza las fases de preproducción, producción y postproducción, logrando una mayor productividad, sostenibilidad y rendimiento económico. Una serie de estaciones de trabajo que están interconectados y también una estación de almacenamiento y manipulación de recursos se constituye esta variable. El control y monitoreo de los procesos productivos inteligentes es importante para el avance en la competitividad y crecimiento económico de la organización, éste requiere el conocimiento correcto para la adecuada toma de decisiones en el proceso de transformación de productos.

### **b) Investigaciones aplicadas de procesos productivos Inteligentes**

Se le relaciona un poco más hablar de productividad, tecnología y digitalización referida a procesos del sector servicios, pero es importante que estos conceptos también en el sector industrial si se quiere que se aumente el porcentaje de participación en la distribución de tareas de la estructura productiva. Está relacionada con la fabricación de un producto el cual le queremos aportar ideas de lo que significa

la cuarta revolución industrial es la idea de negocio para los emprendedores OEE (Overall Equipment Effectiveness). En su libro "Overall Equipment Effectiveness" Su Abordaje Unicista de Belohlavek P. (2006) dio a conocer más acerca de los sistemas productivos inteligentes, el OEE proporciona mediante software implantado en la cadena de producción, información de tres métricos de una organización:

- Disponibilidad. Problemas de máquinas paradas demasiado tiempo por varios motivos como inexistencias de orden de trabajo, cambio en producto, defectos de calidad, etc.
- Rendimiento. Problemas por velocidades, falta de ajuste, enganchamiento de órdenes, etc.
- Calidad. Se provocan incidentes por mal control de la calidad y cambios inadecuados en el equipo y maquinaria, materias primas en mal estado.

De cualquier forma, la pronta localización de estos problemas permitirá encontrar o abordar mejor las soluciones a los mismo detallando las ventajas, desventajas y restricciones. Regresando a las empresas con sistemas productivos inteligentes esta la data o información en los mismos procesos, muchas de estas máquinas tienen sistemas integrados para recolectar información y las que no tienen se le pueda añadir algún tipo de sensor que centralizan la información en tarjetas PLC (Tarjetas diseñadas para aplicaciones específicas, tales como controladores). Todos esos datos e información recogida se vuelcan en terminales de los encargados y se controlan los procesos productivos

Una vez que se cuenta con el monitoreo de las maquinas con datos meta de manipular por los operarios. Queda la otra parte de la problemática los trabajadores u operarios, los cuales al estar implicados inherentemente en el proceso productivo inteligente pueden y deben ser objeto de un fuerte control, siendo ellos los encargados

de nutrir los datos adecuados al sistema mediante terminales de tacto y de fácil uso. En ellos pueden indicar si hay algún cambio de turno o simplemente que finalizó la orden de producción, un checklist, paros de línea, etc.

Posteriormente, ya una vez teniendo los datos que fueron recogidos por el software y se obtienen informes o reportes que necesita la producción para optimizar los recursos y mejorar órdenes de venta, reportes de calidad detallados como acciones correctivas, costos y esto permitirá de una forma remota tener un mejor control productivo.

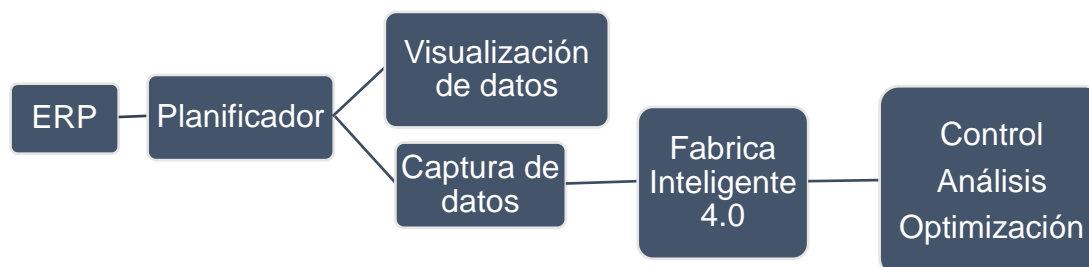
Últimamente, los expertos han identificado ciertos factores que inciden en la productividad como son los turnos de trabajo, el tamaño de la organización, rigidez del mercado de trabajo y reglamentaciones hasta la existencia de una serie de situaciones diferentes como el control económico o la situación geográfica.

El cambio de la mano de obra tradicional a la maquinaria o robots industriales ocasiona que dichos procesos se realicen de una forma más eficaz y eficiente y con menores mermas y tiene la posibilidad de programar un proceso productivo durante cualquier hora del día, en cualquier día de la semana.

En la figura 15 se muestra una puerta de entrada a la fabricación inteligente, especialmente diseñada bajo parámetros de Industria 4.0, que posibilita extraer conocimiento de los datos generados por los procesos productivos mediante la interconexión de dispositivos de la maquinaria.

**Figura 15**

***Solución Integral Smart Factory de Grupo Garatu***



Fuente: Solución Integral Smart Factory de Grupo Garatu (2018).

La figura permite tener un análisis de control y optimización y rendimiento de la maquinaria y equipo dentro de la capacidad productiva:

- Planificador de los procesos productivos.
- Permite capturar señales de máquinas.
- Monitoreo del proceso productivo.
- Control adecuado en tiempo real a los datos.
- Especialmente, diseñada para PYME, el sistema puede ser adaptado a todo tipo de maquinaria industrial (máquina-herramienta, líneas de producción automáticas) y aportar inteligencia al análisis de datos.

En la Mapa Conceptual del Problema Bajo Estudio se muestra el índice global de la productividad laboral de la economía y por grupos de actividad y sus índices componentes durante el primer trimestre (Indicé base 2013=100)

**Tabla 3*****Índice global de productividad laboral de la economía***

Índices	1 <sup>er</sup> Trimestre		Variación % anual
	2018 <sup>P</sup>	2019	
<b>Índice Global de Productividad Laboral de la Economía</b>	<b>101.9</b>	<b>100.9</b>	<b>(-) 1.0</b>
– Índice del Producto Interno Bruto	110.2	111.5	1.2
– Índice de Horas Trabajadas	108.1	110.6	2.3
<b>IGPL de las Actividades Primarias</b>	<b>105.0</b>	<b>111.8</b>	<b>6.5</b>
– Índice del Producto Interno Bruto	109.2	115.6	5.8
– Índice de Horas Trabajadas	104.0	103.4	(-) 0.6
<b>IGPL de las Actividades Secundarias</b>	<b>88.5</b>	<b>88.6</b>	<b>0.2</b>
– Índice del Producto Interno Bruto	103.2	102.5	(-) 0.7
– Índice de Horas Trabajadas	116.6	115.7	(-) 0.8
<b>IGPL de las Actividades Terciarias</b>	<b>108.0</b>	<b>105.5</b>	<b>(-) 2.2</b>
– Índice del Producto Interno Bruto	113.8	116.0	1.9
– Índice de Horas Trabajadas	105.4	109.9	4.2

<sup>P</sup> Cifras preliminares.

Fuente: INEGI.

Adicionalmente, un estudio (Michael Chui, 2020) llamado “Trabajos perdidos, trabajos ganados: Transiciones de la fuerza laboral en una era de automatizaciones” el cual reafirma que los sueldos medios bajos de nuestro país pueden frenar el proceso de automatización, este estudio se realizó sobre la consideración que la automatización comienza con la adaptación y se equipara al segundo elemento del costo que es la mano de obra de sistemas ciber físicos, robots colaborativos y fabricas inteligentes.

### **2.2.5 Variable X5- Capacidad para generar innovaciones**

#### **a) Teorías y definiciones de la capacidad para generar innovaciones**

Se define a la innovación como la introducción de un nuevo servicio, proceso o producto que diferencia y establezca una mejora significativa de un nuevo método de comercialización, de un proceso o de un método organizativo en las prácticas de control de una empresa o industria. La política de innovación y fomento de la industria

tiene como prioridad incentivar el proceso de innovación en todos los sectores y en particular en organizaciones para generar mayor recurso económico, es decir, mayor valor económico a los procesos productivos y al componente o producto que se elabora en la economía. (Fierro, A. P., Chávez, P. B. A., & Lanas, J. G. 2017).

La innovación puede reflejarse en el uso de un nuevo método de producción, en una nueva idea científica que incremente el valor productivo, empleo de nuevas tecnologías como las TIC o en la introducción de un nuevo producto que satisfaga necesidades de consumidores, la mejoría de su calidad presentación o servicio logrando ser más atractivo para el mercado. La innovación incluye la utilización de fuentes o cadenas de suministro y realizar cambios organizacionales u operación del mercado, así como una apertura de un nuevo mercado con estrategias alternativas de comercialización y logística.

Recientemente, el desarrollo de las regiones y países depende también de las etapas de innovación, ya que cuando se crean, difunden y aplican es una forma de garantía para el crecimiento en la economía y bienestar de la sociedad. Empero es importante que los legisladores y ejecutivos de la nación diseñen diferentes estrategias e instrumentos que fortalezcan la innovación en todo el ciclo de producción con visión a la creación de valor y aumento de competitividad y productividad.

En el proceso de innovación cada una de los involucrados juega un rol importante donde el estado es clave para remediar las faltas en el mercado y esto implica cooperación entre todos los interesados, temas de rentabilidad social, propiedad intelectual, mitigación del riesgo, lo cual permite tener una mayor atención por el proceso de innovación y se percibe de forma directa los beneficios que se generan

tanto a nivel público como privado, tal cual lo muestra la economía evolutiva (Herrera, T. J. F., Quejada, R., & Payares, J. G. P. 2011).

El proceso de innovación implica tareas complejas de transformación y creación del conocimiento adicional disponible, en nuevas soluciones para los problemas que se plantea el ser humano en su etapa evolutiva. Para términos macroeconómicos y microeconómicos también la innovación crea nuevos empleos, también nuevos mercados y nuevas formas de organización contando con la posibilidad de tener niveles vida más elevados y un mayor crecimiento. La innovación tanto en el servicio como en la creación del producto debe seguir siendo el objetivo en las empresas y administradoras públicas y en el sistema educativo también. Sin duda, innovar en su industria y también en sus actividades de servicio debe seguir siendo el objetivo preponderantemente en las empresas incluyendo las Pyme, las administraciones públicas, universidades e incluso las personas.

Adicionalmente, de acuerdo con el manual de Oslo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el proceso innovativo trata de cambios sustanciales y significativos en cuanto a programas informáticos, materiales y técnicas empleados cuyo objetivo sea la disminución de costos unitarios de distribución o de producto, en cuanto al proceso organizativo son cambios en las prácticas y procedimientos en la empresa aplicando toma de decisiones estratégicas para lograr objetivos como el aumento en la productividad y competitividad, que es un factor clave en el proceso de modernización que ha ayudado a negocios visionarios y sectores industriales a aumentar su productividad, fortalecer la marca, mejorar la experiencia del cliente, entre otros.

En base a los conceptos, teorías y definiciones analizadas se presenta la definición de esta variable que será utilizada en esta investigación académica el proceso de

Innovación es cuando se introduce un nuevo o significativamente mejorado proceso, producto, ya sea en servicio o en forma de bienes, puede ser también un nuevo método de comercializar o un nuevo modelo organizativo, en el control interno de la empresa la organización del lugar de trabajo o relaciones con el exterior. El proceso de innovación se refleja en el uso de un nuevo proceso productivo inteligente, el empleo de nuevas tecnologías o su uso óptimo de la misma o en el hallazgo científico que eleve el valor de la producción.

### **b) Investigaciones aplicadas sobre la capacidad para generar innovaciones**

En Latinoamérica, un análisis del Banco Interamericano de Desarrollo BID, muestra una correlación alta entre la productividad y el proceso de innovación en las PYME de más de 10 empleados en 5 países latinoamericanos incluyendo Colombia. Crespi y Zúñiga, 2010).

También menciona el estudio del BID citado, en Latinoamérica, existe comprobación científica de relación no tan fuertes entre el proceso de innovación y las empresas y evidencia la poca capacidad de integrar recursos científicos y tecnológicos a las estrategias de innovación de los negocios.

Es evidente, que la innovación llega también mediante la compra de activo fijo que contenga nueva tecnología, colaboración con instituciones innovadoras, compra de patentes, colaboración con instituciones innovadoras dentro y fuera del país o la misma cooperación con clientes y proveedores, que ofrece o demandan servicios o productos.

Es prioritario alimentar el proceso de innovación por medio de distintas fuentes, ya que todo proceso innovativo depende de la política estratégica que indican apoyos a la realización de distintos entes y afectan la eficiencia general del sistema, tales como:



- Explícita consideración de la globalización.
- Marco regulatorio estable.
- Valoración en términos de convergencia.
- Planteamiento de coordinación de políticas públicas. Estrategia integrativa de diseño público/privada.

La innovación exige planteamientos estratégicos que tengan en cuenta los efectos en red (diversos agentes con tecnologías que interactúan entre sí) y que partan de un enfoque realmente global, entendiendo que la innovación se genera, se difunde, se utiliza y se rentabiliza a nivel mundial.

### **Factores de innovación determinantes de la productividad**

El estudio tópico de la innovación continúa elaborado por Rodríguez Romero (1991) es un tema de mucho interés por lo que existen muchas investigaciones sobre la influencia de la innovación sobre la productividad. Algunos se centran solo en el análisis de uno de ellos, como por ejemplo los trabajos de Benito (2001), Doraszelski y Jaumandreo (2007) Grandon y Rodríguez Romero (1991) por mencionar algunos.

El proceso de innovación forma parte de una de las principales fuentes de crecimiento económico y el número registrado de patentes está relacionado con la capacidad de innovación productiva en nuestro país. Una de las principales ventajas que proporciona el registro de una marca o patente es la difusión generalizada de esta, es decir la publicidad misma en la descripción de la patente lo que apoya a otros negocios a tener beneficio de esa innovación y aumentar los efectos colaterales sobre economía general y aumento de productividad de otras empresas. (Blazsek y Escribano, 2010).

Innovar producto es importante también e influye en el análisis de productividad, así lo reflejan Huergo y Moreno (2004) donde indican que los negocios que tienen actividades de factor tecnológico dan lugar a procesos de innovación y presentan un rápido crecimiento de la productividad mundial muy distinto al resto de las otras organizaciones.

El proceso de creación de nuevos productos y servicios se origina a partir de las nuevas necesidades que va teniendo el ser humano. De esta forma el impacto innovativo reflejado en el aumento de la productividad se debe a la aplicación de conocimientos nuevos generados en nuevos procesos de producción y la creación de nuevos productos (Czarnitki y otros, 2007).

En otros estudios sigue confirmándose la misma tendencia (Rochina, 2008) en sus números que obtienen los negocios que han implementado la innovación disfrutaron de un aumento significativo en la productividad que las que no la hacen. Este aumento también depende de la estructura organizativa de la empresa incluso desde el año de su inscripción, asimismo, los grandes corporativos pueden demorar hasta un par de años en ver los resultados de la implementación del proceso innovativo en términos de productividad.

El modelo propuesto por Myers-Marquis (1969) surge en la década de los setenta, y se da como resultado de una investigación realizada por la Escuela de Administración del Massachusetts Institute of Technology (MIT). En la investigación se tuvo como objeto de estudio a 567 innovaciones realizadas por 121 compañías americanas. El proyecto tenía como finalidad de detectar el proceso por el cual pasan las innovaciones industriales que llegan a tener éxito en el mercado: a este proceso se le llamo "Modelo del proceso de Innovación".

El proyecto se refiere a mejoras continuas o graduales de una forma aislada, sin ser revolucionarias en la industria, pero que ya uniéndose es un indicador del nivel de competencia de los productos de una empresa y se catalogan como procesos de innovación de un mayor grado. Aunque impactan en las empresas, este tipo de procesos de innovación no son tomados en cuenta de forma primordial, ya que su naturaleza predictiva ayuda al emprendedor a entender que ideas son novedosas, deben de estar fundamentalmente bajo un contexto lógico y cuenta con el apoyo y respaldo de ser innovación real, la innovación de forma radical no es tomada en cuenta dentro del modelo, ya que su carácter es esporádico y complejo.

Abernathy y Utterback (1978) también en esa misma década formularon su propio modelo de desarrollo conocido también como “Modelo de Evolución Tecnológica”. Este proyecto ofrece crear estrategias de desarrollo tecnológico basados en las etapas de evolución tecnológica de un sector industrial. Ambos trataron de encontrar una relación entre patrones de innovación de cierta unidad productiva y ciertas características de dicha unidad, como la capacidad de producción y la estrategia competitiva. Ellos terminaron concluyendo que dicha capacidad productiva y el tipo de innovación están directamente correlacionadas con la etapa de evolución que se encuentra en la unidad productiva, es decir, que de estos depende de la posición que ocupa la unidad en el proceso transitorio del negocio que se base en tecnología a gran empresa basado en el volumen.

### **2.3 Hipótesis Operativas y/o Específicas**

H1.- La infraestructura para el desarrollo tecnológico es un elemento de la aplicación de la Industria 4.0 que permiten aumentar la productividad en las PYME Tecnológicas.

H2.-La transformación digital para toma de decisiones es un elemento de la aplicación de la Industria 4.0 que permite aumentar la productividad en las PYME tecnológicas.

H3.-La automatización de procesos administrativos es un elemento de la aplicación de la Industria 4.0 que permite aumentar la productividad en las PYME tecnológicas.

H4.- Los procesos productivos inteligentes son un elemento de la aplicación de la Industria 4.0 que permite aumentar la productividad en las PYME tecnológicas.

H5.-La capacidad para generar innovación es un elemento de la aplicación de la Industria 4.0 que permite aumentar la productividad en las PYME tecnológicas.

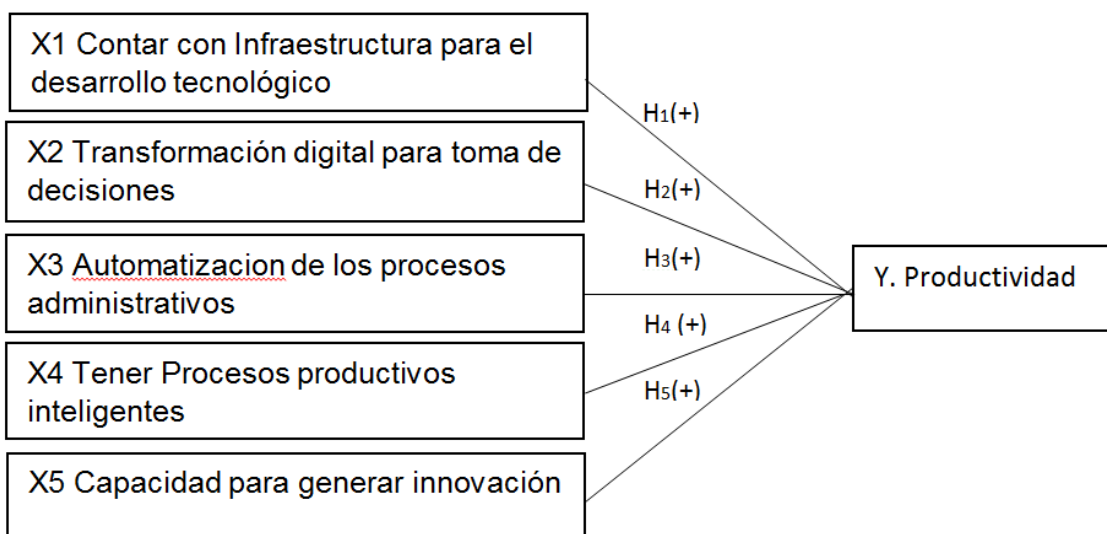
**Modelo esquemático de la hipótesis.**

$$Y = f (X1, X2, X3.....Xn )$$

**2.3.1 Modelo Gráfico de la Hipótesis**

**Figura 16**

***Modelo Gráfico de Variables***



Fuente: Elaboración propia

### 2.3.2 Modelo de relaciones teóricas con las hipótesis

Se presenta una tabla que sustente la relación teórica de las variables dependientes e independientes. Por lo que se consideran los autores que mencionan las principales teorías e investigaciones aplicadas de cada una de las variables.

**Tabla 4.**

**Tabla de Relación Estructural Hipótesis - Marco Teórico**

Referencia	X1	X2	X3	X4	X5	Y
Jesus Serrano. (2020).						
Brockhoff(1991)						
Stumpo(2017)	X					X
Cohen yLevinthal(1994)						
Lopez Valencia A.P Lopez Bernal (2013)						
Myers, S., & Marquis, D. G. (1969).						
Fierro A.P., Chávez P.B.A.& Lanás J.G. (2017)					X	
Blasek y Escribano (2010)						X
Crespi y Zúñiga (2010)						
Rochina (2008)						
Sanchez, Montemayor A. (2019)						
Malcolm, Shackleton y Dawson (2005)				X		X
Quinteros, Zurita, Zambrano & Manchay (2020)			X			X
Valdés N.G. (2012)						
Canals (2018)						
Kuproyanoski (2017)						
Arango serna M.D. W Branch J Castro Benavides (2018)		X				X

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO 3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

### **3.1 Tipo y diseño de la investigación**

#### **3.1.1 Tipos de Investigación**

Los tipos de investigación que se utiliza son los descriptivos, correlacionales y explicativos. El estudio descriptivo permite detallar eventos o situaciones, es decir, como se manifiesta determinado fenómeno y busca especificar propiedades importantes de comunidades, grupos o personas que sean sometido a análisis.

El estudio de tipo correlacional tiene como propósito medir el grado de relación entre las variables dependientes con la independiente. Las técnicas prospectivas de análisis de contexto y encuesta servirán para identificar y validar las variables clave para la evolución de las PYME tecnológicas. El estudio explicativo está dirigido a responder las causas de los eventos físicos o sociales, se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da este.

#### **3.1.2 Diseño de la Investigación**

Esta investigación tiene un diseño no experimental porque, ya que se realizará sin manipular deliberadamente las variables presentadas, lo que se hace es solamente observar los fenómenos tal y como se presentan en un contexto natural.

Se utiliza la técnica de búsqueda documental, bibliográfica y de campo. En este orden de ideas se expondrán reflexiones en torno a sus fundamentos epistemológicos y metodológicos además de los aportes y falencias que se observan en los elementos de la Industria 4.0 en las Pyme Mexicanas por ser implementadas. Se desplegarán una serie de referencias bibliográficas que travesan diferentes disciplinas de la Industria 4.0 y que aportaran a este campo. Se discutirán teórica y

metodológicamente estudios relacionados con las variables independientes a partir de distintos personajes, gráficos, documentación audiovisual. Los principales instrumentos para la investigación son el cuestionario y las encuestas; las técnicas de búsqueda documental y bibliográfica son fuentes de información primaria, validez y crítica de las fuentes e información de revistas electrónicas, además, evaluación de sitios Web, entre otros.

### **3.2 Método de recolección de datos**

Si se utiliza un estudio cuantitativo: se debe explicar a detalle cómo se realiza la encuesta y el proceso general del mismo.

Es una investigación transeccional porque se recolectarán datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir las variables y analizar su incidencia en la interrelación en un momento dado.

#### **3.2.1 Elaboración del Instrumento**

La elaboración de la encuesta tiene el objetivo de obtener información que permita caracterizar los aspectos relevantes de las Pyme tecnológicas ante los elementos que tiene la nueva revolución industrial 4.0 como pilares tecnológicos, por lo que se integró en tres secciones (Ver tabla 5)

- En la primera sección con 5 preguntas donde se abordaron aspectos sobre el perfil del encuestado.
- En la segunda sección de la encuesta con 5 preguntas sobre el perfil de la empresa donde se tomaron aspectos demográficos y laborales acerca de la Pyme tecnológica.

- En la tercera sección con 31 preguntas, 5 para cada variable dependiente e independiente de esta investigación. En esta sección se consideró como respuestas una escala de Likert de 5 opciones:

1=Totalmente en desacuerdo    2=En desacuerdo    3= Neutral    4= De acuerdo    5= Totalmente de acuerdo

**Tabla 5**

***Estructura del Instrumento Encuesta***

Variable	ítems elaborados en encuesta
Perfil del encuestado	5 del 1 al 5
Perfil de la empresa	5 del 6 al 10
Y.- Aumentar la productividad	5 ítems de la 11 a la 15
X1.-La Infraestructura para desarrollo tecnológico	5 ítems de la 16 ala 20
X2.- Transformación digital para toma de decisiones	5 ítems de la 21 a la 25
X3. La automatización de los procesos administrativos	5 ítems de la 26 a la 30
X4.-Los procesos productivos inteligentes	5 ítems de la 31 a la 35
X5.-Capacidad de generar innovaciones	6 ítems de la 36 ala 41

Fuente: Elaboración Propia

**3.2.2 Operacionalización de las variables de la hipótesis**

La idea de la operacionalización de las variables es identificar las unidades de medición para cada una, de forma tal que el modelo sea consistente respecto a los elementos de medición.



**Tabla 6. Operacionalización de las variables e indicadores de gestión**

Variable	Definición	Unidad de Medición	Autores
X1 Infraestructura para Desarrollo Tecnológico	Contar con personal con habilidades que se requieren para aplicar y adoptar tecnologías digitales que las empresas necesitan.	Grado en que una infraestructura de desarrollo de tecnología favorece a la Pyme a aumentar su productividad, costos, infraestructura digital	(Brockhoff,1991), (Stumpo,2017). (Cohen y Levintal, 1994), López Valencia A.P.& López Bernal (2013), Guambo Rodríguez, R. M., & Zambrano Sánchez, R. D. (2020)
X2 Transformación Digital para Toma de Decisiones	Los datos recogidos, procesados y analizados de la información digital permiten mejorar los pronósticos y la toma de decisiones. La integración digital de la información desde diferentes fuentes y localizaciones permiten llevar a cabo negocios en un ciclo continuo. Se reemplaza el trabajo manual y repetitivo por sistemas que puedan trabajar en forma autónoma, eliminando errores y abaratando procesos. Adicionalmente comprende el conjunto de recursos que implican	Ordinal Grado de influencia en que la Transformación Digital favorece a la Pyme tecnológica a aumentar su productividad, digitalización, ordinal	(Canals, 2018). (Pedrero Muñoz2017) Kupriyanoski (2017) Arango Serna M.D. W Branch J. Castro Benavides L.M. Burgos (2018)  (Quinteros, Zurita, Zambrano&Manchay,2020) Rodríguez I.M. (2017). Valdés N.G. (2012)
X3 Automatización de los Procesos Administrativos	equipos físicos (hardware) y programas destinados al control de dichos equipos (software), métodos y tecnología encaminado al control efectivo de un determinado proceso, de tal forma que este se lleve a cabo de un modo automático, reduciendo en todo lo posible la intervención humana. Un flujo completamente integrado que sincroniza las fases de preproducción, producción	Grado en que la presencia de automatización de procesos administrativos favorece a la productividad ordinal sistema informático Tics	Malcolm, Shackleton y Dawson, (2005) Herrera, T. J. F., Quejada, R., & Productivos Payares, J. G. P. (2011). Taboola. (2019)
X4 Los Procesos Productivos Inteligentes	postproducción, logrando una mayor productividad sostenibilidad rendimiento económico. Estos sistemas suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas	Grado en que la presencia de procesos Productivos favorece a la Pyme tecnológica a aumentar su productividad. ordinal	

---

	<p>por un sistema de almacenamiento y manipulación de materiales</p> <p>La introducción de un nuevo producto o servicio que represente una mejora significativa, de un proceso, de un método de comercialización o de un método organizativo las prácticas internas de la empresa o organización.</p>	<p>(Fierro, A. P., Chávez, P. B. A., &amp; Lanas, J. G. 2017).</p> <p>Grado en que la presencia de una Innovación Tecnológica favorece a la Pyme a (Rochina ,2008)</p> <p>(Sánchez, G. Montemayor A.(2019)</p> <p>Álvarez ,R &amp; García A(2010)</p> <p>Diego Cardona. (2013).</p> <p>programas innovación</p> <p>tecnológica</p>
<p><b>X5</b> Capacidad Generar Innovaciones</p>	<p>de un nuevo método de comercialización o de un método organizativo las prácticas internas de la empresa o organización.</p>	<p>(Simonis, 2016).</p> <p>(Lee &amp; Leem, 2016).</p> <p>(Raffino, M.E ,2020)</p> <p>(Grosskopf,1993</p>
<p><b>Y</b> Productividad</p>	<p>Es un indicador de la eficacia con que una economía hace uso de su capital y de su mano de obra</p>	<p>(Simonis, 2016).</p> <p>(Lee &amp; Leem, 2016).</p> <p>(Raffino, M.E ,2020)</p> <p>(Grosskopf,1993</p>

---

### 3.3 Población, marco muestral y muestra

La población de estudio son las Pyme tecnológicas con énfasis en los servicios de diseños o desarrollo de software y procesamiento electrónico de información. Para conocer cuántas empresas de este tipo están localizadas en el el Municipio de San Pedro Garza García, se revisó la base de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), que es un estadístico nacional. Estos datos muestran la población de 102 empresas tecnológicas en este Municipio, a los cuales se aplicó la fórmula del tamaño de la muestra.

#### 3.3.1 Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se utiliza una fórmula que permite saber la cifra de la muestra de acuerdo con los niveles de confianza y margen de error establecidos.

Figura 17.

**Ecuación 1. Cálculo del tamaño de la muestra.**

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

En donde:

Tamaño de la población (N): Es la cantidad total del segmento de población a evaluar.

Margen de error (E): Un porcentaje que me indica que tan acertados serán los resultados obtenidos, en otras palabras, que tan cercanos están a la realidad de la población evaluada (expresado en decimales).

Nivel de confianza de muestreo (Z): permite saber que tan asertivos estamos respecto a la media real del resultado esperado en la población analizada.

Z= (0.95) =	1.96	95% nivel de confianza
Z <sup>2</sup> =	3.8416	
N Población =	94	
N-1 =	93	
P =	0.5	
Q =	0.5	
E =	0.05	
E <sup>2</sup> =	0.0025	

Reemplazando valores en la fórmula:  

$$N_{\text{óptima}} = \frac{75.679}{}$$

Una vez ya obteniendo y sustituyendo los valores en la formula, la muestra estadística representativa es de 76 empresas tecnológicas en San Pedro Garza García.

Cuando existe una distribución normal de la población, a la cual pertenece la muestra de acuerdo con su variable dependiente, de acuerdo con Levy y Varela (2003), la hipótesis de partida que debe cumplir cualquier análisis multivariable es la normalidad de los datos, la herramienta más simple que sirve para diagnosticar la

normalidad es el histograma. Por tanto, se presenta la gráfica de probabilidad normal.

**Tabla 7**

*Prueba de KMO y Bartlett*

Medida de adecuación de muestreo	Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	0.696
Prueba de esfericidad de Bartlett		108.102
Grados de libertad		10
Significancia		0.000

Fuente: Elaborado a partir del SPSS V25

Esta tabla muestra la idoneidad de los datos para la detección de estructuras, valores mayores a 0.50 son útiles para la adecuación del muestreo y en la prueba de esfericidad de Bartlett, indica que son útiles los datos a partir del análisis factorial con resultados menores de 0.005 el nivel de significancia.

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

**Tabla 8****Cálculo del tamaño de una muestra para población finita**

Tamaño de la muestra para un N. de	70
conf. del 90%	
Tamaño de la muestra para un N. de	<b>76</b>
conf. del 95%	
Tamaño de la muestra para un N. de	78
conf. del 97%	
Tamaño de la muestra para un N. de	82
conf. del 99%	

p= Proporción esperada que cumple la característica deseada

q= Proporción esperada que NO cumple la característica deseada

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9 Cálculo del error muestral para poblaciones finitas**

$$e = z * \sqrt{\left(\frac{p * q}{n}\right) \left(\frac{N - n}{N - 1}\right)}$$

**Error de acuerdo al nivel de confianza deseado**

Error con un nivel de conf. 90%      4.2%

Error con un nivel de conf. 95%      4.9%

Error con un nivel de conf. 97%      5.5%

Error con un nivel de conf. 99%      6.5%

p= Proporción esperada que cumple la característica deseada

q= Proporción esperada que NO cumple la característica deseada

Fuente: Elaboración propia

### **3.3.2 Sujetos de estudio:**

El sujeto de estudio a quienes van dirigidas las encuestas son los propietarios o director/gerente general o el encargado del área de producción, ya que tienen una visión global de las necesidades del uso óptimo de la tecnología, transformación digital, automatización de los procesos administrativos, contar en su planta con procesos productivos inteligentes y la capacidad de generar innovación dentro de su núcleo y no tercerizar la innovación a gente fuera de la Pyme tecnológica.

### **3.4 Métodos de Análisis**

En este apartado se anotan, los métodos estadísticos que se consideren más apropiados para el análisis de los datos recolectados, tanto métodos inferenciales como descriptivos.

El método inferencial puede referirse, a algún método de estadística multivariable. Por lo que se explica la forma, en la cual se utilizan los medios estadísticos para el análisis de información, ejemplo:

- Confiability del instrumento, validez de contenido y estadística descriptiva.
- Análisis de regresión lineal múltiple, análisis de correlación, análisis de varianza y Análisis de ANOVA.

## CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se detallan los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento de medición, en donde se valida el impacto que tienen cada una de las variables independientes sobre la variable dependiente que es productividad. Se presentan , en primer lugar, los resultados relativos al perfil de los encuestados y de las empresas. Adicionalmente, se lleva a cabo un análisis sobre la base de una ecuación lineal múltiple, finalmente, se plantea la validación de la hipótesis con base en los resultados obtenidos.

### 4.1 Prueba piloto

Se deben “probar” los cuestionarios con una pequeña muestra de la población que se pretende encuestar, para detectar posibles errores en su elaboración, y rectificarlos. Así, los datos obtenidos tendrán mayor confiabilidad en la investigación. Por lo que se hizo un análisis de Alpha de Cronbach con 38 encuestas, donde se señalen las puntuaciones óptimas entre 0.70 y 0.90.

**Tabla 10.**

***Alpha de Cronbach.***

Variable	Resultados Prueba Piloto (38)	Ítems	Resultados Finales (76)	Ítems
X1 Infraestructura para Desarrollo Tecnológico	0.808	5	0.8485	
X2. Transformación Digital para Toma de	0.695	5	0.8015	



<b>decisiones</b>			
<b>X3. Automatización de los procesos Administrativos</b>	0.581	5	0.6734
<b>X4. Procesos productivos Inteligentes</b>	0.755	5	0.8885
<b>X5. Capacidad de generar Innovación</b>	0.785	6	0.8286
<b>Y. Productividad</b>	0.783	5	0.7565

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que se requiere eliminar la pregunta 30 de la variable X3 para mejorar la fiabilidad con el Alpha de Cronbach.

**Tabla 11.**  
***Fiabilidad y validez de constructo***

Fiabilidad y validez de constructo - Resumen				
	Alfa de Cronbach	Fiabilidad compuesta (rho_c)	Fiabilidad compuesta (rho_c)	Varianza extraída media (AVE)
X1 Infraestructura	0.849	0.855	0.892	0.623
X2 Transformación	0.813	0.829	0.870	0.574
X3 Automatización	0.718	0.760	0.809	0.463
X4 Procesos	0.841	0.864	0.888	0.618
X5 Innovación	0.818	0.834	0.869	0.527
Y Productividad	0.764	0.783	0.842	0.522

En la siguiente tabla se muestran diferentes análisis validando las variables del modelo. La variable X3 Automatización de los procesos administrativos está

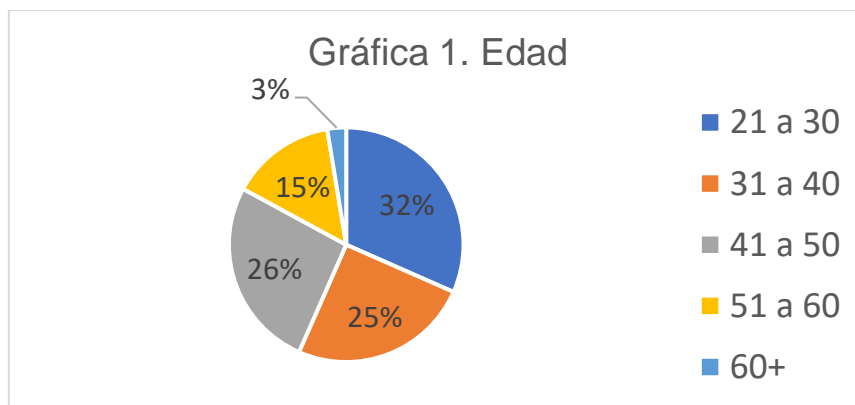
cumpliendo con el límite de tolerancia de la Varianza extraída media conocida por sus siglas AVE.

## 4.2 Resultados finales

La investigación partió de una población de 94 empresas, aplicando la fórmula de la muestra se determinaron 76. A continuación, se presenta la estadística descriptiva del perfil del encuestado y de la empresa y se termina con el análisis de la estadística de regresión lineal múltiple.

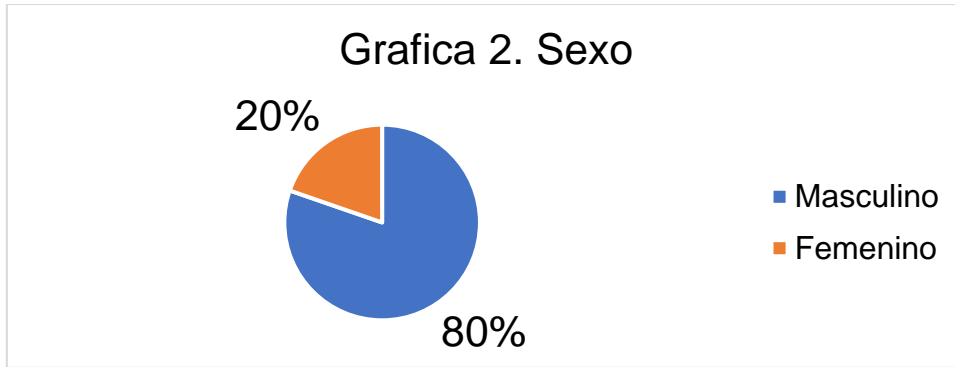
### 4.2.1 Estadística descriptiva del Perfil del Encuestado

En el gráfico se muestra que un 31.6% de los encuestados tienen entre 21 - 30 años y un 51% adicional están en el rango de 31 a 50 años.



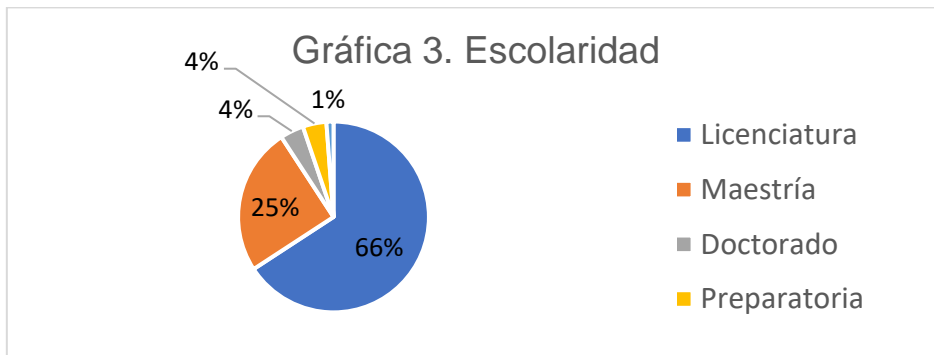
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

En el gráfico se muestra que 8 de cada 10 encuestados pertenecen al género masculino, lo que resalta notoriamente en estos puestos en las Pyme tecnológicas.



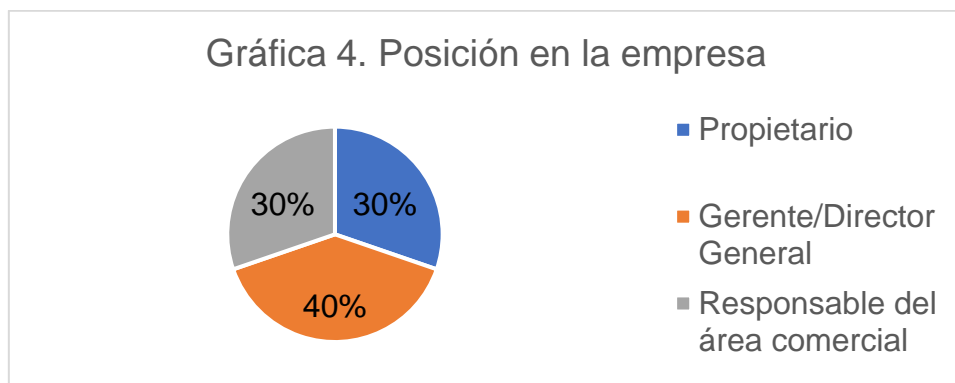
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos

En el gráfico 3 el nivel de estudios que muestra el perfil del encuestado resalta que 9 de cada 10 encuestados tienen un nivel de licenciatura, maestría y/o doctorado.



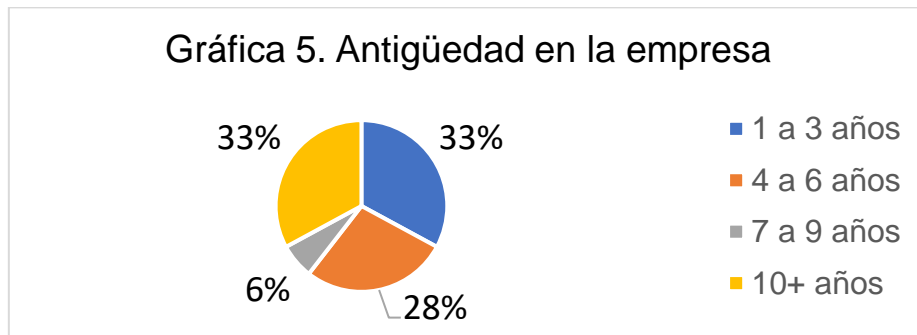
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos

En el gráfico 4 se observa que los sujetos de estudios tienen el cargo de director general con un 40%, un 30 % es propietario de la Pyme tecnológica y el mismo porcentaje es el director del área comercial.



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos

En el gráfico 5, antigüedad en la empresa, se marca una notoriedad de una tercera parte de los encuestados tiene de 1 a 3 años en la Pyme y otra tercera parte tienen más de 10 años laborando en la Pyme tecnológica.



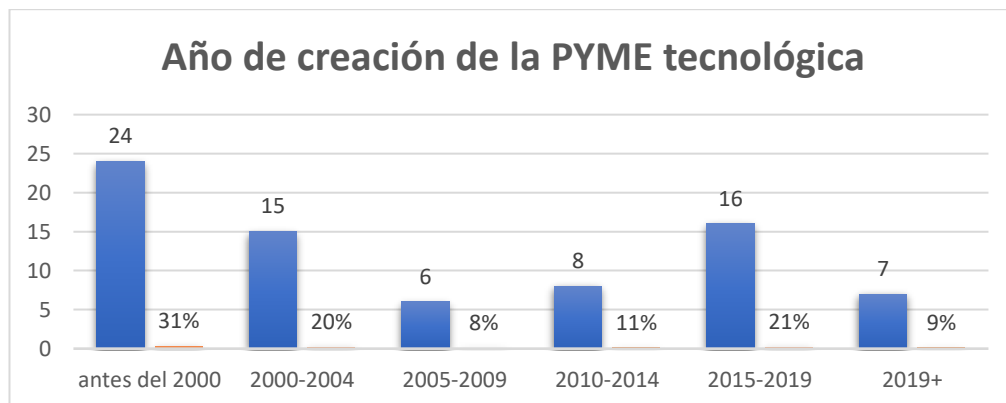
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos

### Perfil de la empresa

En la gráfico 6 hay una clara distinción de creación del 2000 hacia 2019, hay 2 errores que se verificaron con los encuestados al cambiar dígitos al teclear el año.

### Gráfico 6.

#### Creación de la Pyme Tecnológica

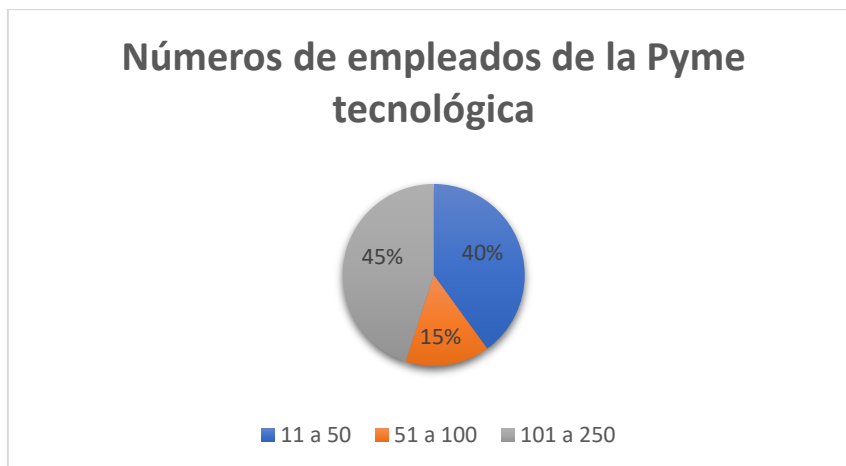


Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos

En la gráfico 7 se observan los resultados sobre la cantidad de empleados que tiene la Pyme Tecnológica, el 40% de los encuestados menciona de 11 a 50 empleados y el 45% tienen 101 a 250 empleados.

**Gráfico 7.**

***Número de empleados de la Pyme Tecnológica***

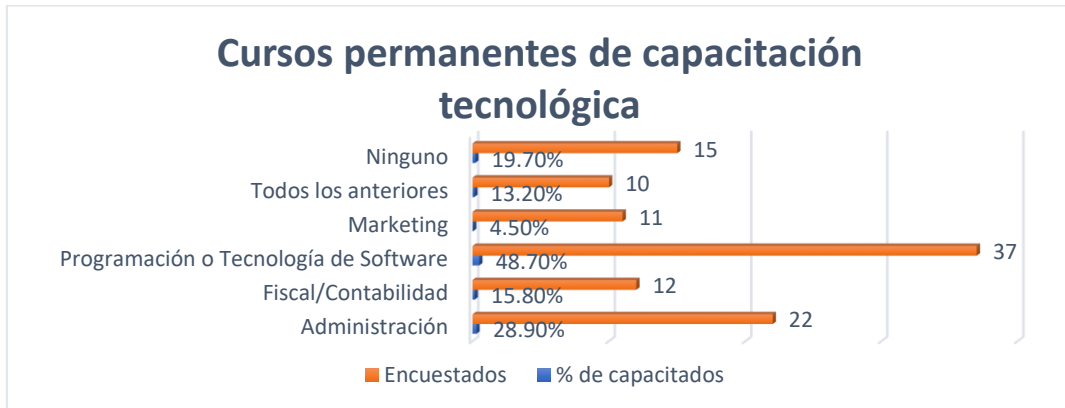


Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos

En el gráfico 8 muestra los resultados sobre los cursos permanentes de capacitación tecnológica que ofertan en su empresa, el 49% responde que de estos son de Tecnología de Software y un 29% son cursos de administración.

**Gráfico 8.**

***Cursos permanentes de capacitación tecnológica***

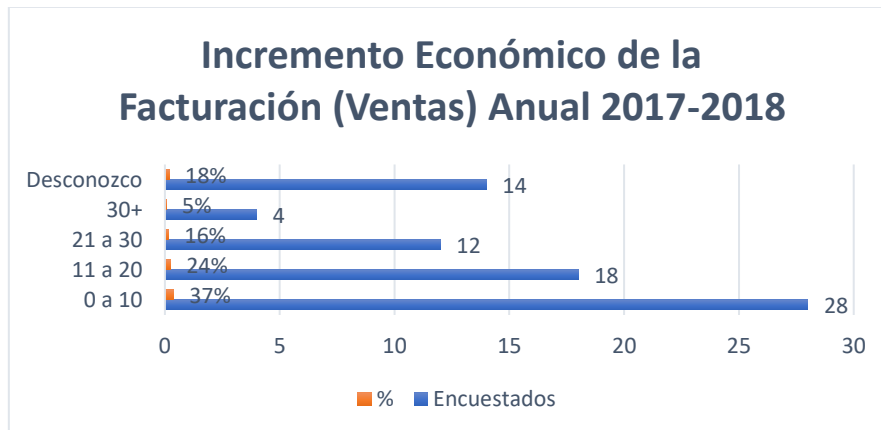


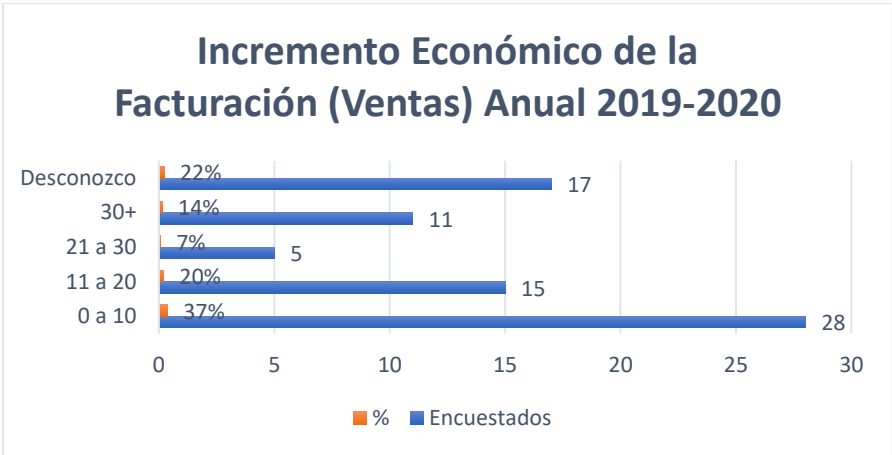
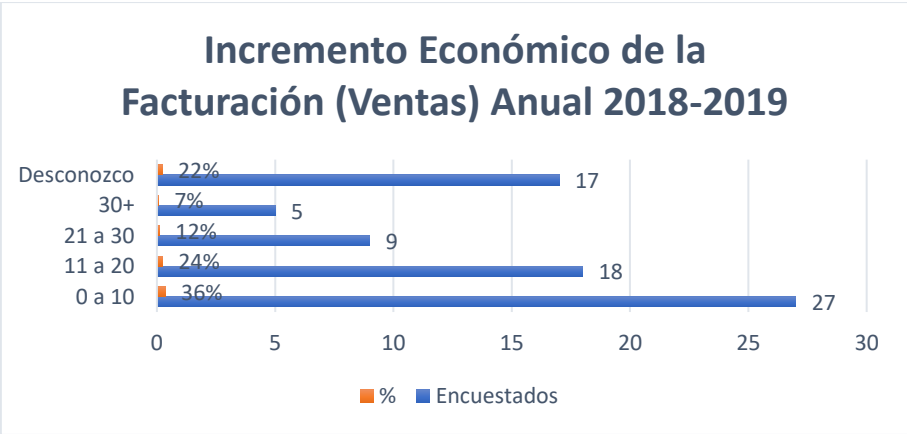
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos

En el gráfico 9 se observa la pregunta sobre el porcentaje en incremento de ventas de 2017 a 2020, lo cual muestra una tendencia muy variada en los tres ejercicios fiscales 2017-2018, 2018-2019 y 2019-2020, Estos se presentan en orden cronológico.

**Gráfico 9.**

***Incremento económico en ventas en su empresa por ejercicio fiscal***



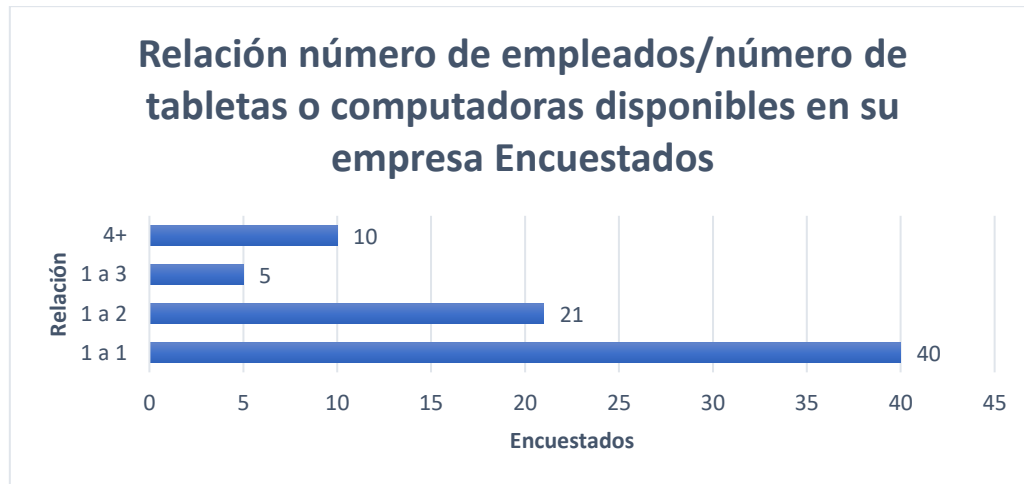


Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos

En el gráfico 10 se observan las respuestas sobre cuál es la relación entre los empleados y número de computadoras y /o tabletas disponibles, el 32% de los mismos contestó de 1/1 y las otras respuestas resultaron muy dispersas unos colocaron el total de equipos contra el número de empleados.

### Gráfico 10.

**Relación número de empleados/número de computadoras o tabletas disponibles en su empresa**



Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenido.

### Tabla 12

**Estadísticos descriptivos y varianza**

	Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Medio	Desviación estándar	Varianza
X1 INFRAESTRUCTURA	76	1.80	5.00	3.7368	0.71644	0.513
X2 TRANSFORMACIÓN	76	1.80	5.00	3.7053	0.75009	0.563
X3 AUTOMATIZACIÓN	76	2.00	5.00	3.8000	0.93918	0.882
X4 PROCESOS PRODUCTIVOS INTELIGENTES	76	2.00	5.00	3.6132	0.78814	0.621
X5 INNOVACIÓN	76	2.17	5.00	3.8332	0.61696	0.381
Y PRODUCTIVIDAD	76	1.40	5.00	3.8263	0.73346	0.538
N (válido por lista)						



**Tabla 13*****Análisis factorial de idoneidad de los datos***

Variable	Ítems Validos	KMO	Bartlett	Número de ítems validos
X1 Infraestructura	16IN,17IN,18 IN,20IN	0.819	0.000	4
X2 Transformación	22TR,23TR, 25TR	0.680	0.000	3
X3 Automatización	27AUT, 28AUT,29AU T, 30AUT	0.541	0.000	4
X4 Procesos	31PPI,32PPI, 33PPI	0.725	0.000	3
X5 Innovación	36INN,37INN ,39INN,40IN N,41INN	0.694	0.000	5
Y. Productividad	11PR,13PR, 14PR	0.701	0.000	3

Fuente: Elaboración propia a partir de SPSSV25

No se presenta irregularidad de los resultados de los ítems con respecto al constructo de las variables en el instrumento aplicado.

La tendencia de la media de las respuestas corresponde a 4 que significa que están “De acuerdo” del total de la muestra poblacional de 76 encuestados, cabe mencionar que no hubo valores perdidos, no se eliminaron cuestionarios ni se presentaron valores atípicos en nuestros estudios. Al efectuar la prueba de medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo resultó 0.765 cumpliendo con el parámetro de rango establecido en trabajos de investigación aplicadas según (Khan 2006;Blalock 1966); con respecto a la prueba de esfericidad de Bartlett en todos los casos del análisis las variables cumplen y son altamente significativas.

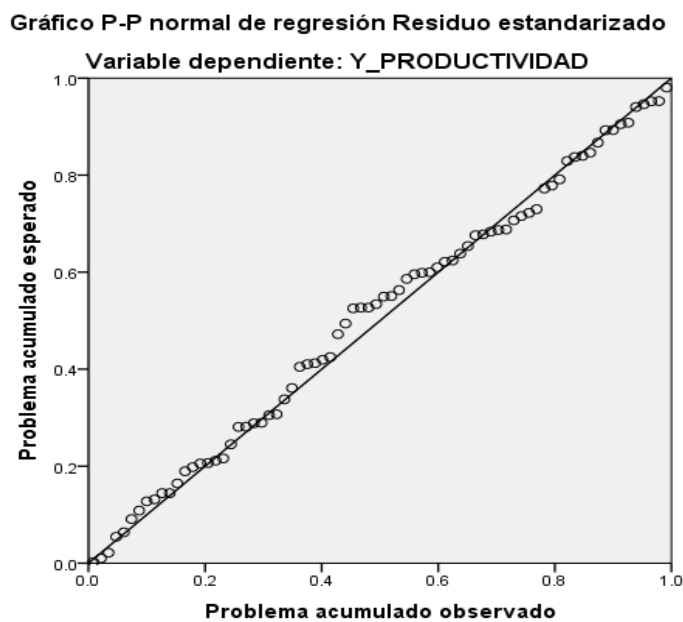
**Tabla 14*****Análisis Factorial: Media, desviación estándar, Matriz de Componente de extracción.***

	Media	Desviación Estándar	Matriz de componente extraído	Número de análisis
P16IN	3.9595	0.9280	0.799	76
X1. INFRAESTRUCTURA				
P17IN	4.0405	0.8348	0.776	76
X1. INFRAESTRUCTURA				
P18IN	3.7027	0.9175	0.825	76
X1. INFRAESTRUCTURA				
P19IN	3.8784	0.8906	0.782	76
X1. INFRAESTRUCTURA				
P20IN	3.7973	1.00655	0.780	76
X1. INFRAESTRUCTURA				
P21TR	3.8514	0.8708	0.725	76
X2. TRANSFORMACIÓN				
P22TR	3.5270	1.2521	0.694	76
X2 TRANSFORMACIÓN				
P23TR	3.7297	0.9693	0.774	76
X2 TRANSFORMACIÓN				
P24TR	3.7703	0.9443	0.696	76
X2 TRANSFORMACIÓN				
P25TR	3.8514	0.7883	0.823	76
X2 TRANSFORMACIÓN				
P26AUT	3.9459	0.7919	0.601	76
X3 AUTOMATIZACIÓN				
P27AUT	3.6081	0.9336	0.540	76
X3 AUTOMATIZACIÓN				
P28AUT	3.8784	0.9356	0.789	76
X3 AUTOMATIZACIÓN				
P29AUT	3.8649	0.9114	0.870	76
X3 AUTOMATIZACIÓN				
P30AUT	3.7297	0.9406	0.049	76
X3 AUTOMATIZACIÓN				
P31PPI	3.8514	0.9316	0.868	76
X4 PROCESOS				
P32PPI	3.5405	1.11268	0.829	76

X4 PROCESOS				
P33PPI	3.4865	1.0101	0.853	76
X4 PROCESOS				
P34PPI	3.5541	1.0087	0.526	76
X4 PROCESOS				
P35PPI	3.6081	0.96255	0.143	76
X4 PROCESOS				
P36INN	3.5676	0.8926	0.652	76
X5 INNOVACIÓN				
P37INN	3.6351	0.9152	0.779	76
X5 INNOVACIÓN				
P38INN	3.9865	0.6772	0.670	76
X5 INNOVACIÓN				
P39INN	3.9324	0.7821	0.730	76
X5 INNOVACIÓN				
P40INN	3.9865	0.8679	0.683	76
X5 INNOVACIÓN				
P41INN	3.9054	0.9816	0.840	76
X5 INNOVACIÓN				

Figura 18

Método de extracción: Análisis de componentes principales

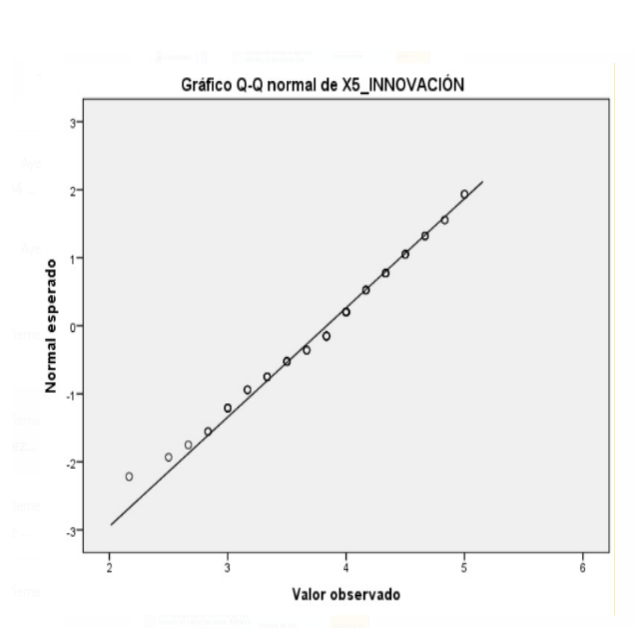


Fuente: Elaboración propia a partir del SPSS V25

La recta inclinada muestra la linealidad de los datos con respecto a la respuesta de las variables independientes y la relación de la estimación a lo que contestan en la variable dependiente Y Productividad por lo que se cumple con una distribución normal de los datos.

**Figura 19**

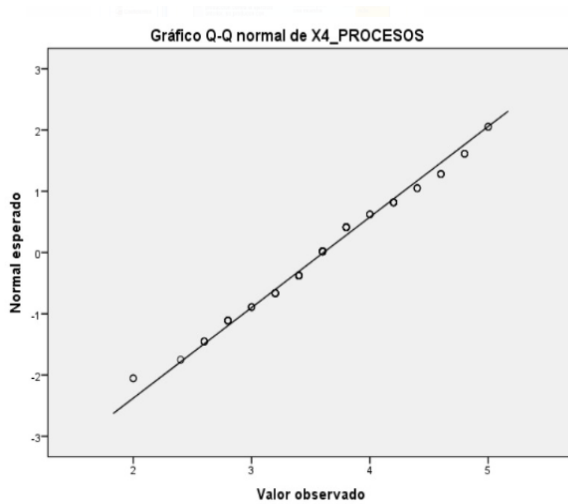
*Método de extracción: Análisis de componentes principales:X5*



Con respecto a la variable X5 Capacidad de generar Innovación se muestra como los datos están alineados con relación a la desviación media del promedio de los datos, por lo que se le considera un modelo asumido a cada distribución normal.

Figura 20

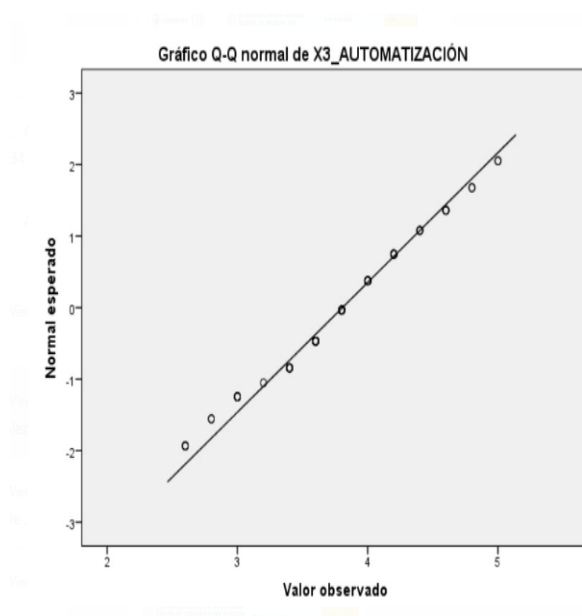
*Método de extracción: Análisis de componentes principales:X4*



Con respecto a la variable X4 Procesos productivos inteligentes se cumple con el supuesto de normalidad estadística de distribución de los datos.

Figura 21

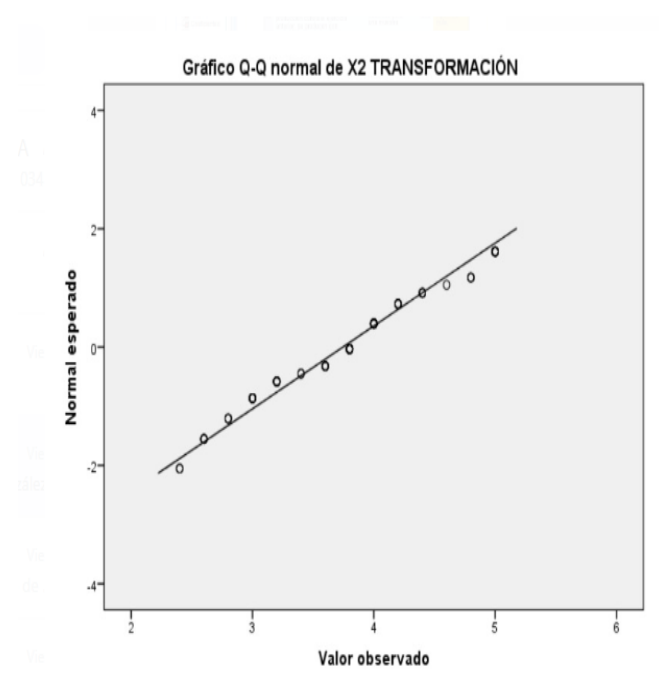
*Método de extracción: Análisis de componentes principales:X3*



Con respecto a la variable X3 Automatización de los Procesos Administrativos los datos caen a lo largo de una línea aproximadamente recta de un ángulo de 45 grados, de ser así se cumple con el supuesto de que los datos están distribuidos normalmente.

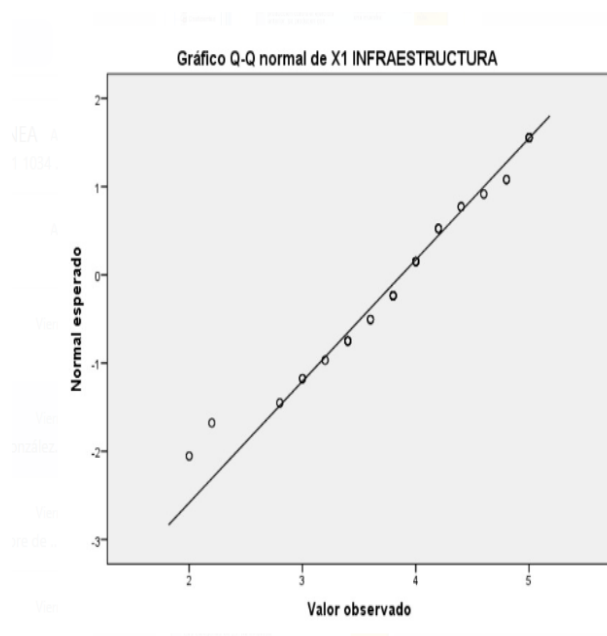
Figura 22

*Método de extracción: Análisis de componentes principales:X2*



Con respecto a la variable X2 Transformación Digital para toma de decisiones se logra apreciar que los datos se distribuyen de forma normal.

Figura 23 Método de extracción: Análisis de componentes principales: X1



Fuente: Elaboración propia a partir del SPSS V25

Con respecto a la variable X1 Infraestructura para el desarrollo tecnológico se muestra como los datos están alineados en relación a la desviación media del promedio de los datos cumpliendo con la normalidad en la distribución de los datos.

#### 4.2.2 Análisis estadístico

El estudio de regresión lineal múltiple muestra una correlación fuerte entre las dependientes con la independiente. Tiene una correlación de 0.760 lo cual es fuerte, elevando al cuadrado es 0.577. La muestra que tendríamos sería suficiente. El análisis de varianza casi marca 10 lo cual es significativo y valioso y el VIF lo ideal es que se muestre cercano al uno.

La  $R^2$  igual a 1 significa que existe un ajuste lineal perfecto esto es que la variación total de la variable Y es explicada por el modelo de regresión lineal múltiple en dicho valor.

Por otro lado, un valor de  $R^2$  igual a 0 indicaría la no representatividad del modelo de regresión lineal múltiple, lo que supone que el modelo no explica nada de la variación total de la variable Y (Rodríguez, 2005).

El cálculo del estadístico Durbin – Watson como regla general si el estadístico es menor a 1 puede ser causa de alarma y al ser mayor a 2 los términos de error sucesivos están correlacionados negativamente. En relación con el resultado obtenido en el estadístico Durbin – Watson, esta muestra tiene un valor resultante de 2.031 lo que afirma la existencia de autocorrelación positiva entre las variables explicativas del modelo. Véase tabla 15.

**Tabla 15.**

***Resumen de los modelos resultante en regresión lineal múltiple  
Resumen del modelo con 5 variables independientes***

Modelo	R	R cuadra do	R cuadra do ajus tado	Error estándar de estimación	Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	Df1	Df2	Sig. Cambio en F	Durbin Watson
1	0.760	0.577	0.546	0.4382	0.577	18.56	5	68	0.000	2.031

a. Predictores (constante):

Variable dependiente: Y Productividad X5 capacidad de generar innovación X1  
Infraestructura para desarrollo tecnológico X4. procesos productivos inteligentes X3  
Automatización de los Procesos Administrativos X2 Transformación Digital para Toma de  
Decisiones



Fuente: Elaboración propia a partir del SPSS V25

**Tabla 16.**

**Resumen del modelo con 3 variables independientes**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de estimación	Cambio de cuadrado de R	Cambio en F	Df1	Df2	Sig. Cambio en F	Durbin Watson
1	0.755	0.569	0.551	0.4358	0.569	30.85	3	70	0.000	2.110

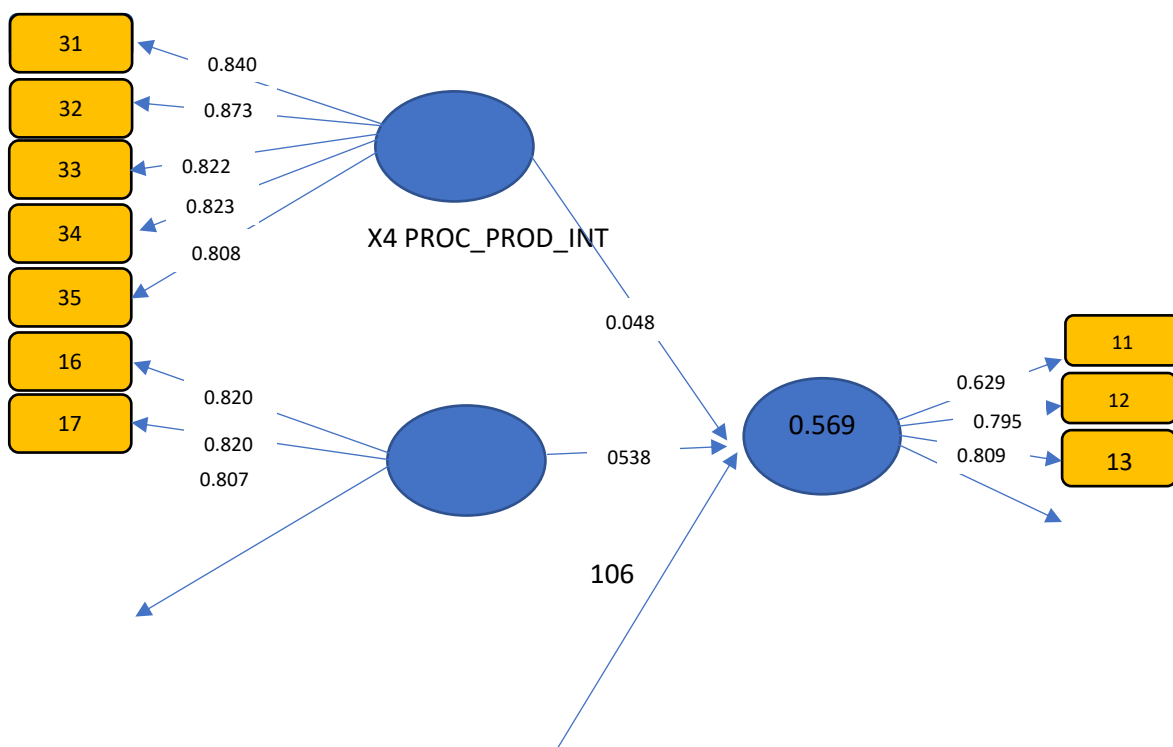
a. predictores (constante):

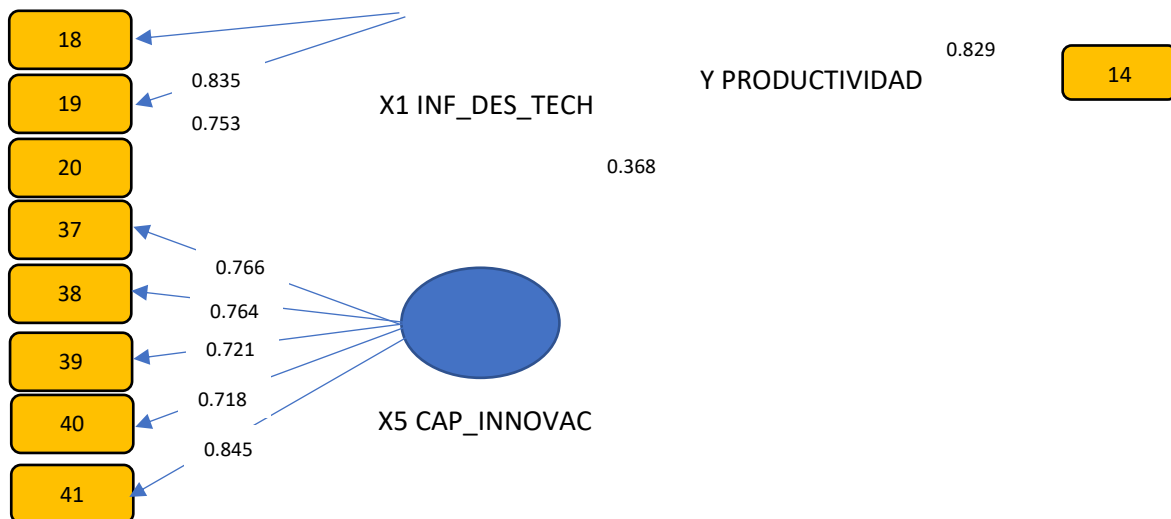
variable dependiente: Y Productividad X5 capacidad de generar innovación X1 Infraestructura para desarrollo Tecnológico X4. procesos productivos inteligentes

Debido a lo mostrado en la tabla 16 se efectúa el análisis de contraste con la interpretación del modelo mediante el estadístico R2 del coeficiente de correlación de Pearson encontrándose diferencia muy mínima al establecer R ajustada 0.546 y en el gráfico de contraste nos arroja un R ajustada de 0.551 , por lo cual se interpreta que la variable X2 Transformación Digital para toma de decisiones y X3 Automatización de los procesos administrativos no realizan aportación alguna al modelo, es decir, ambos modelos explican la variabilidad ficticia de Y Productividad al 55%.

**Figura 24.**

**Modelo Resultante con 3 variables**





Fuente: Elaboración propia a partir del SPSS V25

Posterior a la prueba de contraste se efectúa con el software cuantitativo SMART PLS-SEM el estadístico de coeficiente de correlación de Pearson R<sup>2</sup> obteniendo como resultado 0.569 y con los coeficientes de ruta o sendero de Path X1. Infraestructura para desarrollo tecnológico con 0.538; X4 Procesos productivos inteligentes con 0.048 y X5 Capacidad para generar Innovación con 0.368

En la tabla 17 se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) del modelo de regresión resultante donde se puede validar el estadístico F para cada uno de los modelos resultantes.

Esto permite valorar si existe relación lineal significativa entre la variable dependiente y las variables independientes presentadas en el modelo; el nivel de significancia debe ser menor a 0.05, lo que muestra que existe una relación lineal significativa entre la variable dependiente y las variables independientes (Lucio, 2017).

Para el caso de estudio el estadístico F mostro un valor de 18.560 con un grado de significancia de 0.000; lo cual significa que existe una relación lineal significativa entre las variables incluidas.

**Tabla 17**

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1. Regresión	17.822	5	3.564	18.560	0.000 <sup>b</sup>
2. Residuo	13.059	68	0.192		
3. Total	30.881	73			

a. Variable dependiente: Y\_PRODUCTIVIDAD

b. Predictores (Constante): X5 Capacidad de generar Innovación X4 Procesos productivos Inteligentes, , X1 Infraestructura para el Desarrollo Tecnológico X3 Automatización de los procesos Administrativos, X5 Capacidad para generar innovación X2 Transformación digital para la toma de decisiones

Fuente: Elaboración propia a partir del SPSS V25

El VIF es un indicador para identificar la existencia de colinealidad. Cuanto menor sea este valor mayor será la posibilidad de ello. Se estima que un valor VIF mayor de 15 diagnóstica serios problemas de colinealidad. Como se observa, todos los valores de VIF son solo ligeramente superiores a 1, lo que implica que no hay colinealidad entre las variables del modelo exceptuando las variables x4. Procesos Productivos Inteligentes y variable x5 Innovación (Landeroy González, 2016). Véase tabla 18.

Los coeficientes del modelo de regresión (Betas no estandarizadas) nos permiten conocer el signo y el grado de vinculación de las variables explicativas aceptadas en el modelo.

**Tabla 18.**

***Coeficientes de la variable dependiente: Y Productividad***

Modelo	Coeficientes estandarizados		T	Sig.	95.0%	Correlaciones					Estadísticas de colinealidad	
	Coeficientes no estandarizados	Beta				Orden cero	Parcial	Parte	Tolerancia	VIF		
	B	Error estándar		Intervalo de confianza para B	Límite inferior	Límite superior						
1 Constante	0.720	0.448	1.609	0.112	-0.173	1.614						
X1 Infraestructur	0.538	0.105	0.600	5.108	0.000	0.328	0.748	0.739	0.527	0.403	0.450	2.21
X4 Procesos	0.018	0.089	0.018	0.198	0.844	-0.160	0.196	0.363	0.024	0.016	0.724	1.39
X5 Innovacion	0.132	0.093	0.127	1.421	0.160	-0.054	0.318	0.343	0.170	0.112	0.781	1.29
X2 Transformac	0.115	0.106	0.127	1.085	0.282	-0.097	0.328	0.609	0.130	0.086	0.455	2.20
X3 Autmotizacio	0.020	0.107	0.017	0.183	0.856	-0.194	0.233	0.383	0.022	0.014	0.757	1.32

stancia

\_NFRAESTRUCTURA\_PARA\_EL\_DESARROLLO\_TECNOLOGICO

X4 PROCESOS PRODUCTIVOS INTELIGENTES X5 CAPACIDAD DE INNOVACION X2 TRANSFORMACION DIGITAL X5 AUTOMATIZACION DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS

a. Variables dependientes: Y\_PRODUCTIVIDAD

Fuente: Elaboración propia a partir del SPSS V25

**Tabla 19.**

***Coeficientes de Path***

Coeficientes Path – Lista		Coeficientes Path
X1 Infraestructura -> Y Productividad		0.538
X2 Transformación -> Y Productividad		-0.006
X3 Automatización -> Y Productividad		-0.086
X4 Procesos -> Y Productividad		0.048
X5 Innovación -> Y Productividad		0.368

En la ruta de sendero o caminos de Path, indica la relación de las variables Independientes (X) con la dependiente (Y), se observa que la variable X2 Transformación digital para toma de decisiones y la variable X3 Automatización para los procesos administrativos no cumplen con el rigor estadístico.

**Tabla 20.**  
***Variables latentes-Correlaciones***

	X1 INFRAESTRUCTURA	X2 TRANSFORMACIÓN	X3 AUTO MATIZACIÓN	X4 PROCESOS	X5 INNOVACIÓN	Y PRO DUCTI VIDAD
X1 Infraestructura	1.000	0.736	0.646	0.806	0.682	0.768
X2 Transformación	0.736	1.000	0.585	0.821	0.745	0.653
X3 Automatización	0.646	0.585	1.000	0.555	0.780	0.572
X4 Procesos	0.806	0.821	0.555	1.000	0.700	0.687
X5 Innovación	0.682	0.745	0.780	0.700	1.000	0.697
Y Productividad	0.768	0.653	0.572	0.687	0.697	1.000

En esta tabla se mide la intensidad de la relación entre el conjunto de variables, es decir, las 5 variables independientes propuestas y cumplen con los rangos cercanos al 1 y todas las correlaciones están por arriba de 0.50 indicando que hay una relación positiva.

**Tabla 21**  
***Desviación estándar, media, valores t y valores p***

Coefficientes Path – Media, desviación estándar, valores t, valores p

	Muestra original (O)	Media de la muestra (M)	Desviación estándar (STDEV)	Estadísticos t ( O/STDEV)	Valores p
X1 INFRAESTRUCTURA ->Y PRODUCTIVIDAD	0.512	0.520	0.147	3.488	0.000
X2 TRANSFORMACIÓN ->Y PRODUCTIVIDAD	-0.007	0.000	0.132	0.054	0.957

X3 AUTOMATIZACIÓN ->Y PRODUCTIVIDAD	-0.067	-0.046	0.123	0.543	0.587
X4 PROCESOS ->Y PRODUCTIVIDAD	0.072	0.063	0.153	0.470	0.038
X5 INNOVACIÓN ->Y PRODUCTIVIDAD	0.359	0.345	0.128	2.794	0.005

Mediante la técnica del *bootstrapping* muestra que las variables independientes X2 Transformación digital y la X3 Automatización de los procesos administrativos presentan valores negativos en los coeficientes betas y en los valores p por arriba de 0.05

### 4.3 Comprobación de hipótesis

Para continuar con el estudio se realizó una investigación y análisis del instrumento de medición por medio del método de regresión lineal múltiple, el cual mide el grado de correlación de las variables independientes con la dependiente y se identifican que están asociadas estas variables en sí. El coeficiente de correlación de Pearson R2 indica que las variables cuentan con relación entre sí, mientras que el resultado con un valor mayormente cercano a 1 indica que se cuenta con una fuerte relación entre las variables.

**Tabla 22.**  
**Comprobación de las hipótesis**

Hipótesis	Valor Beta	SIG	Resultados
H1. La infraestructura para el desarrollo tecnológico es un elemento de la aplicación de la Industria 4.0 que permiten aumentar la productividad en las PYME tecnológicas	0.538	0.000	aprobada
H2. La transformación digital para toma de decisiones es un elemento de la aplicación de la Industria 4.0 que permite aumentar la	-0.006	0.957	rechazada

---

productividad en las PYME tecnológicas			
H3. La automatización de procesos administrativos es un elemento de la aplicación de la Industria 4.0 que permite aumentar la productividad en las PYME tecnológicas.	-0.086	0.587	rechazada
H4. Los procesos productivos inteligentes son un elemento de la aplicación de la Industria 4.0 que permite aumentar la productividad en las PYME tecnológicas	0.048	0.000	aprobada
H5. La capacidad para generar innovación es un elemento de la aplicación de la Industria 4.0 que permite aumentar la productividad en las PYME tecnológicas	0.368	0.000	aprobada

---

Fuente: Elaboración propia

En el presente capítulo, se llevó a cabo el análisis estadístico relativo a los datos de la encuesta aplicada a accionistas, directores y gerentes de las Pyme del sector tecnológico ubicadas en el Municipio de San Pedro Garza García del Estado de Nuevo León. Para iniciar el proceso, se establecieron parámetros de la estadística descriptiva, para establecer indicadores que logren identificar el perfil de los participantes, mismo que incluye sujetos de estudio y particularidades de las PYME tecnológicas encuestadas. Posteriormente, se realizó un análisis estadístico con base en una ecuación de regresión lineal múltiple que permitió conocer el impacto de tres de las variables independientes, de tal forma que, se confirmó que la infraestructura para el desarrollo tecnológico, los procesos productivos inteligentes y la capacidad de generar innovación tienen un impacto positivo sobre la variable dependiente productividad.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Con esta investigación se logró presentar la situación y evolución de la cuarta revolución industrial en las PYME tecnológicas del Estado de Nuevo León específicamente en el municipio de San Pedro Garza, García, se identificaron las diferentes variables propuestas en la investigación, adicionalmente, se determinó los elementos de la Industria 4.0 que permiten aumentar la productividad de las Pyme tecnológicas del Estado de Nuevo León, México, asimismo, se validó y generó un instrumento para determinar los factores que influyen para la transformación digital de las PYME y se aplicó la encuesta rigurosamente validada a los sujetos de estudio



previstos anteriormente en esta investigación a través de un modelo de regresión lineal.

En esta investigación sirvió para adentrarse al mundo de las Pyme Tecnológicas en el uso óptimo de la tecnología y que esté preparada para las demandas del mercado internacional, también en una forma descriptiva se permitió detallar eventos y situaciones, es decir, cómo se manifiesta a determinado fenómeno como es el caso de la Automatización de procesos y se sometió análisis de factibilidad y validez que resultaron aprobatorios.

El beneficio de la innovación para las PYME que atraen la inserción de un nuevo servicio o producto que represente un cambio drástico significativo de una línea de producto, proceso o automatización de un proceso administrativo es otro beneficio subyacente en las prácticas internas de una PYME. Para alcanzar este objetivo se logró cumplir cada uno de los objetivos metodológicos, de la misma forma se contestó la pregunta de investigación mediante los resultados en la comprobación de hipótesis y se validaron las hipótesis propuestas que se presentaron en este proyecto que, a continuación, se detallan como logros alcanzados.

Con los resultados obtenidos de la aplicación de encuestas se procedió a analizar los datos en donde se realizó de forma inicial un análisis descriptivo encontrando que los sujetos de estudio en su mayoría son personas jóvenes entre 21 y 40 años con un 65% de participación, se puede señalar que un 80% de los encuestados son del sexo masculino.

Otro de los aspectos importantes es la escolaridad de los encuestados en donde un 90% de los encuestados tienen estudios con nivel licenciatura y/o maestría. Adicionalmente, se puede mencionar que la encuesta fue contestada en un 32% por

el principal propietario. Las Pyme del sector tecnológico seleccionadas muestran que son empresas con alrededor de 51 y 100 empleados con un 33% de participación.

### **Cumplimiento de objetivos.**

En la presente investigación se logró cumplir con el objetivo general, el cual fue determinar los elementos clave que permiten aumentar la productividad de las Pyme del sector tecnológicas ubicadas en el Municipio de San Pedro Garza García del Estado de Nuevo León y que esto permita a un número mayor de pequeñas y medianas empresas establecerse de manera duradera en el mercado.

Adicionalmente, se cumplieron los objetivos metodológicos pues se analizó la importancia de las pequeñas y medianas empresas del sector tecnológico en Nuevo León, específicamente, San Pedro Garza García, se muestran las condiciones actuales de las Pyme en el Estado de Nuevo León, se examinó, desde una perspectiva teórica, los diferentes factores que inciden en el crecimiento de las Pyme, se utilizó un instrumento de medición confiable para la obtención de los datos más importantes del estudio y con ello determinar la influencia de las variables seleccionadas en el crecimiento de las Pyme, se aplicó y se validó el instrumento de medición utilizado con las diferentes variables para el aumento en la productividad y desarrollo de las Pyme tecnológicas, finalmente, se analizaron los resultados estadísticos y econométricos derivados de la aplicación de la encuesta. De acuerdo con lo anterior se contestó la pregunta de investigación mediante los resultados de la comprobación de la hipótesis.

De la misma manera la información presentada apoyará y servirá a otras Pyme tecnológicas para lograr fortalecer su estructura y permanencia en el tiempo en el mercado productivo. Con respecto a las evidencias científicas obtenidas en el

análisis estadístico sobre la importancia del aumento de productividad en las Pyme tecnológicas los resultados son 0.577 y con un valor de 0.00, esto indica de forma clara que el resultado es significativo y positivo y concuerda con las investigaciones realizadas por Stumpo (2017), Quinteros (2020) y Simonis (2016), sobre las empresas que han logrado tener un aumento en su productividad y que han evidenciado que los elementos clave de la Industria 4.0 debe ser un factor que influye de manera positiva en la productividad empresarial.

En cuanto a la variable Infraestructura para el desarrollo tecnológico con un valor beta de 0.538 y un p valor de 0.000 indica que existe una influencia positiva y es significativa, coincidiendo con la literatura investigada de Burgelmann (1988), Brockhoff (1991) en donde se manifiesta que teniendo una plataforma e infraestructura tecnológica mejora el desarrollo de los negocios y minimiza la cantidad de recursos necesarios para esto.

En cuanto a la variable procesos productivos inteligentes con un valor beta de 0.048 y un p valor de 0.000 indica que existe una influencia positiva y es significativa, coincidiendo con la literatura investigada por Belohlavek P.(2006) y Chui (2020) en donde se manifiesta si la empresa tiene un sistema adaptado de detección de fallas automatizado de forma preventiva en el área de producción puede de tal manera los empleados anticipar y actuar antes de que surjan conflictos o anomalías y si estos se actualizan tanto en hardware como en software.

En cuanto a la variable capacidad de generar innovación con un valor beta de 0.3 y un p valor de 0.000 indica que existe una influencia positiva y es significativa, coincidiendo con la literatura investigada por Crespi y Zúñiga (2010),

Blazsek y Escribano (2010), Rochina (2008) en donde se manifiesta que las empresas cumplen los requisitos que piden los organismos para participar en

programas de innovación tecnológica, introduce nuevos procesos de prestación de servicios y facilita el acceso a los empleados a la información necesaria para que emprendan procesos de mejora.

Con respecto a las variables latentes X2. Transformación digital para la toma de decisiones y X3 Automatización de los procesos administrativos al computarse en el software estadístico SPSS V25 resultaron con coeficiente beta negativo de -0.006 y -0.086 respectivamente y una significancia del 0.957 y 0.587 de forma respectiva del valor p; lo cual indica que se rechaza la hipótesis lo que da pie a que en futuras líneas de investigación y debido a los avances en las aplicaciones tecnológicas tales como la inteligencia artificial y diversos simuladores se replique el modelo y se efectúen análisis para aceptar hipótesis alternativas y con esto disminuir la prueba de rechazo.

### **Implicaciones prácticas**

La presente investigación se valida los elementos de la Industria 4.0 que aumentan la productividad de las Pyme tecnológica ubicadas en el municipio de San Pedro Garza Gracia N.L. manifestando que los resultados obtenidos serán de gran beneficio para la toma de decisiones por partes de los dueños y profesionales del sector tecnológico que buscan un aumento en la productividad sostenido, en donde se logre ubicar uno de estos elementos como una ventaja diferenciable ubicada en infraestructura para el desarrollo tecnológico, contar con procesos productivos Inteligentes y la capacidad de generar innovaciones.

De la misma forma la información presentada nos apoyará y servirá a otras Pyme para lograr fortalecer su estructura y permanencia en el tiempo en el mercado productivo. De igual forma, los resultados presentados podrían servir como apoyo a instituciones educativas para desarrollar programas en donde se puedan mejorar las

condiciones económicas del sector aplicando las tres variables con resultado aprobatorio y significativo de la presente investigación.

**Limitaciones** Las instituciones que resguardan los datos de registro y control de las Pyme no cuentan con bases de datos actualizadas de las empresas, adicionalmente estas bases de datos carecen de la información completa para localizar y contactar a los empresarios o profesionales del sector industrial, es importante mencionar que se investigó en varios organismos del Estado de Nuevo León para la obtención de información verídica para este tipo de estudios. Cabe mencionar que la información se recolecto a través de la base de datos del INEGI llamada Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).

Otra de las limitaciones identificadas fue que las PYME tecnológicas se encontraban trabajando de forma remota por la contingencia sanitaria derivada del COVID – 19, estas empresas, aunque estaban en operación no podían recibir personal ajeno a estas por lo que el instrumento de medición se aplicó por medio de una encuesta electrónica enviada vía Google *Forms*.

## **RECOMENDACIONES**

Dado que las PYME se enfrentarán en un campo de gran complejidad, competitividad y productividad donde las nuevas oportunidades de negocio estarán ligadas al factor de la tecnología decir la industria demandara PYME con factores tecnológicas que innoven productos y servicios en base a la biotecnología, las TIC, el Chat GPT, por mencionar algunos ejemplos.

La oferta de servicios y productos de baja intensidad tecnológica en estas empresas impedirá sus procesos de exportación y acomodo a los procesos productivos inteligentes. Esta situación afecta de manera directa e indirecta al desarrollo económico del país, por lo cual es necesario que el Estado de Nuevo León y el país impulse el desarrollo tecnológico de las PYME y nuevos procesos de innovación con factor tecnológico mediante políticas públicas, regulatorias y fiscales de largo plazo.

Los resultados obtenidos en la presente investigación proporcionan datos que puedan ser de importancia para los dueños o administradores de las Pyme tecnológicas en la búsqueda de obtener la mejora continua en sus procesos, tanto productivos como administrativos, en donde una buena gestión de recursos permite un desarrollo sostenible en el mercado y en el tiempo.

Se espera contribuir con esta investigación en el aumento de productividad, mejorando el desempeño, empleando estrategias de competitividad, generación de empleos en las comunidades donde están establecidas las empresas con el uso óptimo de la tecnología y bienestar social, en general.

## REFERENCIAS

- ABA Journal, "How artificial intelligence is transforming the legal profession", 1 de Abril de 2016. Disponible en (verificado el 9 de septiembre de 2016).
- Abernathy, W. J., & Utterback, J. M. (1978). Patterns of industrial innovation. *Technology review*, 80(7), 40-47.
- A.Kupriyanovsky. (2017). *A holistic model of transformation in the digital economy*. [Gráfico]. Obtenido de: <https://blog.contpaqi.com/transformacion-digital/que-es-la-transformacion-digital>.
- Adaptado por Julien (2005) a partir de B. Johannisson, "Network Strategies: Management Technology for Entrepreneurship and Change", *International Small Business Journal*, 5(1), 1986.
- Álvarez Rosa, C. V., Martín López, J. L., Moreno Blanco, R., Ruiz Torres, S., Pedrero Muñoz, C., Gómez Vela, M., ... & Nevot Navarro, M. (2017). ¿ Es posible gaminificar las aulas universitarias?.
- Ana Inés Basco, Gustavo Beliz, Diego Coatz .(Julio 2018) *Industria 4.0 :Fabricando el futuro*(Monografía del BID;647)
- Arana David. (enero 31, 2018). *Pymes mexicanas, un panorama para. 2018, de Forbes México* Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/pymes-mexicanas-un-panorama-para-2018/>
- Arteaga, J., 2020. *Industria 4.0, Una Revolución Que Se Retrasa En México*. [online] Forbes México. Available at: <<https://www.forbes.com.mx/industria-4-0-una-revolucion-que-se-retrasa-en-mexico/>> [Accessed 15 July 2020].
- Belohlavek, P. (2006). *OEE: overall equipment effectiveness*. Blue Eagle Group.
- Blazsek, S., & Escribano, A. (2010). Knowledge spillovers in US patents: A dynamic patent intensity model with secret common innovation factors. *Journal of Econometrics*, 159(1), 14-32.
- Borrayo López, Rafael, Mendoza González, Miguel Ángel, & Castañeda Arriaga, J. Manuel. (2019). *Productividad y eficiencia técnica de la industria manufacturera regional de México, 1960-2013: un enfoque panel de frontera estocástica*. *Estudios Económicos (México, D.F.)*, 34(1), 25-60. Recuperado en 03 de agosto de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-72022019000100025&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72022019000100025&lng=es&tlng=es).
- Botero Guzman, D., & Vecino Arenas, C. E. (2015). Modelación de la relación rentabilidad-riesgo en el mercado accionario para países desarrollados y países emergentes en un mundo parcialmente integrado. *Cuadernos de Administración (Universidad del Valle)*, 31(53), 38-47.

Burgelman, R. A., & Sayles, L. R. (1988). *Inside corporate innovation*. Simon and Schuster.

Canals, C. (2018). *Revolución tecnológica y desaceleración de la productividad*. Informe Mensual-La Caixa, (420), 32-33.

Carlos Carriedo. (2017). *Pymes mexicanas y su estrategia para 2017*. Septiembre 2017, de *FORBES* Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/pymes-mexicanas-y-su-estrategia-para-2017/>

Cesar Sanchez. (2018). *Industria 4.0 obliga a Pymes a innovar o morir*. Agosto 2018, de *el financiero* Sitio web: <https://www.elfinanciero.com.mx/monterrey/industria-4-0-obliga-a-pymes-a-innovar-o-morir>

Christian Gulliksen . (2009). *Case Study: Twitter + Coffee = A Delicious Elixir for Customer Acquisition and Sales*. 2018, de *MarketingProfs* Sitio web: <http://www.marketingprofs.com/casestudy/2009/9385/twitter-coffee-a-delicious-elixir-for-customer-acquisition-and-sales>

Claudia Ramirez. (2018). *Oportunidades de la Industria 4.0*. Septiembre 2018, de *FORBES* Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/oportunidades-de-la-industria-4-0/>

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1994). Fortune favors the prepared firm. *Management science*, 40(2), 227-251.

CONTPAQ. (2018). *Incrementar la productividad con la digitalización*. 2018, de *CONTPAQ* Sitio web: <https://contpaqi.com/transformacion-digital/incrementa-la-productividad-de-tu-negocio-con-la-digitalizacion>

Copaja-Alegre, Mónica, & Esponda-Alva, Carlos. (2019). *Tecnología e innovación hacia la ciudad inteligente. Avances, perspectivas y desafíos*. *Bitácora Urbano Territorial*, 29(2), 59-70. Epub August 30, 2019. <https://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v29n2.68333>

Crespi, G., & Zuniga, P. (2012). Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. *World development*, 40(2), 273-290.

Crovi Druetta, Delia María. (2010). Jóvenes, migraciones digitales y brecha tecnológica. *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, 52(209), 119-133. Recuperado en 03 de agosto de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-19182010000200008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-19182010000200008&lng=es&tlng=es).

Del Rivero Maldonado, G. E., & Ramírez, H. R. *NUEVAS FORMAS DE EMPLEO*. 2018

Del Val Román, J. L. (2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. In *Valencia*: Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática,



Informes CODDII

Deloitte. (2015). *Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>

Deloitte. 2020. *Industria 4.0*. [online] Available at:

<<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>> [accessed 15 July 2020].

Díaz-Bautista, A., & Sáenz Castro, J. (2002). Productividad total factorial y el crecimiento económico en México. *Economía y Desarrollo*, 1(1), 105-180.

Fierro, A. P., Chávez, P. B. A., & Lanás, J. G. (2017). *Tipología de la Innovación Empresarial según Manual de Oslo*. *CienciaAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 6(1), 97-102.

Garrell Antonio, Guilera Llorenç(2019).*La industria 4.0 en la sociedad digital 1a edición 2019* Edita Marge Books.

Garza Ruíz, Marisela y Salas de la Rosa, Nora Luisa (2016) *Transferencia de conocimiento: un mecanismo de competitividad para las pymes en el estado de Nuevo León*. *Inquietud Empresarial*, XVI (1). pp. 147-173. ISSN 0121-1048

Gemma Sola. (2018). *El día de los robots autónomos*. 2019, de Seat-Mediacenter Sitio web: <https://www.seat-mediacenter.es/storiespage/newstories/El-dia-a-dia-de-los-robots-autonomos.html#>

Gómez-Cubillos, Alejandro, Galarza-Molina, Sandra, & Torres, Andrés. (2018).

*Propuesta De Mejoramiento Tecnológico De Techos Verdes Para El Clima Tropical Andino*. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(1), 73-99.

<https://dx.doi.org/10.18359/rcin.2672>

González Lilia. (2018). *Lanzan estrategia para digitalizar a las pymes*. 2018, de El economista Sitio web: <https://www.economista.com.mx/empresas/Lanzan-estrategia-para-digitalizar-a-las-pymes-20180626-0167.html>

Grandón, V., & Rodríguez Romero, L. (1991). Capital Tecnológico e incrementos de productividad de la industria española.

Gutiérrez, A. C. (2016). 11 *La Cuarta Revolución: Innovación En La Economía Digital*. *La investigación en gestión organizacional*, 187.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, R., & Baptista-Lucio, P. (2017). Selección de la muestra.

Herrera, T. J. F., Quejada, R., & Payares, J. G. P. (2011). La gestión del conocimiento y los procesos de mejoramiento. *Dimensión empresarial*, 9(1), 80-87

INEGI. (2013). *Indicadores De Productividad Laboral* . 2018, de INEGI Sitio web: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/ipl/ipl2019\\_06.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/ipl/ipl2019_06.pdf)

Ines Oria. Tecnología: Elemento Clave Para Impulsar La Productividad. Executive Excellence, Liderazgo, Gestión Empresarial, Negocios, Directivos, Noticias Management, Escuelas Negocios, Cursos. <http://www.eexcellence.es/index.php/expertos-en-gestion/tecnologia-elemento-clave-para-impulsar-la-productividad>

Josías Ortiz. (2014). *Administración Financiera para Pymes*. Octubre 2014, Revista Pymes Sitio web: <https://finanzasyproyectos.net/administracion-financiera-para-pymes/>

Kang, D. H., Pae, S. R., Shim, J., Yoo, G., Jeon, J., Leem, J. W., ... & Park, J. H. (2016). An Ultrahigh-Performance Photodetector based on a Perovskite–Transition-Metal-Dichalcogenide Hybrid Structure. *Advanced Materials*, 28(35), 7799-7806.

Katz, R. (2018). La digitalización: una clave para el futuro crecimiento de la productividad en América Latina. Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina (cet. la). [http://www.teleadvs.com/wp-content/uploads/Una\\_clave\\_para\\_el\\_futuro\\_crecimiento\\_de\\_la\\_productividad\\_en\\_America\\_Latina.pdf](http://www.teleadvs.com/wp-content/uploads/Una_clave_para_el_futuro_crecimiento_de_la_productividad_en_America_Latina.pdf)

Kronfle Catalán, V. N. (2018). Los empleos del mañana emprendimiento, innovación y tecnología en américa latina (Bachelor's thesis).

Las pymes se digitalizan para conocer mejor a sus clientes y tener nuevas *perspectivas de su negocio*. (2019, 20 marzo). Recuperado de <https://directivosygerentes.es/pymes/noticias-pymes/pymes-millennials>

*Learning*. Consultado en internet en la siguiente liga: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-applicationsand-value-of-deep-learning#part3>

Lee, J., Choi, K., & Leem, Y. (2016). Bicycle-based transit-oriented development as an alternative to overcome the criticisms of the conventional transit-oriented development. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(10), 975-984.

López Jair. (Octubre, 2016). *ORACLE democratiza el acceso de la tecnología en las PYMES. 2016*, de Expansión en alianza Sitio web: <http://expansion.mx/tecnologia/2017/10/03/oracle-democratizo-el-acceso-de-la-tecnologia-en-las-pymes>

- Máñez, J. A., Rochina-Barrachina, M. E., & Sanchis, J. A. (2008). *Sunk costs hysteresis in Spanish manufacturing exports*. *Review of World Economics*, 144(2), 272-294.
- Martín Moreno, P. (2018). Plan de negocio de una Asesoría Tecnológica de la Industria 4.0 para Pymes.
- Mckinsey (2018). Notes from the AI frontier: Applications and value of deep
- Mendoza, M. Á. (1999). ¿ Convergencia o divergencia regional de la productividad manufacturera?. Flor Brown y Lilia Domínguez (coords.), *Productividad: desafío de la industria mexicana*, Jus/UNAM, México.
- MEZA OROZCO, N. (2014, 7 agosto). 9 claves para internacionalizar tu Pyme. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/9-claves-para-internacionalizar-tu-pyme/>
- Miranda, Alberto (2018, 27 agosto). *Pymes Mexicanas Llego el Momento de apostar por la tecnologia*. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/brand-voice/pymes-mexicanas-llego-el-momento-de-apostar-por-la-tecnologia/>
- Montaner, O. J. (2019). *Digitalización de la economía* (Tesis de pregrado). Universidad de Zaragoza, Madrid. Obtenido de: <https://zaguan.unizar.es/record/90115/files/TAZ-TFG-2020-159.pdf>
- Myers, S., & Marquis, D. G. (1969). *Successful industrial innovations: A study of factors underlying innovation in selected firms* (Vol. 69, No. 17). National Science Foundation.
- Patterson, M. G., West, M. A., Shackleton, V. J., Dawson, J. F., Lawthom, R., Maitlis, S., ... & Wallace, A. M. (2005). *Validating the organizational climate measure: links to managerial practices, productivity and innovation*. *Journal of organizational behavior*, 26(4), 379-408.
- Pérez Lara Magdiel (Marzo 2018). "Sistema de Integración Vertical y Horizontal en el Marco de Industria 4.0.Evaluacion y desarrollo "Tesis Maestría FIME UANL
- Porter, M. E. (2000). Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic development quarterly*, 14(1), 15-34.
- Purdy Mark y Dagherty Paul "Inteligencia Artificial: El futuro del crecimiento" Revista Accenture 2015
- Purdy, Mark y Davarzani, Ladan, "The Growth Game- Changer: How the Industrial Internet of Things can drive progress and prosperity", Accenture, 2015. Disponible en (verificado el 29 de junio de 2016).
- Pymes mexicanas, un panorama para 2018*. (2018, 31 enero). Revisado para fines no lucrativos y tomado de: <https://www.forbes.com.mx/pymes-mexicanas-un->

[panorama-para-2018/](#).

PwC (2016). *Global Industry 4.0 Survey*  
liga:<http://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterpriseapril-2016.pdf>

Quinteros, P. A., Zurita, M. C., Zambrano, N. C., & Manchay, E. L. (2020). *Automatización de los procesos industriales. Revista of business and entrepreneurial studies*, 4(2).:  
<http://journalbusinesses.com/index.php/revista/article/view/82>

Ryder, G. (2018). Aunque la tecnología afecta nuestros empleos, no es demasiado tarde para transformar esta amenaza en una oportunidad. *Recuperado el*, 7(04), 2019.

Sánchez-Sellero, P., Sánchez-Sellero, M., Sánchez-Sellero, F. J., & Cruz-González, M. M. (2014). *Innovación y productividad manufacturera. Journal of technology management & innovation*, 9(3),  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-27242014000300010&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-27242014000300010&script=sci_arttext)

Salazar, R., & Laguna, L. (2021). Diseño de un modelo de transformación digital de los procesos centrales que permita elevar la productividad de una empresa de logística ligera de Lima, Perú. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Gestión empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Savin, N. E., & White, K. J. (1977). The Durbin-Watson test for serial correlation with extreme sample sizes or many regressors. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1989-1996.

Schwab, Klaus(2016,14 January) *The Fourth Industrial Revolution , what it means , how to respond*. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/thefourth-industrial-revolution-wjat-it-means-and-how-to-respond>

Sharpe, A. (2002). *Productivity concepts, trends and prospects*. The Review of Economic

Performance and Social Progress 2002: Towards a Social Understanding of Productivity, 45.

Simonis, J., Hebel, K., Holt, J. D., Menéndez, J., & Schwenk, A. (2016).

*Exploring s d-shell nuclei from two-and three-nucleon interactions with realistic saturation properties. Physical Review C*, 93(1), 011302.

Stumpo, G. (2017). *División de Desarrollo Productivo y Empresarial CEPAL. Seminario Internacional "LDLE: Análisis conjunto de los sectores laboral y productivo mediante el uso de registros administrativos*. Recuperado

de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/boletin/Presentaciones\\_Seminario\\_Sec\\_Lab/America\\_Latina\\_frente\\_a\\_los-desafios\\_de\\_la\\_cuarta\\_revolucion\\_industrial.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/boletin/Presentaciones_Seminario_Sec_Lab/America_Latina_frente_a_los-desafios_de_la_cuarta_revolucion_industrial.pdf) [ Links ]

Syverson, C. (2011). *What determines productivity?*. Journal of Economic literature, 49(2), 326-65.

Taboola. (2019). *Pymes deberán migrar procesos a industria 4.0 en 2020: Financiera Cuale*. 17/02/2020, de Excelsior Sitio web: <https://www.excelsior.com.mx/nacional/pymes-deberan-migrar-procesos-a-industria-40-en-2020-financiera-cualli/1350839>

Tapia, V. (2016). *Industria 4.0-Internet de las Cosas*. UTCIENCIA, 1(1), 51-60. <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/download/6/7>

Valverde, S. C., & Fernández, F. R. (2016). Digitalización y preferencias por los medios de pago en España. *Papeles de economía española*, (149), 115.

Vidal, F. M., Gómez, E. H., & Lorente, L. M. (2015). *Medios de comunicación utilizados en los centros educativos para difundir los procesos de innovación docente*. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(2), 45-53

Zamora, A. (2016). *Disrupción digital: El efecto multiplicador de la economía digital*. España: Accenture.



**Anexos**



En el primer anexo puede ir la copia del instrumento de medición.  
En el segundo anexo la lista de las empresas entrevistadas sin datos, solo el nombre.

La presente encuesta forma parte del proyecto de investigación de Doctorado titulado “Elementos de la aplicación de la Industria 4.0 en las Pymes Tecnológicas del Estado de Nuevo León como estrategia para aumentar su productividad”. Agradecemos la participación de los dueños o director de la planta para el llenado de esta encuesta. La información es de carácter estrictamente confidencial; su uso será única y exclusivamente con propósitos de investigación científica. Su participación es completamente anónima.

## **I. PERFIL DEL ENCUESTADO**

### **1.- Edad:**

- 21-30
- 31-40
- 41-50
- 51-60
- Más de 60

### **2.- Sexo:**

- Masculino
- Femenino

### **3.- Escolaridad:**

- Preparatoria

- Técnico superior
- Licenciatura
- Maestría
- Doctorado

**4.- Posición en la empresa:**

- Propietario
- Gerente/Director General
- Responsable del área Comercial

**6- Años trabajando en la empresa:**

\_\_\_\_\_años \_\_\_\_\_meses

**II PERFIL DE LA EMPRESA**

<b>Y. Aumento en la productividad</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
11.	Las innovaciones incorporadas en la empresa han hecho aumentar las ventas en su empresa contra el ejercicio anterior.	( )	( )	( )	( )	( )
12.	La transformación digital incorporada en la empresa ha hecho reducir costos en su empresa contra el ejercicio anterior.	( )	( )	( )	( )	( )
13.	La empresa integra regularmente nuevas TICs para mejorar a reducir tiempos de producción contra el ejercicio anterior.	( )	( )	( )	( )	( )
15.	Se adquieren procesos productivos inteligentes para ayudar a aumentar las unidades productivas en su empresa contra el ejercicio anterior.	( )	( )	( )	( )	( )
15.	Se automatizan ciertos procesos administrativos para ayudar a optimizar el área de servicio al cliente en su empresa.	( )	( )	( )	( )	( )
<b>X1. Contar Infraestructura para el Desarrollo Tecnológico</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
16.	Mi empresa tiene acceso a aplicaciones (App) en Cualquier momento para incrementar la eficiencia de sus procesos.	( )	( )	( )	( )	( )
17.	Mi empresa implementa programas tecnológicos más accesibles para la operación.	( )	( )	( )	( )	( )
18.	Mi empresa tiene infraestructura digital necesaria a pesar de los altos costos.	( )	( )	( )	( )	( )
19.	Mi empresa tiene una plataforma tecnológica que mejora el desarrollo de sus negocios	( )	( )	( )	( )	( )
20.	La infraestructura tecnológica de la empresa minimiza la cantidad de recursos necesarios para crear su producto	( )	( )	( )	( )	( )
<b>X2. Transformación Digital para la Toma de Decisiones</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
21.	Permito que las decisiones las tome el nivel que dispone de la mejor información	( )	( )	( )	( )	( )
22.	Actualmente la empresa adapta la Transformación Digital en lugar de adquirirla para cubrir sus necesidades específicas.	( )	( )	( )	( )	( )
23.	Mi empresa invierte en capacitaciones digitales en los empleados.	( )	( )	( )	( )	( )
24.	Nuestra empresa digitaliza los servicios que se ofrecen a los comercios informales.	( )	( )	( )	( )	( )
25.	Mi empresa se encuentra digitalizada en el mismo nivel que mis competidores locales.	( )	( )	( )	( )	( )
<b>X3. Automatización de los Procesos Administrativos</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
26.	Se implementa continuamente un sistema de información que automatice los Procesos Administrativos.	( )	( )	( )	( )	( )
27.	En mi empresa en ocasiones procesan los datos de los Procesos Administrativos de forma manual.	( )	( )	( )	( )	( )
28.	En mi empresa el sistema de Automatización de procesos Administrativos aporta mejor atención y servicio a sus clientes.	( )	( )	( )	( )	( )
29.	Utiliza las TICs en su empresa para la automatización de los procesos Administrativos.	( )	( )	( )	( )	( )
30.	En la empresa la automatización de procesos administrativos se agiliza aplicando exclusivamente un sistema informático.	( )	( )	( )	( )	( )
<b>X4. Tener procesos Productivos Inteligentes.</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
31.	La empresa implementa regularmente procesos de producción nuevos para los productos y/o servicios ofrecidos.	( )	( )	( )	( )	( )
32.	Los procesos productivos son actualizados tanto en hardware como en software, para llegar a ser más eficientes.	( )	( )	( )	( )	( )
33.	Su empresa tiene un sistema adaptado un proceso productivo Inteligente que permita al personal seguir siendo productivo.	( )	( )	( )	( )	( )
34.	En la empresa cuenta con un sistema de detección de fallas automatizado de forma preventiva en el área de producción.	( )	( )	( )	( )	( )



35.	En la empresa los empleados pueden anticipar y actuar antes de que surjan problemas o desafíos, por ejemplo identificación de anomalías o reabastecimiento de inventario.	( )	( )	( )	( )	( )
<b>X5. Capacidad para generar Innovaciones</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
36.	En la empresa cumplimos con los requisitos que piden los organismos para participar en sus programas de Innovación Tecnológica.	( )	( )	( )	( )	( )
37.	La empresa apoya e incluye a los empleados en las actividades duales para fomentar la capacidad de generar innovaciones.	( )	( )	( )	( )	( )
38.	Facilito el acceso a la información necesaria para que los empleados emprendan procesos de mejora	( )	( )	( )	( )	( )
39.	Mi empresa presenta a sus clientes soluciones únicas innovadoras que tal vez no se hayan considerado por otras empresas.	( )	( )	( )	( )	( )
40.	Mi empresa introduce nuevos procesos de prestación de servicios para agregar valor a nuestros clientes.	( )	( )	( )	( )	( )
41.	Mi empresa adopta nuevas formas de comercializar continuamente.	( )	( )	( )	( )	( )

1.- Año de creación: \_\_\_\_\_

2.- No. de empleados:

- ( ) 0 a 5  
 ( ) 6 a 10  
 ( ) 11 a 50  
 ( ) 51 a 100  
 ( ) 100 a 500

3-Cursos permanentes de capacitación tecnológica que ofrecen en su empresa en el área de

- ( ) Administración  
 ( ) Fiscal/Contabilidad  
 ( ) Programación  
 ( ) Todos  
 ( ) Ninguno

4.- Porcentaje de Incremento de Facturación Anual en su empresa

\_\_\_\_\_% de 2017 a 2018

\_\_\_\_\_% de 2018 a 2019

\_\_\_\_\_% de 2019 a 2020

5.- Relación de número de empleados/número de computadoras o Ipad disponibles en su empresa \_\_\_\_\_

### III. VARIABLES

**Indicaciones:** Por favor lea las siguientes afirmaciones y *a partir de su experiencia y opinión indique el grado de acuerdo o desacuerdo* que Usted tiene respecto a cada una. No hay respuestas buenas ni malas, sólo queremos saber su opinión. Marque con una **X** el número que representa su opinión o respuesta. Considere lo siguiente:

1=Totalmente en desacuerdo

2=En desacuerdo

3= Neutral

4= De acuerdo

5= Totalmente de acuerdo

**Marco Muestral**

#	Id	EMPRESA	Nombre de Clase de Servicio	Calle	No.	Colonia	C.P.	Estado	Municipio
1	6736709	EL ENLACE	Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados	RIO ROSAS	400	DEL VALLE	66220	NUEVO LEÓN	San Pedro Garza García
2	8695721	INTERAXES COM	Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados	RIO ORINOCO	146	DEL VALLE	66220	NUEVO LEÓN	San Pedro Garza García
3	9100965	MCM TELECOM	Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados	BATALLÓN SAN PATRICIO	111	VALLE ORIENTE	66269	NUEVO LEÓN	San Pedro Garza García
4	6859737	NEXT NETWORKS SA DE CV	Procesamiento electrónico de información, hospedaje y otros servicios relacionados	CALZADA DEL VALLE	400	DEL VALLE	66220	NUEVO LEÓN	San Pedro Garza García
...									
101	95	AASASOFT	Servicios de diseño de sistemas de cómputo y servicios relacionados	SAN PEDRO	219	DEL VALLE	66220	NUEVO LEÓN	San Pedro Garza García

## Histograma

Grafica de distribución normal de la muestra poblacional.

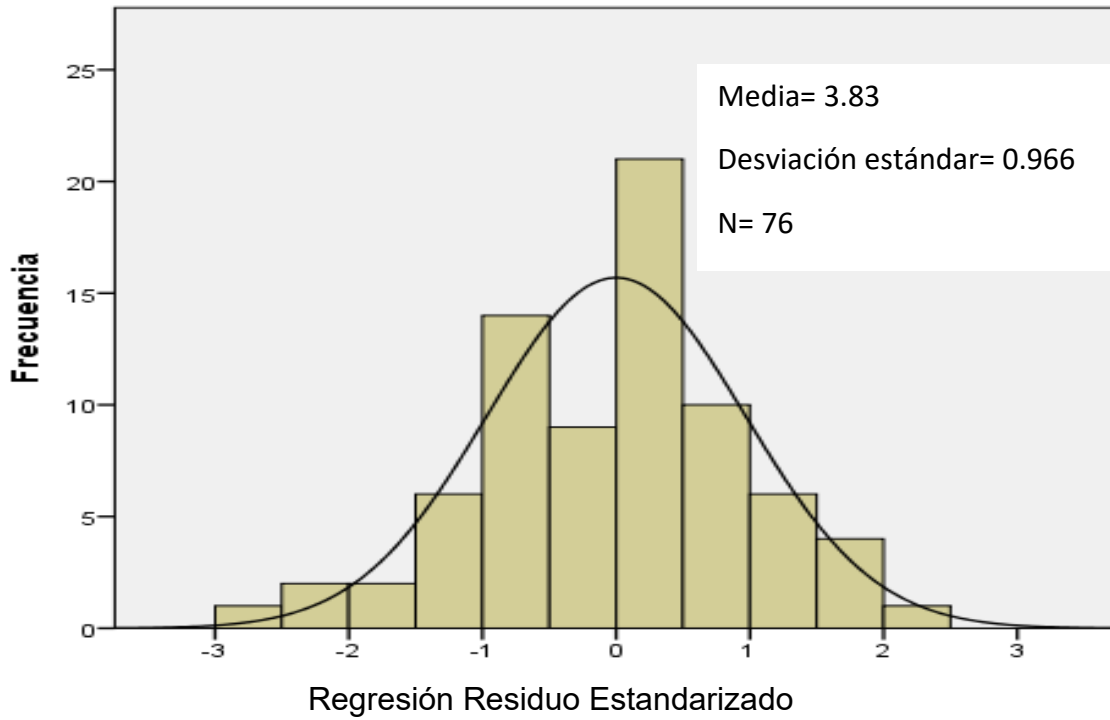
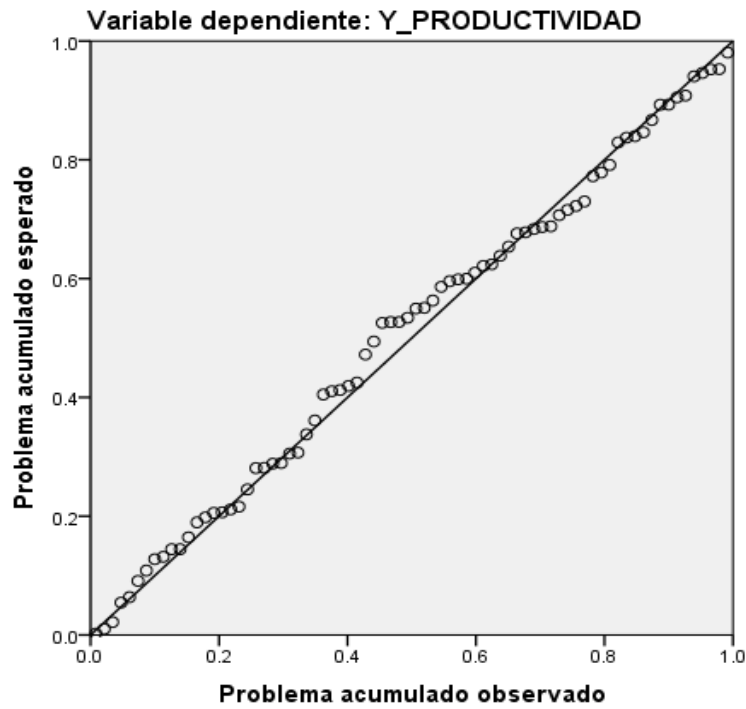


Gráfico P-P normal de regresión Residuo estandarizado



		Y_PRODUCTIVIDAD	X1_INFRAESTRUCTURA_PARA_EL_DESARROLLO_TECNOLOGICO	X4_PROCESOS_PRODUCTIVOS_INTELIGENTES	X5_CAPACIDAD_DE_INNOVACION
Correlación de Pearson	Y_PRODUCTIVIDAD	1.000	.656	.619	.602
	X1_INFRAESTRUCTURA_PARA_EL_DESARROLLO_TECNOLOGICO	.656	1.000	.678	.691
	X4_PROCESOS_PRODUCTIVOS_INTELIGENTES	.619	.678	1.000	.717
	X5_CAPACIDAD_DE_INNOVACION	.602	.691	.717	1.000
Sig. (unilateral)	Y_PRODUCTIVIDAD	.	.000	.000	.000
	X1_INFRAESTRUCTURA_PARA_EL_DESARROLLO_TECNOLOGICO	.000	.	.000	.000
	X4_PROCESOS_PRODUCTIVOS_INTELIGENTES	.000	.000	.	.000
	X5_CAPACIDAD_DE_INNOVACION	.000	.000	.000	.
N	Y_PRODUCTIVIDAD	76	76	76	76
	X1_INFRAESTRUCTURA_PARA_EL_DESARROLLO_TECNOLOGICO	76	76	76	76
	X4_PROCESOS_PRODUCTIVOS_INTELIGENTES	76	76	76	76
	X5_CAPACIDAD_DE_INNOVACION	76	76	76	76

**Estadísticos con R2(Coeficiente de Correlación de Pearson)**

Gráficos de dispersión de las variables independientes con respecto a la Productividad .

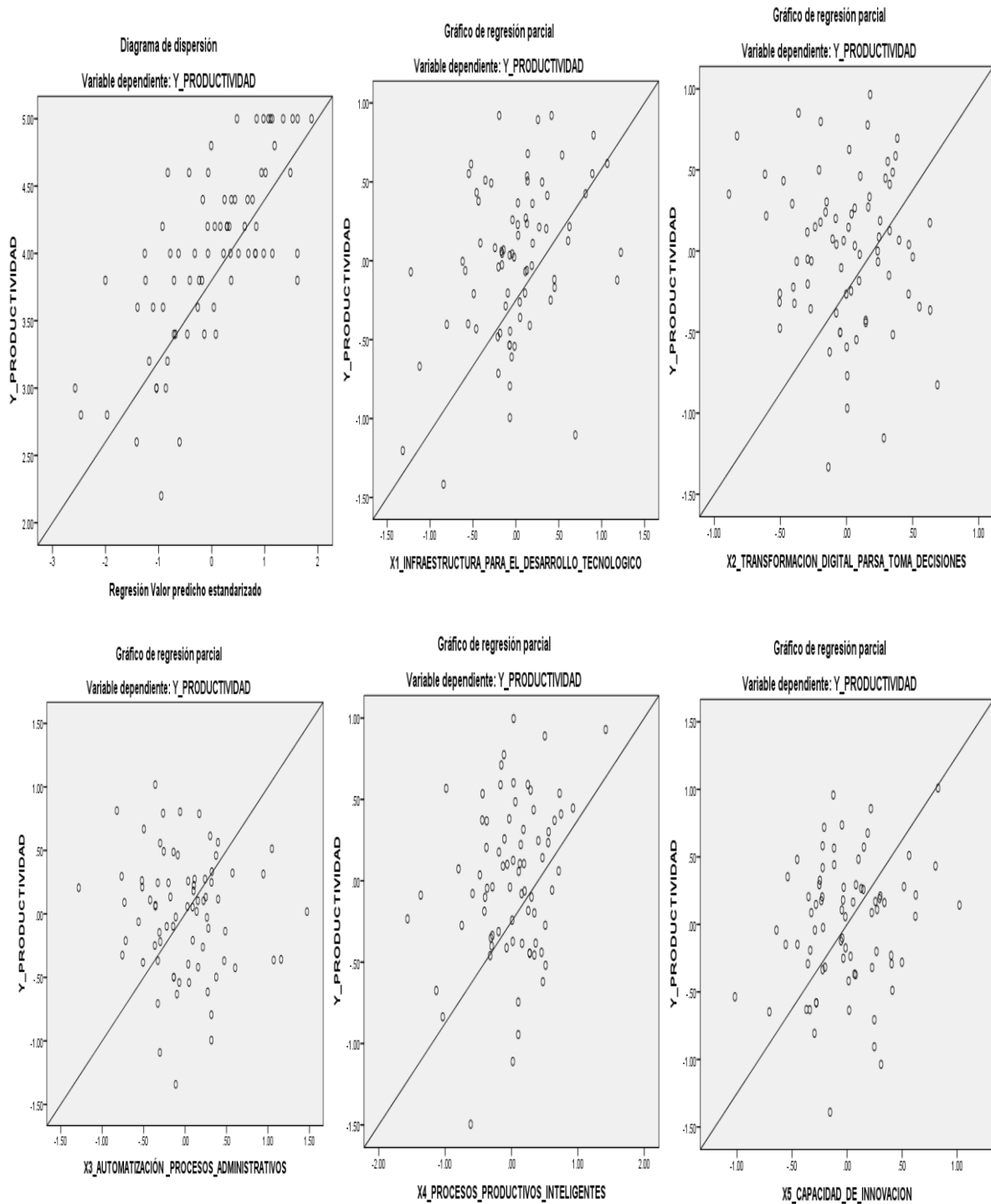


Tabla de Coeficientes de Path.

**Varianza total explicada**

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	6.087	30.433	30.433	6.087	30.433	30.433	4.627	23.133	23.133
2	2.460	12.302	42.736	2.460	12.302	42.736	2.821	14.103	37.236
3	2.225	11.125	53.861	2.225	11.125	53.861	2.285	11.427	48.663
4	1.481	7.404	61.265	1.481	7.404	61.265	1.982	9.908	58.571
5	1.239	6.193	67.458	1.239	6.193	67.458	1.777	8.887	67.458
6	.982	4.908	72.366						
7	.845	4.224	76.590						
8	.709	3.547	80.137						
9	.602	3.011	83.147						
10	.542	2.711	85.859						
11	.473	2.365	88.224						
12	.389	1.943	90.166						
13	.383	1.914	92.081						
14	.334	1.670	93.751						
15	.289	1.447	95.198						
16	.269	1.344	96.542						
17	.224	1.119	97.660						
18	.199	.996	98.656						
19	.142	.709	99.365						
20	.127	.635	100.000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.