



Gestión de proyectos en Pymes del sector manufactura de Bogotá que han implementado la Industria 4.0.

María Fernanda Hurtado Azuaje.

Heberto José Borjas Ostos.

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Especialista en gerencia de proyectos.

Director (a): PhD Elizabeth Leon Velasquez

Universidad EAN

Facultad de ingeniería.

Especialización en gerencia de proyectos.

Bogotá, Colombia

Noviembre del 2023.

Resumen

Las Pymes Colombianas del sector manufacturero de Bogotá se enfrentan continuamente a diversos retos que influyen en su permanencia en el mercado, afectando su rentabilidad, desarrollo, competitividad y supervivencia. Uno de estos retos es la actualización e integración tecnológica, caso que involucra a la llamada cuarta revolución industrial representada por el ingreso de la industria 4.0 y sus tecnologías denominadas disruptivas cuya influencia tiene repercusión en la continuidad de las empresas en el mercado, su sostenibilidad y a su vez, requiere nuevos métodos de gestionar los proyectos tecnológicos. La presente investigación busca caracterizar la influencia que ha tenido la integración o implementación de la industria 4.0 en la gerencia de proyectos de las industrias Pymes manufactureras de Bogotá con la finalidad de apoyar su desarrollo, integración y permanencia en el mercado.

Palabras clave: Sector manufacturero, sostenibilidad, industria 4.0, Pymes, gestión de proyectos, desarrollo.

Problema de Investigación

El comienzo de la denominada industria 4.0 o cuarta revolución industrial, (Siemens, 2020), ha traído como consecuencia un aumento considerable en el acceso a diversas tecnologías y oportunidades de crecimiento, competitividad, innovación, desarrollo de las empresas a nivel mundial, con aportes importantes a la seguridad industrial, automatización, sistemas autónomos, realidad virtual, aprendizaje de máquinas, procesamiento y análisis de grandes cantidades de datos, inteligencia artificial, optimización de la cadena de valor, almacenamiento de información en la nube, redes de comunicación de alta velocidad, permitiendo la adquisición, procesamiento, manipulación, análisis de datos de sensores conectados a las máquinas y haciendo uso de las TIC (BCG, 2021). Esto implica que las empresas que deseen mantenerse en el sector deben a lo sumo adaptarse o innovar y desarrollarse para poder expandirse

ANDI, (2021), MINCIENCIAS, (2020). Debido al dinamismo y constantes cambios que involucran los requerimientos del mercado, clientes, consumidores, competidores así como también las normativas gubernamentales, es necesario establecer las condiciones necesarias para implementar nuevas tecnologías a nivel de la industria local (OECD, 2019), lo que implica disponer de una fuerza laboral competente a través del entrenamiento, capacitación, motivación al cambio integrados a una cultura organizacional de adaptabilidad, innovación tecnológica, desarrollo, de forma tal de puedan ser implementados y sea exitosa la integración de estas nuevas tecnologías, caso que debe ser analizado en Colombia, (OECD, 2019), *MINCIENCIAS, (2020)*. Según MINCIENCIAS, (2020). la relación entre la economía, productividad y tecnología, ha sido una fuente de búsqueda de soluciones en la empresa, por tanto, el ingreso progresivo de las tecnologías disruptivas pertenecientes a industria 4.0 en las empresas colombianas, ha llegado con ciertas limitaciones, ya que es necesario que las organizaciones se vayan adaptando a estas nuevas tecnologías y también se renueven.

. Descripción del problema.

El creciente ingreso de la industria 4.0 y sus tecnologías en las empresas de Colombia representa un cambio en la forma de cómo se gestionan o dirigen a diferencia de los métodos convencionales, principalmente las Pymes siendo necesario que estas se integren y realicen una continua capacitación y fortalecimiento técnico del personal, así como innovación y planteamiento de nuevas estrategias y oportunidades de sus procesos. Esto conlleva a una incertidumbre y cierta resistencia de la industria local, dado que deben integrarse, adaptarse e innovar para poder subsistir. Durante la crisis del 2020 con la pandemia ANDI, (2021), McKinsey (2020), el comercio electrónico fue un punto clave para la adaptación y subsistencia de las organizaciones, ANDI, (2021), se requiere conocer cómo podría ayudar a las empresas en desarrollo, en función de su sostenibilidad, competencia y permanencia, la aplicación de tecnologías como las utilizadas en la industria 4.0, en las estrategias de las organizaciones Pymes manufactureras de Bogotá. Estos casos incluyen también como se puede integrar las Pymes a estas tecnologías (MINTIC, 2019), la actitud de las

personas, su motivación y responsabilidad, entre otros factores importantes en la consecución de esta meta que permitiría incrementar su ventaja competitiva, promoviendo con ello un ambiente de progreso, avance, desarrollo de la industria y con ello, mejoras económicas del país junto a una mejora en las condiciones y calidad de vida de los ciudadanos (MINCIENCIAS, 2020). Las Pymes colombianas son importantes para la economía nacional basado en el hecho que, según cifras de la DANE, (2019) y ANIF (2019), éstas ocupan más de 90% del sector productivo nacional, aportan el 35% del PIB y generan el 80% del empleo de todo el país. Se menciona la baja productividad laboral de las Pymes en el reporte de la OCDE, (2019) y cómo afecta su ventaja competitiva contra productos importados en el mercado local, dado que según lo expresado en dicho reporte existen restricciones y proteccionismos para cuidar las empresas locales, no aprovechándose los acuerdos y tratados de libre comercio con otros países, así como el intercambio de tecnología y capacitación del personal local. Por tanto, al estar en desventaja, las Pymes locales deben buscar integrar las nuevas tecnologías a sus procesos para poder tener opción de subsistir en un mundo globalizado y altamente dinámico y competitivo.

En referencia al caso de estudio, las Pymes manufactureras de Bogotá, con base al análisis documental realizado (ANIF, 2019; CONFECAMARAS, 2019; DANE, 2019; MINCIENCIAS, 2020; MINTIC, 2019; OCDE, 2019), se encontraron diversas deficiencias que impiden una mejor productividad, afectando su crecimiento y sostenibilidad, así como la confianza de entes crediticios y la existencia de estas, aparte de las carencias de infraestructura y apoyo gubernamental, apoyos financieros entre otros tal como se indica en Colombia productiva, (2018); ANIF, (2020); CONFECAMARAS, (2020); Colombia productiva, (2020); CEPAL, (2013); MINTIC, (2020), relacionados a mala gestión de inventarios, desperdicio en materia prima y tiempos de producción, no cumplimiento de estándares de calidad, pobre gestión de activos, gestión ineficiente de presupuestos, inconformidad de clientes y proveedores, entre otros.

El impacto esperado con la implementación de la industria 4.0 junto a una correcta gestión de proyectos es la reducción de los desperdicios, pérdidas y optimización de recursos, lo que permitirá mejorar la productividad de las Pymes manufactureras, e incluso como indica González *et al*, (2008) al implementar la industria 4.0 y sus tecnologías por ejemplo con Big data, se puede optimizar las estrategias de marketing y estrategias operacionales que permita conocer las tendencias reales del mercado y satisfagan los requerimientos o necesidades de clientes y proveedores, es decir, lo que el cliente en si necesita, con una optimización de los procesos, recursos existentes, mejorando la imagen y reputación de las empresas, e influyendo en su competitividad y duración de su vida en el mercado mientras que en el área de producción se puede prever averías en equipos a través del análisis de la data procesada de sensores usando inteligencia artificial reduciendo las paradas de los equipos y pérdidas de producción.

Por todo lo anterior, las empresas que integren la industria 4.0 en sus procesos tendrán una variedad de proyectos que gestionar, desde la implementación de sensores, transformación de procesos, integración con la automatización y control, por lo que se abre camino a una nueva forma de gestión de proyectos en lo que refiere a un cambio en cómo se han gestionado anteriormente siendo dos áreas de desarrollo con muchas posibilidades y que requieren una integración a la cultura organizacional así como soporte de la línea gerencial y empleados para lograr el éxito.

Pregunta de investigación.

¿Qué efectos ha tenido en la gestión de proyectos, la implementación de la industria 4.0 en las Pymes del sector manufactura de Bogotá?

Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos generales y específicos de la investigación.

Objetivo general

Evaluar el impacto de la industria 4.0 en la gestión de proyectos en Pymes del subsector de manufactura en Bogotá.

Objetivos específicos

1. Diagnosticar el estado actual de implementación de la industria 4.0 y la gestión de proyectos en la industria Pymes manufactureras de Bogotá a través de revisión documental.
2. Identificar qué beneficios o limitaciones en la gestión de proyectos han traído a las organizaciones Pymes manufactureras de Bogotá estas tecnologías de la industria 4.0 a través de la recolección y análisis de datos con un instrumento de medición (encuesta).
3. Proponer estrategias de mejora en la gestión de proyectos de Pymes que incluyan temas de la industria 4.0.

Justificación

Conocer el estado actual de implementación de la industria 4.0 en las Pymes manufactureras de Bogotá, con la finalidad de conocer el alcance, beneficios y oportunidades tanto en la gestión de proyectos, así como para el desarrollo y mejoras de estas empresas, permitirá tener una visión actualizada del entorno competitivo, permitiendo tener referencias para crear oportunidades de mejora en función de su productividad, así como para otros sectores productivos en desarrollo en Colombia,

Las Pymes, son parte importante de la producción local de un país al concentrar la mayor cantidad de trabajadores, representar el mayor número de empresas y ser unas de las principales responsables de la producción para el consumo y comercio interno; en el país, según CONFECAMARAS, (2020), apenas el 40% sobrevive más allá de los primeros 5 años debido a las limitaciones en su desarrollo entre los que se encuentran factores de financiamiento producto de la poca confiabilidad que generan a los entes crediticios según la ANIF, (2020).

Las limitaciones y restricciones existentes, así como las deficiencias encontradas en desperdicio de materia prima, acumulación de inventarios innecesaria, tiempos de producción excesivos, equipos mal utilizados o ineficientes, falta de medición de factores claves de productividad, podrían ser fácilmente abordados y corregidos con la implementación de la industria 4.0, y una adecuada gestión de proyectos, ya que permitirían optimizar los procesos e incrementar la eficiencia y por ende la productividad, permitiendo la continuidad de las operaciones y su crecimiento a futuro al reducir costos mediante el aprovechamiento de las oportunidades que brindan las herramientas tecnológicas de la industria 4.0 por lo que la gestión de proyectos tiene un papel importante como herramienta de apoyo para una correcta implementación de nuevas tecnologías y proyectos relacionados siendo necesario conocer cómo han influido estos cambios en la gestión de los proyectos y que beneficios se pueden obtener de esta nueva forma de gestionar proyectos en la industria 4.0.

Marco Teórico

Pymes.

Las Pymes (Pequeñas y Medianas empresas), representan y poseen una importancia crítica y fundamental para el aparato productivo de un país, particularmente en el caso de Colombia, concentran la mayor cantidad de trabajadores, representan el mayor número de empresas y producen para el consumo y comercio interno (Confecámaras, 2020).

El decreto 957 de fecha 05 de junio del 2019 del MINTIC, (2019) en Colombia, basado en el artículo 43 de la ley 1450 del 2011 (Congreso de la república, 2011), define la clasificación de las empresas en base a 3 criterios que permiten al gobierno otorgar ciertos beneficios en pro del crecimiento y desarrollo como son el valor de ventas brutales anuales, número de trabajadores, y valor total de los activos.

Considerando el decreto 957, los ingresos y las Unidades de Valor Tributario (UVT) fijadas en 38004 \$COP según la DIAN, (2021), se define el tamaño en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1.

Clasificación de las Pymes según las UVT.

SECTOR	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA
Manufacturero	Menor o igual a 23.563 UVT	Superior a 23.563 UVT y menor o igual a 204.995 UVT	Superior a 204.995 UVT y menor o igual a 1.736.556 UVT.
Servicios	Menor o igual a 32.988 UVT	Superior a 32.988 UVT y menor o igual a 131.951 UVT	Superior a 131.951 UVT y menor o igual a 483.034 UVT.
Comercio	Menor o igual a 44.769 UVT.	Superior a 44.769 UVT y menor o igual a 431.196 UVT	Superior a 431.196 UVT y menor o igual a 2.160.692 UVT.

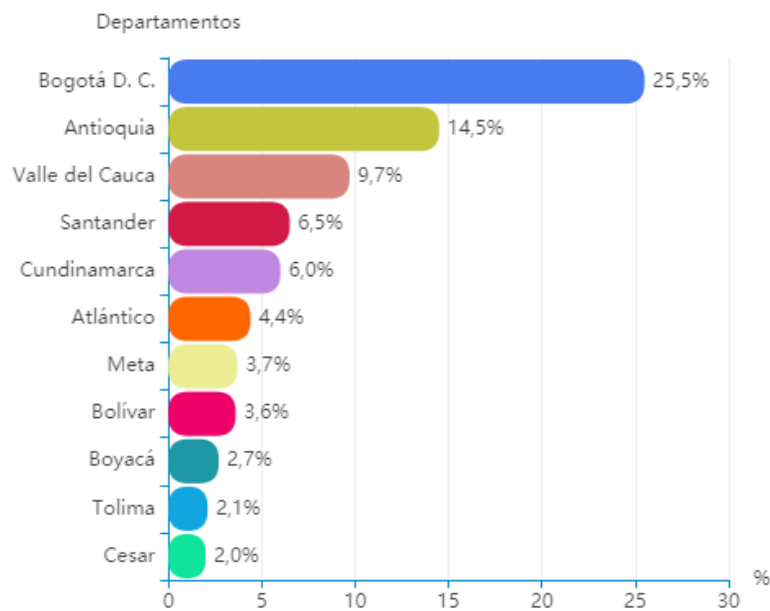
Fuente: elaboración propia en base a Congreso de la república, (2011) y MINTIC, (2019).

El sector manufacturero según Confecámaras, (2020), es de los más activos en el comercio en Colombia (junto al sector comercio y servicios), definiéndose la industria manufacturera como aquella que genera productos nuevos a partir de la transformación química o mecánica de sustancias inorgánicas u orgánicas utilizando bien sea medios manuales, maquinarias, artesanales, en domicilios o talleres sin incluir el sector relativo a la construcción. (DANE, 2019).

La ciudad de Bogotá, es la que mayor aporte brinda al PIB nacional, con una participación del 25.4%, según datos de Confecámaras (2019) y la DANE (2019), siendo el principal aporte del PIB ver figura 1 a continuación.

Figura 1

Participación de Bogotá en el PIB de Colombia, 2019.



Fuente: Tomado de (Confecámaras, 2019; DANE, 2019).

Según datos de Confecámaras (2020) apenas el 40% de las Pyme sobrevive más de 5 años desde su creación. La ANIF, (2020) indica que principalmente se debe a bajo acceso a crédito formal, problemas de liquidez, falta de educación financiera, poca visión de inversión a futuro entre otros, mientras que la OCDE, (2019) indica que existen factores que afectan a las empresas en general en Colombia como el estar relativamente cerrada al comercio internacional y el alto precio de los bienes comercializables, el no aprovechamiento de los tratados y acuerdos comerciales para

buscar precios competitivos entre otros son causas que terminan provocando el cierre de muchas empresas PYMES en sus primeros años.

Industria 4.0.

Según Paiva et al, (2018), la Industria 4.0 surge como una estrategia a largo plazo del gobierno alemán, que lo adoptó la denominada estrategia de alta tecnología del 2020 en el 2011 como una parte de los planes de acción para garantizar la competitividad de su industria. Los sistemas de fabricación modernos deben ser flexibles/ágiles, reactivos, integrados y rentables simultáneamente para permitir a las empresas industriales mantenerse competitivas en una competencia internacional. Para desarrollar y ejecutar sistemas tan complejos, las empresas manufactureras deben diseñar y diseñar sus procesos de producción de manera adecuada y sistemática siguiendo enfoques estructurados basados en principios sólidos y respaldados por herramientas y métodos eficientes. De acuerdo al MINTIC, (2019) la Industria 4.0 es nuevo modelo de la industria para la gestión y organización automática de los sistemas de producción totalmente automatizados, quienes tienen la particularidad del aprendizaje autónomo e interactivo, donde su centro principal son las tecnologías digitales y el internet, siendo el rol de los seres humanos el de mantener, iniciar, controlar los equipos, lo que a futuro requerirá de ciertas competencias técnicas y especializadas industriales modernas junto a cambios en la sociedad.

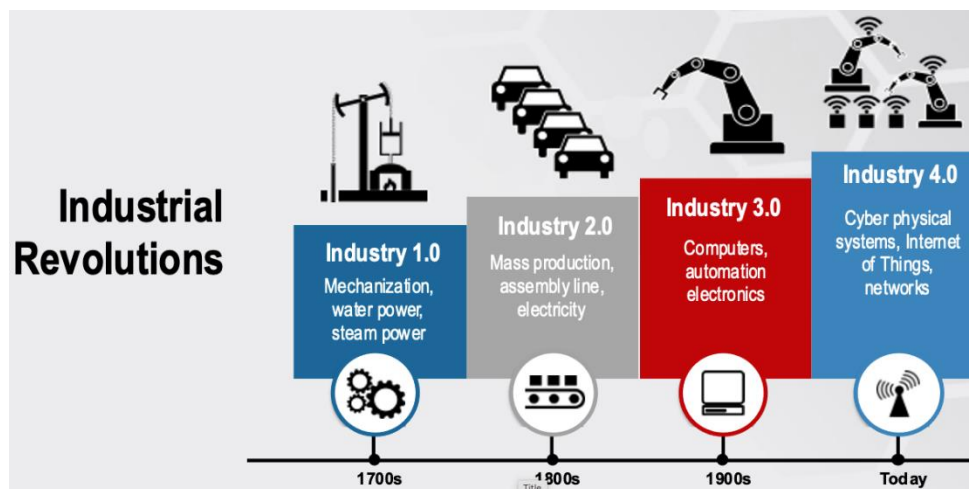
Según Siemens (2020), describe las fábricas inteligentes impulsadas e interconectadas, por medio de la Inteligencia artificial, estas se basan en los datos y son las que dan origen a la denominada 4ta revolución la que se espera sea llevada a cabo por los sistemas de producción llamados ciber-físicos quienes son aquellos que fusionan o permiten la integración de los dos mundos, el real y el virtual.

Según Sung, (2018), implica la operación independiente de las máquinas o en coordinación con humanos en la producción u fabricación que será orientada al cliente y en constante trabajo para mantener esta. La máquina se vuelve en un ente autónomo que puede recolectar, analizar y dar asesoramiento acerca de los datos recogidos, lo

que se posibilita al hacer uso de la optimización automática, el conocimiento automático y la personalización automática en las industrias permitiendo a los fabricantes de equipos una comunicación directa con las máquinas y no solamente ser operarios de estas.

La industria 4.0 se integra a la denominada cuarta revolución industrial, siendo precedida por 3 revoluciones anteriores. En la figura 2 se aprecia las revoluciones industriales.

Figura 2.
Revoluciones industriales.



Fuente: Recuperado de NIST, (2022). Link: <https://www.nist.gov>

Según Joyanes, (2017), la primera de las revoluciones industriales ocurre en el siglo 17, aparece la máquina de vapor y la mecanización. En el siglo 18 aparece la producción en masa, líneas de ensamblaje y la electricidad, mientras en el siglo 19 aparecen las computadoras, la automatización y la electrónica. La denominada cuarta revolución industrial es en el presente con la incorporación de sistemas ciber físicos, internet de las cosas y redes.

Tecnologías de la industria 4.0.

Las tecnologías 4.0, también denominadas disruptivas, integradas en la industria 4.0 han permitido un cambio en la comunicación, captura, tratamiento, recolección, distribución de la información. Según Joyanes, L., 2017 algunas de estas tecnologías son:

- **Inteligencia artificial.** Según IBM, (2023). Se define como un campo que combina tanto la informática como el conjunto de datos definidos como robustos que permiten soluciones optimas de problemas. Esta involucra dos subcampos mencionados frecuentemente con la IA, los denominados aprendizajes automático y aprendizaje profundo, compuestos por algoritmos de Inteligencia artificial cuya finalidad es la creación de sistemas expertos en función de realizar predicciones o clasificaciones dependiendo de los datos que son ingresados o recibidos.
- **Internet de las cosas (IoT).** Según McKinsey, (2022) Internet of things o Internet de las cosas (IoT) permite la descripción de objetos físicos quienes están integrados junto a actuadores y sensores que a su vez se comunican con sistemas del tipo informático por medio de redes cableadas o inalámbricas, lo permitiendo el monitoreo o control digital del mundo físico".
- **Hiperconectividad y Block chain.** Según Aggarwal et al. (2022), Block-chain, proporciona una gran protección contra la manipulación de datos. Ayuda con la protección de los dispositivos de (IOT) en un entorno distribuido. También permite el cierre y desconexión de dispositivos de red IOT comprometidos. Mientras que Hiperconectividad se refiere a las redes de conexión más rápidas como WIFI 6 y redes 5G entre otras en desarrollo.
- **Realidad virtual y realidad aumentada.** Según Joyner (2018,) "La realidad aumentada (AR) consiste en ver en vivo de forma indirecta o directa el mundo real o si se quiere entorno físico, en el que sus componentes se aumentan (o complementan) mediante sonidos, gráficos, datos de posicionamiento o GPS,

video, sonido, generados por computador. Combina objetos virtuales 3D en un entorno real 3D y muestra esta combinación en tiempo real.

- **Robots autónomos.** Según el MINTIC, (2019). Son robots del tipo tradicional que han ido evolucionando creando soluciones del tipo colaborativas, son denominados robots colaborativos o Cobots dado que trabajan de forma conjunta con los seres humanos de forma eficiente, confiable, segura este tipo de interacción entre el hombre y el robot promueve una mayor productividad en las actividades así como al disponer de una inteligencia integrada, los robots pueden aprender aquellas acciones o rutinas/actividades de los seres humanos lo que les permite mejorar su flexibilidad y autonomía.
- **Big data y analytics. Según el MINTIC, (2019).** Esta tecnología disruptiva se caracteriza por requerir técnicas de análisis y procesamiento de datos nuevas, debido al volumen la velocidad y variedad de los datos que se manejan, conocido como las tres V o (3V's). El intercambio, análisis e intercambio de los datos son el fundamento de principal del análisis que permite la toma de decisiones mejorando la autoconciencia de los equipos o máquinas y el mantenimiento de las mismas.
- **Simulación, fabricación aditiva e impresión en 3D.** Según Joyanes, (2017) estas son las espinas dorsales de la fabricación inteligente. Se puede diseñar un producto través de un CAD o software de ingeniería en un computador para luego ser impreso en una impresora especializada en 3D la cual permite la creación de una parte u objeto solidificado a través de la acumulación de capas de material sucesivas o acumulación. Al ser diseñado de forma digital por computador, es posible modificar el mismo fácilmente sin afectar la producción o costos extras, mientras que en el caso de la impresora 3D, esta puede operar de forma independiente sin tener monitoreo de un humano.
- **Cloud computing y ciberseguridad.** Yokogawa (2022), Se define como "aquella computación en la que los usuarios se suscriben a servicios como aplicaciones industriales de alto rendimiento, almacenamiento de

datos y potencia informática que se alojan de forma remota. Los recursos de la nube se agrupan virtualmente en varias ubicaciones y se administran mediante sistemas operativos de nube, plataformas de servicio y conjuntos de software dedicados.

La implementación de nuevas tecnologías tiene sus pros y contra, principalmente se observa la necesidad de adaptarse al cambio y con ello se incluye el entrenamiento, capacitación, la posible pérdida de puestos laborales, surgimiento de nuevas posiciones, entre otros según Wilson, S. (2018). El uso de las nuevas tecnologías puede ayudar en gran medida a las organizaciones a desarrollarse, ser sostenibles y cumplir con los objetivos de cuidado ambiental, responsabilidad social y prosperidad económica mientras se realicen en base a un plan previamente establecido y acordado, con una correcta evaluación de los riesgos , presupuesto, tiempos entre otros, es aquí donde la gerencia de proyectos debe estar involucrada y alineada con las necesidades y requerimientos de los cambios tecnológicos esperados.

Estado actual de implementación de la industria 4.0 en las Pymes del sector manufactura de Bogotá.

De acuerdo a una reciente investigación de Borjas, H & Hurtado, M., (2023), el 59,31% de las Pymes que pertenecen al sector manufacturero de Bogotá no se encuentran integradas o poseen alguna tecnología de la industria 4.0 en uso, esto principalmente debido a la falta de financiación, bajo nivel de entrenamiento/capacitación por parte de las empresas, desconocimiento de los beneficios que pueden obtenerse entre otros. Cabe destacar que el porcentaje es en general del sector manufacturero, es necesario conocer cada subsector en particular ya que esto nos aportaría mayor información a la hora de conseguir las causas de la baja implementación de las industrias 4.0 en este sector entre otros.

Gestión de proyectos.

De acuerdo al PMBOK, (2021), la definición de la gestión o gerencia de proyectos es la aplicar las habilidades, las herramientas, los conocimientos, y técnicas a la actividad o actividades del o los proyectos de forma tal de cumplir con todos los requerimientos del mismo. El fin de la gestión de proyecto es la orientación del mismo para entregar los resultados previstos. Indica el PMBOK, (2021) que existen una diversa gama de enfoques para obtener los resultados, como predictivos, híbridos y adaptativos.

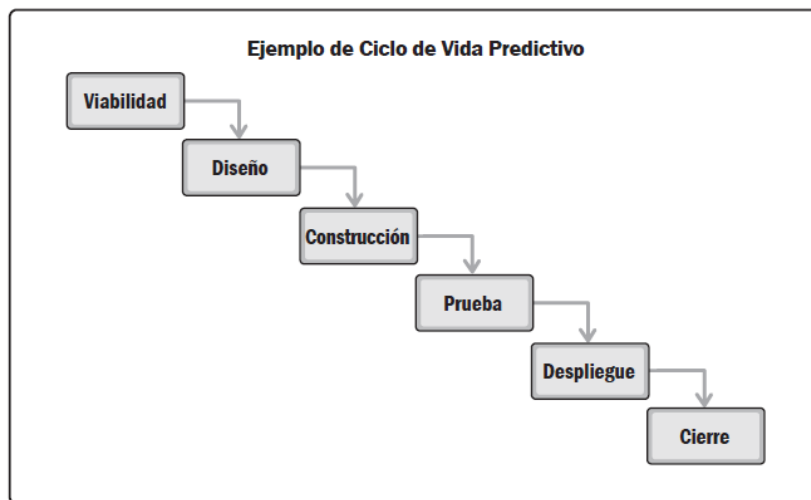
Un proyecto es en resumen un esfuerzo temporal cuya principal función es la crear servicios o productos únicos, destacando el hecho particular que tiene un tiempo de ejecución y una culminación definidos.

Existen diversos enfoques o metodologías para la gestión o gerencia de proyectos que dependen entre otros del tipo de proyecto a gestionar, por tanto, se pueden encontrar según el PMBOK, (2021) una gama de enfoque de desarrollo como:

- Predictivos. Según el PMBOK, (2021), la utilidad de este enfoque se observa cuando ambos requisitos y producto del proyecto pueden ser definidos, recopilados y analizados al principio del proyecto, así como cuando existe un alto nivel de riesgo en el proyecto y una alta inversión involucrada. Este podría también corresponder a un enfoque en cascada.

En la figura 3 se observa el proyecto predictivo y su ciclo de vida.

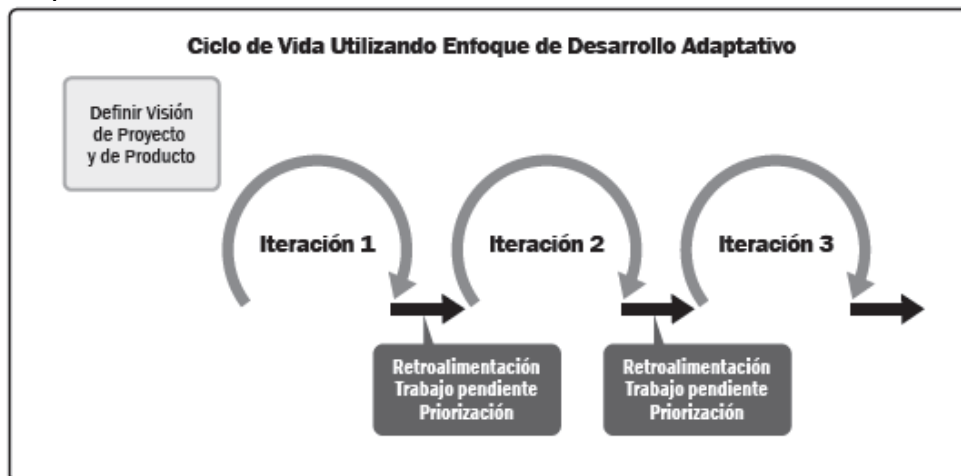
Figura 3.
Proyecto predictivo. Ciclo de vida.



Fuente: Tomado del PMBOK, (2021).

- Adaptativos. Según el PMBOK, (2021), La utilidad de este enfoque se observa en aquellos proyectos cuyos requisitos están sujetos o presentan un elevado nivel de volatilidad e incertidumbre siendo probable que sufran cambios a en durante las etapas del proyecto. Utilizan enfoques incrementales e iterativos. Entre estos encontramos los enfoques Ágiles. En la figura 4 se puede apreciar el ciclo de vida de un enfoque adaptativo.

Figura 4.
Enfoque adaptativo. Ciclo de vida.



Fuente: PMI, (2021).

- Híbridos. Según el PMBOK, (2021) combinan los enfoques predictivos con los adaptativos. Se utilizan algunos componentes de los enfoques predictivos o adaptativos, su utilidad se presenta cuando hay riesgo o incertidumbre en referencia a los requerimientos del proyecto. Este tipo de enfoque a menudo utiliza un enfoque de desarrollo incremental o iterativo. Otra utilidad se presenta cuando hay modularidad en los entregables del proyecto los cuales son desarrollados por diversos grupos de trabajo.

Para la selección del tipo de enfoque de desarrollo, el PMBOK, (2021), menciona diversas consideraciones entre ellas en base al producto, servicio o resultado esperado, el proyecto, la organización. A continuación, un breve desglose de cada uno:

a. El Producto, servicio o el resultado.

- El grado o nivel de innovación.
- Certidumbre en los requisitos.
- Estabilidad del alcance.
- Cual o que tan fácil es el cambio.
- Cual o cuales son las opciones de entrega
- Cuáles son los Riesgos.
- Cuáles son los requisitos de seguridad.
- Cuáles son las regulaciones.

b. Proyecto.

- Quienes son los Interesados.
- Cuáles son las restricciones definidas del cronograma.
- Cuál es la disponibilidad del financiamiento.

c. Organización.

- Como es la estructura de la organización
- Cuál es la cultura organizacional.
- Cuál es la capacidad de la organización.
- Tamaño y ubicación del equipo del proyecto.

Metodología

Primer nivel

Enfoque, alcance y diseño de la investigación

La investigación tiene un enfoque mixto, esto se define por parte de los autores en referencia a la revisión documental e investigaciones existentes sobre el tema. En referencia a Hernández & Mendoza, (2018) citando a (Creswell & Creswell, 2018 y Lieber & Weisner, 2010) indican que los métodos mixtos “utilizan evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases para entender problemas en las ciencias”, por consiguiente, se define el alcance de la investigación como exploratorio y tipo de estudio descriptivo. Según Hernández & Mendoza, (2018) el alcance exploratorio es una exploración inicial en un momento específico, aplicado a problemas de investigación nuevos y poco conocidos. Mientras que el descriptivo sirve para analizar cómo se manifiesta y cómo es un fenómeno, planteamiento y sus variables (componentes).

Con respecto al diseño de la investigación, se define como transversal, según Hernández Sampieri & Mendoza Torres, (2018), “recolectan datos en un solo momento, en un único tiempo”, en este tipo de diseño se analiza como inciden y relacionan determinadas variables en un periodo, lapso, momento, se realiza una descripción de las variables en un momento dado y se evalúa una comunidad, fenómeno evento, situación, o contexto en un punto del tiempo. La presente investigación precisa una recolección de datos en un solo momento de tiempo, en el periodo agosto – noviembre 2023, específicamente enfocado en las Pymes del subsector manufactura de la ciudad de Bogotá y permitirá describir la interrelación de

diferentes variables. A su vez la investigación es no experimental, como indica (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, (2018) se llevan a cabo sin realizar manipulación deliberada de las variables, solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para ser analizados, en nuestro caso no se realizan manipulación de ninguna variable ni se interviene en el ambiente analizado.

Definición de Variables

Se definen a continuación las variables conceptual y operacionalmente:

Definición conceptual.

Variable 1. Implementación Industria 4.0.

Según Siemens (2020), describe las fábricas inteligentes impulsadas e interconectadas, por medio de la Inteligencia artificial, estas se basan en los datos y son las que dan origen a la denominada 4ta revolución la que se espera sea llevada a cabo por los sistemas de producción llamados ciber-físicos quienes son aquellos que fusionan o permiten la integración de los dos mundos, el real y el virtual.

Variable 2. Implementación de Gerencia de proyectos.

Según el PMBOK, (2021), la definición de la gestión o gerencia de proyectos es la aplicar las habilidades, las herramientas, los conocimientos, y técnicas a la actividad o actividades del o los proyectos de forma tal de cumplir con todos los requerimientos del mismo. La implementación permite conocer qué modelo de gestión de proyectos se encuentra empleada en la organización.

Variable 3. Subsectores Industria manufacturera. De acuerdo a la DANE, (2019) se refiere a la transformación bien sea de forma química u mecánica de sustancias del tipo

orgánicas e inorgánicas en nuevos productos a través del uso de métodos manuales, artesanales o maquinaria en fábricas u domicilios esto incluye el montaje de aquellas partes que integran dichos productos que han sido manufacturados a excepción de todas aquellas actividades que involucren al sector de la construcción.

Definición operacional.

Variable 1. Implementación Industria 4.0:

Para llevar a cabo la medición de la variable se utilizarán fuentes de información confiables disponibles tanto académicas (Scopus, Google académico, base de datos de la Universidad EAN entre otros) como gubernamentales y otras relativas a la industria y comercio en Colombia, tales como cámara de comercio de Bogotá, Confecámaras, ANDI, ANIF, DANE, así como una encuesta para recolectar datos recientes los cuales serán evaluados usando software disponible como Excel de Microsoft. Con ello se podrá obtener una imagen del estado actual de implementación de la industria 4.0 en las Pymes del subsector manufactura de Bogotá en forma porcentual, es decir, nos permite conocer que tantas empresas están integradas en parte o su totalidad a la industria 4.0.

Variable 2. Implementación Gerencia de proyectos.

Para llevar a cabo la medición de esta variable se utiliza información documental y estadística de diversas fuentes confiables como ANIF, ANDI, MINTIC, DANE, búsqueda en bases de datos académicas como Science direct, Scopus, se consultan las bases de datos de la Universidad EAN entre otros, así como información procesada de datos obtenidos de una encuesta de elaboración propia de los autores con la finalidad de conocer cuál es el estado presente de

implementación de la gestión de proyectos en las empresas que se integran a la industria 4.0 específicamente Pymes que forman parte del sector manufacturero de la ciudad de Bogotá y que beneficios o limitaciones se han encontrado estas empresas en la gestión de proyectos.

Variable 3. Subsectores Industria manufacturera. Para la medición de esta variable se hace uso de la herramienta de recolección de datos, encuesta en base a las preguntas específicas que nos indican que subsector se encuentra representado y su porcentaje de participación, esto con la finalidad de tener información acerca de cuáles subsectores utilizan los diversos métodos de gerencia o gestión de los proyectos y su integración con industria 4.0 de forma particular.

A continuación, se resumen las variables, definición conceptual, operacional, indicador e instrumento y la descripción de las mismas en la investigación como se observa la tabla 2 a continuación.

Tabla 2.
Conceptualización y operacionalización de variables.

Variable	Descripción	Descripción conceptual.	Indicador	Instrumento	Descripción operacional
1	Implementación Industria 4.0	Según Siemens (2020), describe las fábricas inteligentes impulsadas e interconectadas, por medio de la Inteligencia artificial, estas se basan en los datos y son las que dan origen a la denominada 4ta revolución la que se espera sea llevada a cabo por los sistemas de producción llamados ciber-físicos quienes son aquellos que fusionan o permiten la integración de los dos mundos, el real y el virtual.	Porcentaje de implementación o integración	Encuesta.	Permite conocer que porcentaje de empresas Pymes del sector manufactura de Bogotá han integrado o implementan la industria 4.0 por subsector
2	Implementación Gerencia de proyectos	Según el PMBOK, (2021), la definición de la gestión o gerencia de proyectos es la aplicar las habilidades, las herramientas, los conocimientos, y técnicas a la actividad o actividades del o los proyectos de forma tal de cumplir con todos los requerimientos del mismo.	Porcentaje de satisfacción.	Encuesta.	Permite conocer que beneficios, desventajas, limitaciones han tenido las empresas con respecto a la gestión de los proyectos luego de la implementación de la industria 4.0 .
3	Subsectores Industria manufacturera.	De acuerdo a la DANE, (2019)definiéndose la industria manufacturera como aquella que genera productos nuevos a partir de la transformación química o mecánica de sustancias inorgánicas u orgánicas utilizando bien sea medios manuales, maquinarias, artesanales, en domicilios o talleres sin incluir el sector relativo a la construcción.	Porcentaje de participación.	Encuesta.	Ppermite conocer que subsector se encuentra representado para conocer el porcentaje de integración a la industria 4.0 y metodos utilizados en el gerenciamiento de los proyectos.

Fuente: elaboración propia.

Población y Muestra

Para la investigación referida a la industria manufacturera según la Clasificación Industrial Uniforme adaptada a Colombia conocida como CIIUR Revisión 4 A.C el subsector manufacturero se encuentra en el grupo C. Según datos de Confecámaras (2020), en el periodo enero-noviembre, 2020, existen en Bogotá un total de 53.309 empresas en el sector manufacturero, de las cuales 5762 corresponden a las Pymes y el resto corresponde a Micro y grandes empresas, (Borjas, H y Hurtado, M, 2023).

Según Hernández & Mendoza, (2018) podemos definir una población o universo como “el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”, por ello, se delimita la población de la investigación a todas las Pymes del subsector manufactura de la ciudad de Bogotá. Según Confecámaras, (2020), se tiene un registro de 5762 Pymes registradas con las especificaciones del subsector manufactura, por lo que se utilizara este valor para el cálculo de la muestra y el diseño de la encuesta.

Basándonos en Hernández y Mendoza (2018), para obtener el valor de la muestra se requiere de:

N = tamaño de la población.

Z = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza,

e = Error de estimación máximo aceptado,

p = Probabilidad que ocurra el evento estudiado,

$q=(1-p)$ Probabilidad que no ocurra el evento estudiado,

n= Numero de la muestra.

Según Martínez (2013), se puede calcular las poblaciones finitas utilizando la siguiente expresión:

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

Utilizando un nivel de confianza del 95% de acuerdo a Hernández y Mendoza, (2018) se obtiene un error aceptable del 5%, que representaría Z, junto a lo indicado por Martínez, (2013), se tendrá un valor de:

Z = 1,96 para un 95% de confianza según Martínez (2013).

N = 5762, datos tomados de Confecámaras, (2020).

p y q = 50%, con p=0,5 y q=0,5., según (Hernández & Mendoza, 2018 estimado para toma de muestras por primera vez asumiendo la probabilidad que ocurra p y no ocurra q, o (p + q=1) para que ambas tengan la misma probabilidad.

e= 5% aceptable de error de estimación según (Hernández & Mendoza, 2018).

Luego, se calcular el tamaño de la muestra necesaria a continuación:

$$n = \frac{5762 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{(0,05)^2 * (5762 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

Obteniéndose:

n = 360,207 ≈ 360 Pymes del subsector manufactura de Bogotá.

En resumen, 360 es la muestra probabilística representativa de la población total de Pymes del subsector manufactura de Bogotá.

Segundo nivel

Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

Se realiza un búsqueda y posterior análisis documental a través de diferentes bases de datos académicas y fuentes confiables, se emplean diferentes opciones de búsqueda con ecuaciones que involucran términos tanto en idioma inglés como en español relativos a “industria 4.0”, “Sector manufactura”, “Bogotá”, “Pymes”, “Gerencia de proyectos”, a su vez en inglés “SMEs”, “Manufacturing Enterprise”, “Project management”, “Industry 4.0” así como “Colombia” en diversas ecuaciones de búsqueda de forma tal de obtener contenido de carácter académico, científico, verificable, en las bases de datos Scopus, Science direct, EBSCO, Google académico y las bases de datos de la Universidad EAN, buscando obtener el mayor contenido relacionado posible a la investigación que contenga al menos 4 de los términos críticos de la investigación, a saber :Industria 4.0, Gestión de proyectos, Pymes, Sector manufactura. Cabe destacar que el contenido investigativo acerca del tema de la gestión de proyectos en la industria 4.0 del sector manufacturero de Bogotá es casi nulo, es decir, no se dispone de información, por lo que se emplea a su vez, a modo de referencia, investigaciones realizadas en otros países y no en Colombia, que poseen cierta afinidad al tema con la finalidad de complementar o tener bases teóricas confiables para la investigación.

En la tabla 3 se observa el resultado de la búsqueda realizada seleccionadas por los autores en base a su aporte a la investigación luego de una depuración de la búsqueda.

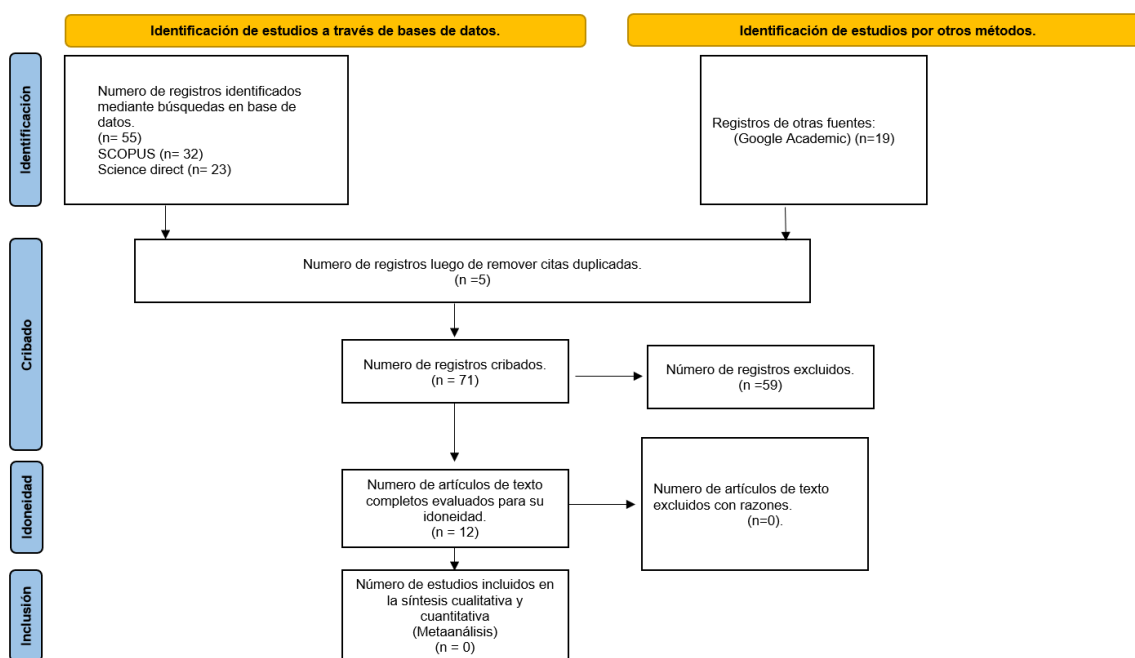
Tabla 3.
Documentos analizados en la investigación.

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Documentos encontrados	Documentos relativos a la investigación
Scopus	TITLE-ABS-KEY (project AND management) AND TITLE-ABS-KEY (industry 4.0) AND TITLE-ABS-KEY (smes) AND TITLE-ABS-KEY (manufacturing)	32	4
Google académico	"Gestion de proyectos" "industria 4.0" "industria manufacturera " "Bogotá"	19	5
Science direct	(Project management) AND (Industry 4.0) AND (SMEs) AND(Manufacturing sector) AND (Colombia)	23	3

Fuente: elaboración propia.

En la figura 5 se aprecia el cribado o filtrado de los datos obtenidos de las diversas fuentes o bases de datos y los respectivos resultados, se sigue el proceso según el método PRISMA, (2020). Se puede apreciar que se reduce la cantidad de documentos encontrados a solo 12 que tienen relevancia en la investigación.

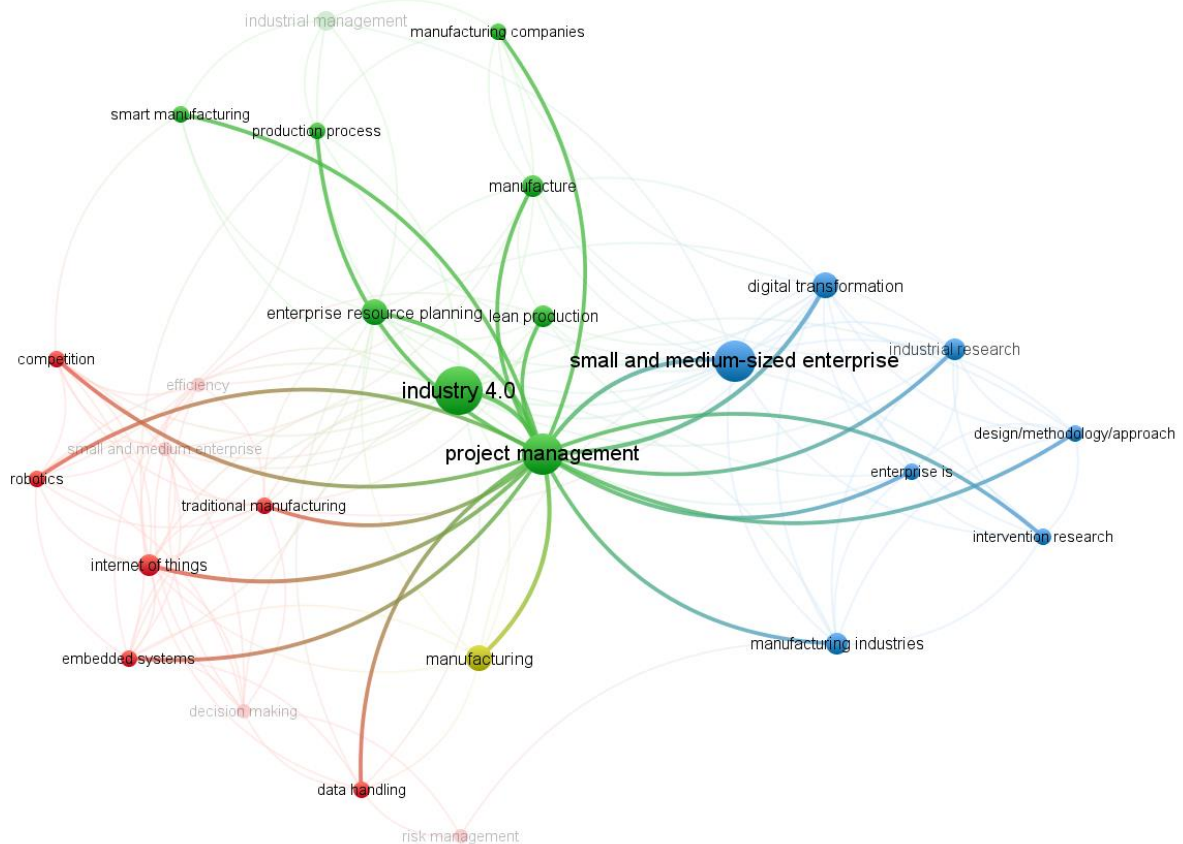
Figura 5.
Cribado de datos usando método PRISMA.



Fuente: elaboración propia a partir de PRISMA group, (2020).

Se procede a realizar un análisis de la documentación idónea para la investigación en búsqueda de palabras claves de las diferentes fuentes consultadas. Para esto se utiliza el software Vosviewer®, en su versión más reciente 1.6.19. con ello se obtienen las relaciones existentes entre las palabras claves encontradas acerca de industria 4.0, gestión de proyectos, Pymes (SMEs en inglés) e industria manufacturera. En la figura 6 se aprecia el resultado de la relación entre términos clave en las diversas investigaciones encontradas acerca del tema de investigación.

Figura 6.
Relación de términos comunes en la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

Luego de obtener la relacion de palabras claves en la investigacion y con la documentacion obtenida, se procede a elaborar una tabla que interrelaciona cada termino importante para la investigacion con la documentacion de los autores seleccionados en base al criterio de los autores, dando una ponderacion del 1 al 5 para cada uno en el cual 5 representa mayor valor y uno el menor, con ello se obtendra al final los terminos principales a utilizarse en la encuesta que sera el instrumento de medicion diseñado para recolectar los datos requeridos para ser procesados, analizados y obtener posteriormente dar respuestas a las interrogantes de la investigación.

En la tabla 4 se puede apreciar el resultado de la selección de los conceptos resaltantes entre los diversos modelos de autores que nos permitio entender hacia donde se enfocaban las investigaciones, destacando la transformacion digital, industria 4.0, industrias manufactureras, Pymes (SMEs), gerencia de proyectos y planificacion de recursos.

Tabla 4
Conceptos claves y modelos de autores.

	Bustos, B et al	Surianaraya, G	Moeuf, A et al	Iakovets, A et al	Vrchoha, J et al	Trubetskaya, A et al	Agostini, L y Nosella, A.	Bordeur, L y et al	Bordeur, J et al	Brodeur, J et al	Varbanova, M et al
Business environments		X			X						X
Collaboration	X					X					
Competition		X		X				X			
Continuous improvement project											
Conventional manufacturing		X		X							
Digital transformation	X	X		X		X		X	X		
Embedded systems		X									
Enterprise resource management	X		X			X					
Human machine interaction	X					X					
Industrial economics											
Industry 4.0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Intervention research	X		X		X						
Iterative methods		X		X							
Labour productivities								X			
Lean production	X							X			
Manufacturing industries	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Production process	X										
Profitability	X			X							
Project management	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Research focus		X				X				X	
Robotics	X				X						
Small and medium enterprise (SMEs)	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
Smart manufacturing		X				X		X			
sustainability	X			X			X			X	
Technological advancement				X		X	*				
Top management support											
Traditional manufacturing						X				X	
transformation	X		X				X				
Transitional economies		X	X								
Business associations						X		X			
Business evaluation	X			X							
Continuous improvement, program		X								X	
Decision making	X		X								
Design/methodology/approach		X		X			X				
Efficiency		X			X						
Emergent technologies										X	X
Enterprise resource planning	X		X		X		X	X			
Implementation strategies											
Industrial management		X				X				X	
Industrial research	X		X			X					

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en la tabla 5 cómo se dimensiona y describen las variables a ser utilizadas y su medición a través de la encuesta o instrumento para la recolección de los datos a partir del criterio de los autores en base al análisis y procesamiento de

los conceptos claves y modelos previamente evaluados, resumiendo y reduciendo conceptos claves integrados en términos como industria 4.0, industria manufacturera y gerencia de proyectos.

Tabla 5
Dimensionamiento de las variables, descripción y fuente.

Dimensión	Variable	Descripción de la variable	Fuente
Industria 4.0	Implementación Industria 4.0	Permite conocer el grado de implementación de la industria 4.0 en las Pymes, ventajas, desventajas que han encontrado estas empresas.	Encuesta.
Gerencia de proyectos	Implementación gerencia de proyecto	Permite conocer si la empresa utiliza alguna metodología de gestión de proyectos, ventajas, desventajas, oportunidades.	Encuesta.
Industria manufacturera	Subsectores industria manufacturera	Permite conocer que subsector de la industria manufacturera se encuentra representado.	Encuesta.

Fuente: elaboración propia.

Luego de definir las dimensiones, variables y fuentes, se procede a realizar las cuestiones que conformaran el instrumento para la recolección de los datos, la encuesta.

Se seleccionan una serie de 11 cuestiones que permitirán luego de su recolección y análisis, dar la conclusión y responder a la pregunta planteada en la investigación:

¿Qué efectos ha tenido en la gestión de proyectos, la implementación de la industria 4.0 en las Pymes del sector manufactura de Bogotá.?

En la tabla 6 se puede apreciar las cuestiones y su relación con las variables, así como a cuál de ellas permiten dar respuestas.

Tabla 6.

Variables y cuestiones de la encuesta.

Dimensión	Variable	Descripción de la variable	Fuente	Cuestiones	Numero de Cuestión en la encuesta.
Industria 4.0	Implementación Industria 4.0	Permite conocer el grado de implementación de la industria 4.0 en las Pymes, ventajas, desventajas que han encontrado estas empresas.	Encuesta.	4. ¿Cuál de estas tecnologías se encuentran actualmente aplicadas en su empresa?	4,5,6,7
				5. ¿Considera Ud. necesaria la implementación de estas tecnologías en su empresa?	
				6. ¿Qué beneficios cree Ud. ha aportado la industria 4.0 a su empresa?	
				7. ¿Qué desventajas cree Ud. ha generado la industria 4.0 en su empresa?	
Industria manufacturera	Subsectores industria manufacturera	Permite conocer que subsector de la industria manufacturera se encuentra representado.	Encuesta.	2. ¿Cuál es el subsector industrial al que pertenece la empresa?	2,3
				3. ¿Cuántas personas laboran en la empresa?.	
Gerencia de proyectos	Implementación gerencia de proyecto	Permite conocer si la empresa utiliza alguna metodología de gestión de proyectos, ventajas, desventajas, oportunidades.	Encuesta.	8. ¿Qué metodología o enfoque de gestión de proyectos utilizan en su empresa?	8,9,10,11
				9. ¿Qué beneficios le ha aportado la gestión de proyectos de la industria 4.0 a su empresa?	
				10. ¿Qué desventajas cree Ud. ha generado la gestión de proyectos de la industria 4.0 a su empresa?	
				11. ¿Qué cree Ud. necesario para implementar una gestión de proyectos de la industria 4.0 eficiente en su empresa?	

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se encuentra el link de la encuesta diseñada en Google forms®.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd_iqQk5SANXWndRhIj6lesN76S2ZMrWDJoYI3L_X1XfO5K0g/viewform?usp=sf_link.

Se adjunta en el anexo el formato de encuesta propuesto.

Técnicas de análisis de datos

Luego de realizar la encuesta y ser presentada a las diferentes empresas Pymes del sector manufactura de Bogotá, se recolectará y procesará la información obtenida de Google forms® con estos datos, haciendo uso del software MS Excel® nos permitirá generar los gráficos y análisis estadísticos necesarios para evaluar y dar conclusiones respectivas de la investigación. Entre el análisis estadístico está el cálculo del porcentaje de subsectores que aplican gestión de proyectos, el porcentaje

de beneficios y desventajas que ha traído dicha la implementación de la gestión de proyectos, que porcentaje representan las diversas metodologías de gestión de proyectos en uso por subsector, así como el porcentaje de implementación por subsector manufacturero de la industria 4.0 actualmente. Luego de obtener dichos resultados se buscarán a través del análisis de estos tanto cuantitativos como gráficos los insights para realizar las propuestas de mejora necesarias a las organizaciones.

Análisis y discusión de los resultados

La investigación permitió conocer la poca documentación relativa al tema de estudio, específicamente lo referido a la gestión de proyectos en las industrias manufactureras Pymes de Bogotá que han implementado la industria 4.0.

Del total de documentos encontrados no se obtuvo alguno directamente relacionado, sin embargo, se decide realizar la búsqueda de documentación científica confiable en base a términos específicos como industria 4.0 en las Pymes del sector manufacturero gestión de proyectos tanto de Bogotá como de otros países de la región en base de datos como Scopus, Science direct, Google academic, obteniéndose 74 documentos de los cuales luego de ser procesados como se explicó anteriormente apenas 12 presentan utilidad para la investigación y se observa en la tabla 7.

Tabla 7.
Resultados de búsquedas

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Documentos encontrados	Documentos relativos a la investigación
Scopus	TITLE-ABS-KEY (project AND management) AND TITLE-ABS-KEY (industry 4.0) AND TITLE-ABS-KEY (smes) AND TITLE-ABS-KEY (manufacturing)	32	4
Google academico	"Gestion de proyectos" "industria 4.0" "industria manufacturera " "Bogotá"	19	5
Science direct	(Project management) AND (Industry 4.0) AND (SMEs) AND(Manufacturing sector) AND (Colombia)	23	3

Fuente: elaboración propia.

En el caso de las empresas del sector manufacturero de las Pymes de Bogotá, el número es de 5762, las cuales se espera separar por subsectores y de esta forma conocer el aporte particular de cada una en la investigación, esto a través de la encuesta.

La encuesta fue planteada para dar respuesta a la interrogante de la investigación. Es necesario realizar la aplicación de la misma a la muestra de mínimo 360 empresas Pymes del sector manufacturero de Bogotá (muestra representativa), esto nos dará un valioso aporte ya que actualmente no se dispone de alguna investigación o estudio relativo al tema. Esta encuesta se puede apreciar en el anexo y en el link a continuación:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd_jqQk5SANXWndRhIj6lesN76S2ZMrWDJoYI3L_X1XfO5K0g/viewform?usp=sf_link.

Conclusiones

Entre los resultados obtenidos de la investigación destacan la poca documentación e investigación científica, técnica, confiable en Colombia en general y particularmente en Bogotá relativa al tema. Esto es algo crítico dada la importancia del sector manufacturero en el país y su integración a la industria 4.0 resaltando el hecho de la competitividad y mejoras que puede aportar al crecimiento industrial de la nación, con ello, la nueva perspectiva y oportunidades que involucran la gestión de los proyectos en las industrias del sector manufacturero integradas a la industria 4.0.

La aplicación de la encuesta nos permitirá obtener una visión particular de cada subsector del sector manufacturero de Bogotá, así como de todo el sector, creando un punto de partida en este tema poco documentado para futuras investigaciones y proponer planes de mejora con la finalidad de apoyar el crecimiento de la industria manufacturera en Bogotá y Colombia en general.

Siendo una investigación exploratoria, se requieren los datos que nos arroje la encuesta y con ello hacer el respectivo análisis dando respuesta a las interrogantes planteadas como el nivel de implementación de industria 4.0 (por subsector del sector manufacturero de Bogotá) y gerencia de proyectos, los beneficios y/o limitaciones que ha traído esta integración referidos a la gerencia de proyectos de la industria 4.0 para finalmente poder evaluar los resultados y proponer los planes de mejoras a seguir por parte de las Pymes del sector manufacturero de Bogotá.

Referencias

- Agostini L.; Nosella A., (2020). The adoption of Industry 4.0 technologies in SMEs: results of an international study. Management Decision. DOI:10.1108/MD-09-2018-0973.
- ANDI, (2020). Encuesta anual de transformación digital 2019. Recuperado de:
<http://www.andi.com.co/Uploads/ANALISIS%20-%20ENCUESTA%20DE%20TRANSFORMACION%20DIGITAL%202019%20-%20ANDI.pdf>.
- ANDI, (2021). Balance 2020 y perspectiva 2021. Disponible en:
http://www.andi.com.co/Uploads/Balance%202020%20y%20perspectivas%2021_637471684751039075.pdf.
- ANIF, (2020). Gran Encuesta Pyme Nacional 2020. Recuperado el 20 de marzo del 2000 de: <https://www.anif.com.co/encuesta-mipyme-de-anif/gran-encuesta-pyme-nacional/>.
- ANIF, (2021). Retos y oportunidades de las P <https://www.anif.com.co/comentarios-economicos-del-dia/retos-y-oportunidades-de-las-pymes/>
- Bharat Kumar Aggarwal, Ankur Gupta, Deepak Goyal, Pankaj Gupta, Bijender Bansal, Dheer Dhwanj Barak, (2022). A review on investigating the role of block-chain in cyber security. Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321066244>)
- Borjas, H., Hurtado, M, (2023). Estudio de la implementación actual de las tecnologías 4.0 en las Pymes Colombianas, caso sector manufactura de Bogotá. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10882/12906>. Universidad EAN.
- Boston Consulting Group, (2021). Putting Industry 4.0 to work: Recuperado de: <https://www.bcg.com/capabilities/manufacturing/industry-4.0>.

Boston consulting group, (2020). Man, and machine in industry 4.0. Internet link :

<https://www.bcg.com/industries/engineered-products-infrastructure/man-machine-industry-4.0>.

Brodeur J. ; Deschamps I. ; Pellerin R, (2023). Organizational changes approaches to facilitate the management of Industry 4.0 transformation in manufacturing SMEs. Journal of Manufacturing Technology Management. DOI:10.1108/JMTM-10-2022-0359.

Brodeur J.; Pellerin R.; Deschamps I, (2022). Operationalization of Critical Success Factors to Manage the Industry 4.0 Transformation of Manufacturing SMEs. Sustainability (Switzerland). DOI: 10.3390/su14148954.

Busto Parra B., Pando Cerra P., Álvarez Peñín P.I, (2022). Combining ERP, Lean Philosophy and ICT: An Industry 4.0 Approach in an SME in the Manufacturing Sector in Spain. Recuperado de: DOI: 10.1080/10429247.2021.2000829. EMJ - Engineering Management Journal, 34 (4), pp. 655 - 670

CEPAL, (2013). Como mejorar la competitividad de las PYMES en la unión europea y América latina y el caribe. Recuperado de:

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3094/1/S2013021_es.pdf

Colombia productiva, (2020). 10 errores comunes en las PYMES que las hacen menos productivas. Disponible en: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/tips-de-productividad/diez-errores-comunes-en-las-pymes-que-las-hacen-me>.

CONFECAMARAS, (2020). Dinámica de creación de empresas en Colombia.

Confecámaras, Red de Cámaras de Comercio. Enero-septiembre de 2019.

Congreso de la república de Colombia, (2011). Artículo 43, ley 1450 del 2011.

Recuperado el 22 de marzo del 2021 de:

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normatividad/LEY14502011.pdf>.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D, (2018). Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Fifth edition. Los Angeles, SAGE.

DANE, (2020). Encuesta Anual Manufacturera. Disponible en:

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>.

DANE, (2020). Productividad total de los factores (PTF). Recuperado de:

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/productividad>.

DIAN, (2021). Resolución 00140 de 2021. Valor de la Unidad de Valor Tributario para el 2022. Disponible en:

<https://www.dian.gov.co/normatividad/Proyectosnormas/Proyecto%20Resoluci%C3%B3n%20000000%20de%2008-11-2021.pdf>.

González, Y., Peñaranda, M. M., & Manzano, O, (2018). La estrategia del big data como factor clave de competitividad en las empresas. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 1(31), 57-65. DOI: 10.24054/16927257.v31.n31.2018.2765.

IBM, (2023). What is artificial intelligence? Disponible en:

<https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>.

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education,

Joyanes, L, (2017). Industria 4.0. La cuarta revolución industrial. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México.

Joyner, I, (2018). Emerging library technologies. Recuperado de;

<https://doi.org/10.1016/C2016-0-05178-1>.

- Iakovets A.; Balog M.; Židek K, (2023). Agile in the Context of Manufacturing SMEs. Lecture Notes in Mechanical Engineering. DOI: 10.1007/978-3-031-32767-4_13
- Lieber, E., & Weisner, T, (2010). *Meeting the practical challenges of mixed methods research*. SAGE Publications, Inc., Disponible en: <https://doi.org/10.4135/9781506335193>.
- López, D. R., et al, (2020). Transformación digital para Pymes del sector manufacturero en Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/53185>.
- McKinsey, (2020). Industry 4.0: Reimagining manufacturing operations after COVID-19. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/industry-40-reimagining-manufacturing-operations-after-covid-19>.
- McKinsey, (2022). What is the internet of things? Disponible en: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-the-internet-of-things>.
- MINCIENCIAS, (2020). Colombia y la nueva revolución industrial. Propuestas del foco de tecnologías convergentes y el foco de industrias 4.0. Disponible en: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/colombia_y_la_nueva_revolucion_.pdf
- MINTIC, (2019). Aspectos básicos de la industria 4.0. Disponible en: https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf.
- MINTIC, (2021). Estadísticas TIC. Disponible en: <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-channel.html>.
- Moeuf A.; Pellerin R.; Lamouri S.; Tamayo-Giraldo S.; Barbaray R, (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. International Journal of Production Research. DOI: 10.1080/00207543.2017.1372647
- Nees Jan van Eck, N., Waltman, L, (2023). Vosviewer ver 1.6.19. Disponible en: <https://www.vosviewer.com/>.

NIST, (2022). Cybersecurity and industry 4.0 – What you need to know. Disponible en : <https://www.nist.gov/blogs/manufacturing-innovation-blog/cybersecurity-and-industry-40-what-you-need-know#:~:text=According%20to%20PwC's%20Insights%20%2C%20Industry,with%20the%20need%20for%20human.>

OECD, (2019). Presentación del estudio “Going digital in Colombia”. Disponible en: <https://www.oecd.org/about/secretary-general/launch-of-going-digital-in-colombia-review-bogota-october-2019-sp.htm>.

Paiva Santos, F. Charrúa-Santos, T.M. Lima, (2018). Industry 4.0: An Overview, Proceedings of the World Congress on Engineering 2018 Vol II WCE 2018, July 4-6, 2018, London, U.K

PMI, (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Project Management Institute. Disponible en: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok>

PRISMA Group, (2020). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021 ;372 : n71. doi: 10.1136/bmj. n71. Disponible en: <http://www.prisma-statement.org/>

Surianarayanan G. ; Menkhoff T, (2020). Outcomes of an expert survey: Are Singapore’s manufacturing small and medium enterprises ready to embrace industry 4.0? Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85099605997&partnerID=40&md5=a8f2b6a842fcfed42bd00ba0f544735c>. Ibero-American WWW / Internet Conference 2020, pp. 51 – 60.

Trubetskaya A.; Ryan A.; Murphy F, (2023). An implementation model for digitisation of visual management to develop a smart manufacturing process. International Journal of Lean Six Sigma.DOI:10.1108/IJLSS-07-2022-0156.

Van Erp T.; Rytter N.G.M.; Sieckmann F.; Larsen M.B.; Blichfeldt H.; Kohl H, (2021). Management, Design, and Implementation of Innovation Projects: Towards a

Framework for Improving the Level of Automation and Digitalization in Manufacturing Systems. 9th International Conference on Control, Mechatronics and Automation, ICCMA 2021. DOI:10.1109/ICCMA54375.2021.9646214.

Varbanova M.; de Barcellosa M.D.; Kirova M.; De Steur H.; Gellynck X, (2023). INDUSTRY 4.0 IMPLEMENTATION FACTORS FOR AGRI-FOOD AND MANUFACTURING SMEs IN CENTRAL AND EASTERN EUROPE. Serbian Journal of Management. DOI: 10.5937/sjm18-39939.

Vrchota J.; Řehoř P.; Maříková M.; Pech M, (2021). Critical success factors of the project management in relation to industry 4.0 for sustainability of projects. Sustainability (Switzerland). DOI: 10.3390/su13010281.

Wilson, S, (2018). Understanding Bottlenecks: An Operations Management Experiential Learning Exercise. Decision Sciences Journal of Innovative Education, 16(3), 166–184.

Yokogawa, (2023). Cloud computing, going beyond on premise. Recuperado de: <https://www.yokogawa.com/ch/solutions/featured-topics/digital-infrastructure-wiki/dx-components/cloud-computing-going-beyond-on-premise/#:~:text=In%20cloud%20computing%2C%20users%20subscribe,service%20platforms%2C%20and%20software%20suites.>

Anexos.

Encuesta “ Gestión de proyectos en Pymes del sector manufactura de Bogotá que han implementado la Industria 4.0. ”.

* Indica que la pregunta es obligatoria



Gestión de proyectos en Pymes del sector manufactura de Bogotá que han implementado la Industria 4.0.

Ante todo, un cordial saludo. Somos un grupo de estudiantes de la Universidad EAN en Bogotá, culminando actualmente la especialización en gestión de proyectos. Respetuosamente le presentamos el siguiente cuestionario, cuya finalidad es recolectar información acerca de elementos claves que nos permitan evaluar el estado actual de la gestión de proyectos

en Pymes del sector manufactura de Bogotá que han implementado la Industria 4.0., con la finalidad de apoyar el desarrollo y crecimiento de las Pymes manufactureras en Bogotá. Esta no contempla el uso y distribución de alguna información confidencial de la empresa, simplemente es un muestreo estadístico con fines netamente académicos.

Gracias por su colaboración al respecto, el tiempo estimado en responder la encuesta es de 3 a 5 minutos.

Aviso de confidencialidad de la información:

La información contenida en este documento es con fines netamente educativos. No se recolecta información confidencial de nombres, ubicación u otros datos críticos de empresas o personas. Para mayor información comunicarse con : Sedes: Ean Legacy: Carrera 11 No. 78-47 - Fundadores: Calle 79 # 11 - 45 - Av. Chile: Calle 71 # 9 - 84 Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Suramérica. Línea gratuita nacional: +57-01-8000-931000 Centro de contacto en Bogotá: +(57-601) 593 6161 - +(57-601) 593 6464 E-mail: informacion@universidadean.edu.co



1. Indique por favor cuál es su función dentro de la organización. *

Seleccione una opción. *

Marca solo un óvalo.

- Línea de Gerencia.
- Operaciones
- Administración
- Soporte
- Tecnologías de la información.
- Otro: _____

2. ¿Cuál es el subsector industrial al que pertenece la empresa? *

Seleccione una opción. *

Marca solo un óvalo.

- a. Fabricación de equipos y maquinarias
- b. Textil (Confección de prendas de vestir).
- c. Mantenimiento especializado de maquinaria y equipo.
- d. Elaboración y procesamiento de productos alimenticios.
- e. Elaboración y procesamiento de sustancias químicas medicinales.

3. ¿Cuántas personas laboran en la empresa?. *

Seleccione una opción. *

Marca solo un óvalo.

- a. 1 a 10.
- b. 11 a 50.
- c. 51 a 200.
- d. Mas de 201.

4. ¿Cuál de estas tecnologías se encuentran actualmente aplicadas en su empresa? *

Selecciones una o más según su criterio. *

Selecciona todos los que correspondan.

- a. Internet de las cosas (IoT).
- b. Sistemas ciber físicos.
- c. Fabricas inteligentes.
- d. Big data y analítica de datos.
- e. Inteligencia artificial
- f. Realidad aumentada
- g. Realidad virtual.
- h. Computación en la nube.
- i. Manufactura aditiva.
- k. Ninguna
- Otro: _____

5. ¿Considera Ud. necesaria la implementación de estas tecnologías en su empresa? *

Seleccione una opción. *

Marca solo un óvalo.

- 1. No es necesario. (0%)
- 2. Poco necesario. (25%)
- 3. Neutro. (50%)
- 4. Necesario. (75%)
- 5. Muy necesario. (100%)

6. ¿Qué beneficios cree Ud. ha aportado la industria 4.0 a su empresa? *

Selecciona todos los que correspondan.

- a. Incremento de la productividad.
- b. Incremento de la competitividad.
- c. Optimización de procesos dentro de la empresa
- d. Reducción de los defectos y desperdicios.
- e. Incremento de la calidad de los productos.
- f. Ninguno
- Otro: _____

7. ¿Qué desventajas cree Ud. ha generado la industria 4.0 en su empresa? *

Selecciona todos los que correspondan.

- a. Demoras o retrasos en la producción.
- b. Altos costos de mantenimiento.
- c. Incremento en reclamos de clientes.
- d. Mayor desperdicio de materia prima.
- e. Ninguno
- Otro: _____

8. ¿Qué metodología o enfoque de gestión de proyectos utilizan en su empresa? *

Selecciones una o más según su criterio. *

Selecciona todos los que correspondan.

- a. Enfoque predictivo
- b. Enfoque adaptativo.
- c. Enfoque híbrido.
- d. Ninguno.
- Otro: _____

9. ¿Qué beneficios le ha aportado la gestión de proyectos de la industria 4.0 a su empresa? *

Selecciones una o más según su criterio. *

Selecciona todos los que correspondan.

- a. Mejora en la productividad organizacional.
- b. Reducción de los desperdicios en los procesos.
- c. Reducción de costos de producción.
- d. Reducción en los tiempos de entrega de productos.
- e. Mejora en los procesos de la empresa.
- f. Ninguno
- Otro: _____

10. ¿Qué desventajas cree Ud. ha generado la gestión de proyectos de la industria 4.0 a su empresa? *

Selecciones una o más según su criterio. *

Selecciona todos los que correspondan.

- a. Incremento de costos.
- b. Incremento de tiempos de producción.
- c. Desmejora en los procesos de la organización.
- d. Incremento en los tiempos de espera de clientes .
- e. Incremento en los tiempos de espera de proveedores.
- f. Ninguno
- Otro: _____

11. ¿Qué cree Ud. necesario para implementar una gestión de proyectos de la industria 4.0 eficiente en su empresa? *

Selecciones una o más según su criterio. *

Selecciona todos los que correspondan.

- a. Capacitación del personal.
- b. Apoyo de la línea de gerencia.
- c. Mejora en la cultura organizacional.
- d. No es necesario .
- e. Mayor financiación.
- Otro: _____

Aviso confidencialidad de la información.

La información contenida en este documento es con fines netamente educativos. No se recolecta información confidencial de nombres, ubicación u otros datos críticos de empresas o personas. Para mayor información comunicarse con : Sedes: Ean Legacy: Carrera 11 No. 78-47 - Fundadores: Calle 79 # 11 - 45 - Av. Chile: Calle 71 # 9 - 84 Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia, Suramérica. Línea gratuita nacional: +57-01-8000-931000 Centro de contacto en Bogotá: +(57-601) 593 6161 - +(57-601) 593 6464 E-mail: informacion@universidadean.edu.co



Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios