

Implementación de una estrategia para aumentar la productividad de las empresas del sector industrial en el departamento del Atlántico.

Implementation of a strategy to increase the productivity of companies in the industrial sector in the department of Atlántico.

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.3.1.2021.10>

Fecha de Recepción: 14/08/2021. Fecha de Publicación: 04/09/2021

Nilson Barrios Obregón

Universidad de la Costa CUC. Barranquilla, (Colombia)
nbarrios5@cuc.edu.co

David Hernández Peñaranda

Universidad de la Costa CUC. Barranquilla, (Colombia)
dhernand50@cuc.edu.co

Carlos Jiménez Nieto

Universidad de la Costa CUC. Barranquilla, (Colombia)
cjimenez47@cuc.edu.co

Deyvis Rojano meza

Universidad de la Costa CUC. Barranquilla, (Colombia)
drojano7@cuc.edu.co

Nohora Mercado Caruso

Universidad de la Costa CUC. Barranquilla, (Colombia)
nmercado1@cuc.edu.co

RESUMEN

En la presente investigación se realiza una revisión de la literatura enfocada en los principales autores y palabras clave que hacen referencia a procesos de producción, automatización y productividad. Este proyecto consiste en instalar, probar y poner en marcha un sistema automatizado de almacenamiento de canastas contenedoras de perfiles de aluminio en empresas del sector industrial en el departamento del Atlántico con el fin de aumentar la productividad y disminuir los tiempos de espera de material para las líneas de producción. El proyecto abarca la instalación de los muelles de entrada y salida de canastas que contienen perfiles de aluminio, las ubicaciones de la bodega, el sistema eléctrico y sistema de control. Como resultado final se espera evidenciar mejoras en los procesos de producción de las empresas, reduciendo el tiempo de respuesta en el canal de distribución de la materia prima hacia la zona operativa, mejores resultados en cuanto a la calidad de los productos ofrecidos por la empresa, reduciendo de esta forma las no conformidades de los clientes, recurso humano capacitado para la operación y mantenimiento del sistema y la reducción en los accidentes laborales por la manipulación de productos al momento de realizar cargues, descargues, traslados, entre otros movimientos. La aplicación de sistemas automatizados para la cadena de suministro en empresas industriales se convierte en un paso fundamental para promover el uso de tecnologías que incrementan productividad y hacen más competitivo una empresa.

Palabras clave: Automatización; productividad; producción; tecnología; industria.

© The author; licensee Universidad de la Costa - CUC.

BILO vol. 3. no. 1 Enero - Junio, 2021

Barranquilla. ISSN Online 2711-3280.

ABSTRACT

In this research, a review of the literature is carried out focused on the main authors and keywords that refer to production processes, automation and productivity. This project consists of installing, testing and starting up an automated storage system for aluminum profiles container baskets in companies of the industrial sector in the department of Atlántico in order to increase productivity and reduce waiting times for materials for the production lines. The project includes the installation of the entry and exit docks for baskets containing aluminum profiles, the locations of the warehouse, the electrical system and the control system. As a final result, it is expected to show improvements in the production processes of the companies, reducing the response time in the distribution channel of the raw material to the operating area, better results in terms of the quality of the products offered by the company, reducing in this way the non-conformities of the clients, trained human resources for the operation and maintenance of the system and the reduction in labor accidents due to the handling of products when loading, unloading, transfers, among other movements. The application of automated systems for the supply chain in industrial companies becomes a fundamental step to promote the use of technologies that increase productivity and make a company more competitive.

Keywords: Automation; productivity; production; technology; industry.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las organizaciones empresariales de gran tamaño demandan necesidades competitivas de alto nivel, lo que implica el uso de la tecnología como el aliado para la optimización de procesos productivos con el fin de satisfacer todas las expectativas que un cliente tiene a la hora de solicitar un requerimiento. La automatización en la industria surge como la necesidad de aprovechar al máximo la capacidad de una máquina para llevar a cabo tareas que normalmente son ejecutadas por el recurso humano de una empresa; esto permite controlar secuencia de operaciones o procesos y ejecutarlos en el menor tiempo posible sin errores [1]. Al poner en marcha un proyecto de automatización, obliga a considerar inversión en montos considerables de recursos económicos, materiales, recursos humanos y tecnológicos. Esto implica que muchos proveedores estarán en la capacidad de satisfacer las necesidades particulares de la instalación.

Por otra parte, la globalización y apertura de nuevos mercados demandan cambios estructurales en donde el almacenamiento, como parte del proceso logístico de una compañía, juega un papel muy importante. A demás de la calidad del producto, el cliente evaluará su disponibilidad en tiempo y forma [2], es donde se hace necesario ser eficiente en los procesos de producción para mantener un nivel competitivo y destacar sobre empresas que ofrecen el mismo servicio. Por ende, las actividades logísticas son el motor para nuevas inversiones en infraestructura, tecnología y automatización. Estos trabajos previos propiciaron investigaciones que llevaron al desarrollo de diferentes tecnologías de almacenamiento de materia prima a nivel mundial, principalmente en aquellos lugares que cuentan con alto potencial de industrialización, dando origen a tecnología capaz de incrementar la productividad de una empresa en sus procesos de producción. Analizar la productividad de una organización requiere centrarse en los insumos y productos, con el fin de orientar todos los esfuerzos y el logro de objetivos estratégicos a encontrar la respuesta a algunos interrogantes relacionados con los factores productivos de mayor incidencia en el desempeño organizacional, indicadores de productividad y la relación de estos con el sector financiero [3]. La instalación y uso de las tecnologías para automatizar procesos, tales como maquinaria para el almacenamiento efectivo y distribución de materia prima hacia las líneas de producción de una empresa, tienen asociados unos impactos ambientales, sociales y económicos que se deben evaluar con el fin de tomar decisiones tales como el lugar de ubicación del proyecto, el tamaño de la instalación, entre otros.

II. METODOLOGÍA

La investigación tiene un alcance exploratorio y descriptivo, puesto que este estudio está orientado a examinar un tema que ha sido poco estudiado anteriormente, se tienen muchas dudas y no ha sido abordado antes. Este estudio permitirá obtener información para llevar a cabo una investigación completa, identificar la problemática y las variables primordiales que intervienen en el contexto. Al mismo tiempo, se considera un alcance descriptivo ya que este estudio permitirá recoger información sobre los conceptos y variables que intervienen, destacando que el principal objetivo es describir el sector industrial en términos de productividad, tecnología e innovación en sus procesos. Se realizó una recopilación de información consultada en las bases de datos de la Universidad de la costa, páginas web de interés, documentos inherentes a temas de innovación, productividad, automatización y producción, revistas y publicaciones nacionales e internacionales

cuyos ejes temáticos hacían referencia a desarrollos tecnológicos, montajes de sistemas y mecanismos automatizados para mejorar procesos dentro de una organización, configuración de la instalación y planes de entrenamiento en operación y mantenimiento.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

Las tecnologías de automatización aplicadas a los procesos industriales son consideradas una fuerza que impulsa a un conjunto de actividades orientadas al desarrollo social, económico y tecnológico de un país. La gran mayoría de empresas del sector industrial en el departamento del Atlántico demandan procesos de producción eficientes con el propósito de ser más competitivos en el sector que se desempeñen y de atrapar esas oportunidades de negocios que incrementan rentabilidad e ingresos a una compañía. La automatización se ha convertido en un recurso que está a disposición del hombre para incrementar la capacidad de respuesta en menores tiempos de espera de material para el suministro hacia las líneas de producción, tanto así, que se puede afirmar que las empresas modernas difícilmente funcionarían sin ella. Los consumidores no se han puesto en la tarea de analizar cómo la implementación de tecnologías de automatización en empresas influye directamente en la calidad del producto. Sin embargo, se ha incrementado durante la última década algunos temas sobre industria 4.0, innovación, calidad, optimización de procesos, sostenibilidad y manufactura a través de sistemas automatizados. Con el fin de tener efectos significativamente positivos en la productividad de las empresas del sector industrial, optando por nuevas tecnologías de automatización en equipos y máquinas, se enfoca este proyecto a evitar retrasos en la producción, evitar no conformidades en la calidad de los procesos, mostrar resultados eficientes y ser más competitivos. Estos factores se convierten en la respuesta a la pregunta problema de esta investigación; la cual consiste en: ¿Cuál es la estrategia ideal para mejorar la productividad y tiempo de espera de material en los procesos de producción en empresas del sector industrial en el departamento del Atlántico? Por tanto, este proyecto también busca enlazar estas temáticas en utilizar esta implementación para posteriormente generar el conocimiento pertinente al tema y de esta manera reproducirlo por medio de entrenamientos en las empresas donde sea utilizada este tipo de tecnología. El proyecto es viable desde el punto de vista de la innovación en Colombia, el hecho de implementar un sistema de esta tecnología y capacidad, lo que a su vez genera nuevas aptitudes en los operarios y técnicos de mantenimiento que estarán a cargo de la operación del sistema. Además, se intentará comprobar que la implementación del sistema ayuda a incrementar la productividad de las empresas, reduciendo los tiempos de procesamiento de materia prima. Este proyecto se considera factible, ya que la entidad patrocinadora cuenta con los recursos financieros necesarios para su implementación. También, se cuenta con el recurso humano esencial para desarrollar todas las actividades que garantizarán la culminación exitosa de la instalación y puesta en marcha del sistema. La importancia de la automatización en los procesos industriales a nivel mundial ha crecido exponencialmente durante la última década. Estos procesos ayudan a mejorar la calidad de los productos, implementar planes de mejora continua en seguridad de y disponibilidad de material en las plantas de producción, ayuda a organizar y utilizar de manera eficiente los recursos y reducir en lo posible las emisiones de gases contaminantes hacia el medio ambiente [4].

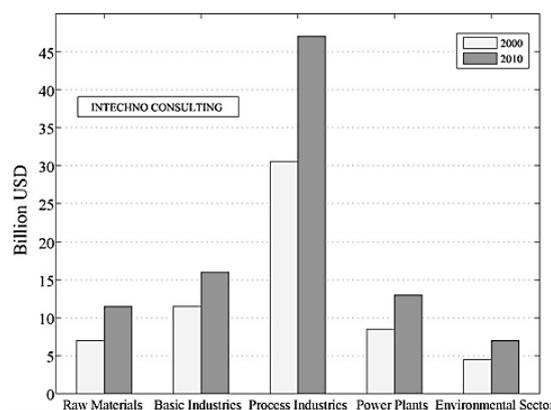


Fig. 1 Demanda en el mercado de procesos de automatización entre el año 2000 – 2010.

Datos en billones de dólares. Tomado de [4]

Se puede observar en la **Fig. 1**, el sector que más ingresos ha generado a través de la automatización es el sector de los procesos industriales, lo que nos introduce en la idea de que la automatización cumple un papel clave en la industria.

Los documentos revisados en la literatura nacional e internacional a lo largo de esta investigación abarcan la importancia de los sistemas automatizados en la industria, tratando por separado los temas de equipos automatizados, mejora continua de procesos, innovación, almacenamiento de materia prima y productividad.

Autores como Camiña et al., [5] examinaron el vínculo entre las tecnologías de automatización, productividad y empleo en empresas del sector industrial en España, como resultado concluyen en su análisis que el uso de tecnologías de automatización en este tipo de empresas predicen resultados favorables en ventas, valor agregado, exportaciones e innovación. Otra de sus conclusiones es que los sistemas de producción automatizados impulsan la productividad de las empresas a largo plazo.

Por otra parte, Roy et al., [6] presentaron un modelo analítico con el fin de estimar el rendimiento de los sistemas automatizados para la preparación de pedidos en estantes móviles automatizados con el fin de aumentar la productividad en entrega y disminuir tiempos de respuesta, como resultado obtuvieron que el tiempo de producción en la preparación de pedidos se logra reducir hasta en un tercio de su valor inicial.

Esto fue posible al utilizar un grupo de robots programados para la organización eficiente y el despacho; como impacto negativo se obtuvo que los tiempos de re abastecimiento se aumentó hasta tres veces su valor nominal, debido a la congestión de las zonas en donde se encontraban los robots trabajando en preparar pedidos; esto impedía reabastecer los estantes.

En el contexto nacional, se puede destacar el trabajo de Busom y Vélez [7] cuyo esfuerzo fue orientado a proponer una metodología analítica para estimar productividad teniendo en cuenta el potencial de innovación en la industria manufacturera de Colombia, como resultado, analizaron que abordar y mitigar las falencias en innovación en las empresas del sector manufactura ayudaría notablemente a aumentar su productividad en servicios de calidad de productos ofrecidos.

Las tecnologías de automatización se han convertido en el complemento ideal para los sistemas de logística modernos, trabajos como el de Olivos et al., [2] se enfocaron en el diseño de un modelo conceptual de logística como solución para todas las variables que intervienen en el proceso de la cadena de abastecimiento, realizando un análisis en pequeñas y medianas empresas de México.

Como resultado, estas empresas lograron mejorar su desempeño logístico en la cadena de suministro, al mejorar competitividad y capacidad de enfrentar retos en mercados nacionales e internacionales. Estos trabajos previos propiciaron muchas investigaciones que llevaron al desarrollo de diferentes tecnologías de automatización a nivel mundial, principalmente en aquellos lugares que cuentan con alto potencial de innovación, ver **Tabla 1**.

N°	TÍTULO ORIGINAL	AUTORES	MÉTODO	HALLAZGOS
1	Automation technologies: Long-term effects for Spanish industrial firms	Camiña et al., 2020 [5]	Este documento examina el vínculo entre las tecnologías de automatización, productividad y el empleo a largo plazo, utilizando un análisis de datos para 5511 empresas industriales españolas.	El uso de tecnologías de automatización predice en las empresas algunos resultados favorables en ventas, valor agregado, exportaciones e innovación. La robótica y los sistemas de producción impulsan la productividad a largo plazo, el uso de robots industriales es considerado un factor que reduce la mano de obra y capital humano
2	Robot-storage zone assignment strategies in mobile fulfillment systems	Roy et al., 2019 [6]	En este documento se presenta un modelo analítico para estimar el rendimiento de los sistemas automatizados para la preparación de pedidos en estantes móviles con el fin de aumentar la productividad y disminuir los tiempos de repuesta	El tiempo de producción para la preparación de un pedido se reduce hasta un tercio de su valor inicial luego de utilizar un grupo de robots programados para la organización eficiente y despacho, sin embargo, el tiempo de reabastecimiento se aumenta hasta tres veces debido a la congestión de las zonas en donde se encuentran los robots trabajando en preparar pedidos; esto impide lograr reabastecer los estantes.
3	Aging, automation, and productivity in Korea	Park, Shin y Kikkawa, 2021 [8]	Este documento examina el impacto del envejecimiento de la población en la república de Corea sobre la productividad laboral, también evalúa el efecto de los robots o sistemas automatizados estableciendo una relación entre el envejecimiento y la productividad.	El envejecimiento se asocia negativamente con la productividad laboral y la tecnología robótica mitiga el efecto negativo del envejecimiento en crecimiento de la productividad
4	Metodología para realizar una automatización utilizando PLC	Berumen et al., 2005 [1]	Se propone una metodología para generar automatización de una manera sencilla con ayuda de los PLC con el fin de incrementar la productividad de los sistemas empleados en una compañía	La metodología propuesta satisface las necesidades mínimas del sistema accionado por PLC. Los sistemas automatizados se caracterizan por su complejidad y diversificación, la metodología planteada proporciona herramientas sencillas y útiles para llevar a cabo procesos de automatización en la industria

5	Modelo de Gestión Logística Para Pequeñas y Medianas Empresas En México	Olivos et al., 2015 [2]	Este trabajo presenta el diseño de un modelo conceptual de logística como solución para todas las variables que intervienen en un proceso logístico realizando un análisis factorial para pequeñas y medianas empresas en México	Al tomar este modelo de referencia las pequeñas y medianas empresas en México lograron mejorar su desempeño logístico en la cadena de suministro, a su vez, mejoraron competitividad y capacidad de enfrentar retos en mercados nacionales e internacionales
6	Robotic assisted milling for increased productivity	Ozturk et al., 2018 [9]	Este artículo presenta los diferentes métodos para sujeción de robots para fresado y su impacto en la respuesta estática y dinámica del proceso.	Se concluye que el fresado asistido por robot puede mejorar considerablemente la productividad de los procesos de fresado de paredes delgadas al disminuir los errores de forma y la rugosidad en las superficies fresadas resultantes. En los resultados de la prueba presentados, el error de forma máximo se redujo en un 37% y 68% y la rugosidad superficial máxima de la pieza se redujo en un 75%. Se espera que los beneficios sean aún mayores para piezas de trabajo más delgadas.
7	An Innovative Robotics Stowing Strategy For Inventory Replenishment In Automated Storage And Retrieval System	Chong et al., 2018 [10]	Este documento presenta un enfoque para almacenamiento robótico eficiente de artículos para reposición de inventario en un sistema de almacenamiento.	Durante el Amazon Robotics Challenge 2017, esta solución también se ha desplegado en la competición de apilamiento como el desafío final (primera fase), y fue capaz de producir una alta tasa de reconocimiento para ambas rondas. Esto ha permitido al equipo lograr un segundo lugar en el desafío de apilamiento y un tercer lugar en el desafío final.
8	Control of Industrial Automation	Chadeev y Aristova, 2017 [11]	Se discute la teoría de control de la automatización independiente a los tipos de operaciones tecnológicas, un modelo invariante y la frontera de capacidades de automatización. Se analiza la conexión entre el coste de un robot y la automatización de la producción.	Una técnica para la descripción formal de un proceso arbitrario tecnológico, incluyendo producción manual y automatizada. Además, se desarrolla un algoritmo para calcular el costo del producto en función del grado de automatización.

9	Dynamically Integrating Manufacturing Automation with Logistics	Harrison, 2019 [12]	En el contexto de tareas de ensamble, explora el uso de almacenamiento distribuido y sistemas de kits localizados dentro del marco de Industria 4.0 en para reducir las actividades que no agregan valor dentro de procesos, de modo que la variedad y los volúmenes del producto cambian dinámicamente mientras se mantiene la eficiencia.	Están surgiendo configuraciones de sistemas de producción que integran dinámicamente el montaje con la entrega de piezas con el potencial para reducir significativamente la falta de actividades sin valor agregado.
10	Performance Analysis of Autonomous Vehicle Storage and Retrieval Systems Depending on Storage Management Policies	Kaczmarek et al., 2014 [13]	Este artículo trata sobre la influencia de las políticas de gestión de almacenamiento sobre el rendimiento de sistemas de almacenamiento de vehículo autónomo y sistemas de recuperación (AVS / RS).	La conclusión es que grandes efectos en el desempeño Se pueden lograr mediante el control inteligente de AVS / RS sin cambiar la configuración física.

Tabla 1. Revisión de la literatura internacional. Fuente: Elaboración propia.

Se ha intentado encauzar al país de Colombia con ayuda de proyectos enfocados en las necesidades económicas, organización eficiente de recursos, desarrollo y mejoramiento de la calidad de sitios industriales en todo el territorio a través de la adquisición de tecnologías de automatización, es por ello que Arias et al., [14] implementaron un tipo de esta tecnología en los procesos de una compañía colombiana para realizar actividades repetitivas y manuales, ahorrando tiempo y asistencia del recurso humano. Como resultado, obtuvieron el beneficio de reducir tiempos de entrega y número de recursos humanos invertidos en tareas altamente repetitivas, confiabilidad y calidad en el servicio, lo que se tradujo en tiempos de respuesta óptimos a las solicitudes presentadas por los clientes. Mariño [15] expone los beneficios que trae la implementación de la automatización en la industria manufacturera, realizando un análisis comparativo de los procesos de manufactura en Colombia, proponiendo tendencias actuales de la industria y sugerencias factibles para su aplicación en estos procesos con el fin de mejorar la economía colombiana, dado que existen bajos niveles de inversión y desarrollo en las empresas del país, destacando la importancia de la maquinaria y equipos como principal fuente de innovación. En la **Tabla 2** se puede observar de manera resumida algunos de los trabajos investigativos realizados por autores en el territorio nacional, destacando el proceso de diseño de un vehículo guiado autónomo de Meneses et al., [16] que realiza tareas de ubicación y recolección automática de libros en un ambiente de pruebas bajo condiciones controladas, este vehículo permitió el transporte y manipulación de inventario a través de la integración de sistemas electrónicos, control y comunicaciones. Algo similar al objeto de esta investigación, que consiste en aumentar la productividad en empresas industriales a través de la implementación de un sistema automatizado que permite almacenar perfiles de aluminio en canastas manipuladas por un robot que ayuda a ubicarlas estratégicamente y a movilizarlas hacia las líneas de producción, reduciendo así, los tiempos de respuesta para el suministro de materia prima y garantizando la satisfacción de los clientes con tiempos de entrega óptimos.

N°	TITULO ORIGINAL	AUTORES	MÉTODO	HALLAZGOS
1	A robust design for a Colombian dairy cooperative's milk storage and refrigeration logistics system using binary programming	Tordecilla et al., 2017 [17]	Este artículo propone un modelo teórico para caracterizar la relación entre la complejidad y costo de un sistema logístico automatizado para el almacenamiento y refrigeración de productos lácteos	El modelo empleado fue programación binaria, como resultado se obtuvo el número de tanques necesarios para almacenar y distribuir productos lácteos, concluyendo que 8 tanques de almacenamiento tuvieron un costo asociado para temporadas de baja oferta y alta oferta.
2	Innovation, Public Support, and Productivity in Colombia. A Cross-industry Comparison	Busom et al., 2017 [7]	Se propone una metodología analítica para estimar la productividad, teniendo en cuenta el potencial de innovación en la industria manufacturera de Colombia.	Se concluye que abordar los factores de deficiencia en innovación en las empresas del sector manufactura en Colombia ayudará notablemente a aumentar su productividad en servicios y calidad de productos ofrecidos
3	RPA Implementation for automation of management process of personal in Compañía Nacional de Empaques S.A.	Arias et al., 2020 [14]	En este trabajo se implementa una tecnología de automatización robótica en los procesos en una compañía colombiana para actividades repetitivas y manuales, ahorrando tiempos y asistencia del recurso humano	El beneficio obtenido al implementar este sistema es la reducción de tiempos y número de recursos humanos invertidos en tareas altamente repetitivas, confiabilidad, calidad en el servicio y mejor tiempo de respuesta a las solicitudes presentadas por los clientes
4	Analysis and Diagnostic of Colombian Automated Manufacturing Production	Mariño 2020 [15]	los beneficios de la implementación de la automatización en la industria manufacturera se exponen desde varios ángulos, lo que facilita la comprensión de su implementación. Además, se realiza un análisis comparativo con respecto a los procesos de manufactura implementados en Colombia y se proponen las tendencias actuales de la industria y sugerencias factibles para su aplicación a los procedimientos de manufactura con el fin de mejorar la economía colombiana.	La industria manufacturera en Colombia necesita establecer un eje central para el cumplimiento de sus objetivos, identificando parámetros que beneficien el uso de ecosistemas de tecnología emergente, dado que aún existen bajos niveles de inversión y desarrollo en las empresas del país, importancia de la maquinaria y equipos como principal fuente de innovación.
5	Diseño de un plan de mejoramiento para minimizar los tiempos Muertos en el proceso de cargue de una empresa de carpintería Metálica	Silvera y Vásquez 2019 [18]	En este trabajo, se empleó un sistema de muestreo de métodos y tiempos para obtener un diagnóstico preliminar del proceso de cargue en una empresa de carpintería metálica para toma de decisiones	Se identificaron actividades que afectaban directamente la operación, pero que no podían intervenir debido a que son labores inherentes al proceso que deben realizarse de la misma forma, para poder alcanzar el objetivo, así mismo, se identificaron actividades susceptibles de ser intervenidas y plantearse mejoras con el fin de minimizar los tiempos muertos que retrasan la operación.
6	Identificación de brechas tecnológicas en automatización industrial de las empresas del sector	Ovalle et al., 1969 [19]	En esta investigación cuantitativa de tipo descriptivo, se identificaron brechas tecnológicas en automatización industrial de	Las brechas más importantes se detectaron en la gestión logística que comprende las operaciones de abastecimiento de materiales, almacenamiento y despacho. Se identificaron falencias en la gestión tecnológica, en

	Metalmecánico de Caldas, Colombia		las empresas del sector metalmecánico de Caldas. Abarcó la evaluación de los niveles de automatización y un análisis de las palancas de fabricación.	aspectos claves como la identificación y el seguimiento de nuevas tecnologías y los planes tecnológicos. El mejoramiento de la gestión tecnológica en las organizaciones, favorece al cierre de las brechas tecnológicas detectadas.
7	Prototipo de vehículo de guiado autónomo para sistema De almacenamiento y recuperación automático de libros	Meneses et al., 2014 [16]	Se expone el proceso de diseño e implementación de un prototipo de vehículo de guiado autónomo (AGV por sus siglas en inglés) que debe realizar tareas de ubicación/recolección automática de libros en un ambiente de pruebas bajo condiciones controladas.	Se desarrolló un prototipo de vehículo de guiado autónomo que junta elementos mecánicos y electrónicos. Se procede a verificar las capacidades de manipulación y transporte de inventario de este ensamble mecatrónico, para esto se avanza en la integración de los sistemas de procesamiento, control y comunicaciones.
8	Diseño de un sistema de almacenamiento y control de inventarios basado en el sistema ABC aplicado en la empresa gestión directa	León y Pimienta 2015 [20]	La metodología para este proyecto fue la utilización de diferentes técnicas de recolección y análisis de datos tales como el tipo de investigación y la fuente de documentación	La técnica de recolección de información fue muy útil para el desarrollo del sistema de almacenamiento y control de inventarios.
9	Diseño del sistema de almacenamiento y manejo de producto terminado en la fábrica de calzado Rómulo	Barragán y Bejarano 2013 [21]	El instrumento implementado permitirá la caracterización de proporciones de mejora en el almacenamiento de productos ejecutados de una compañía como objeto de estudio	Consiste en la implementación de un sistema de almacenamiento y manejo de insumos para productos en el área de bodega.

Tabla 2. Revisión de la literatura nacional. Fuente: Elaboración propia.

Desde entonces se ha producido un continuo avance en el área, hasta el punto que Silvera y Vásquez [18] emplearon un sistema de muestreo de métodos y tiempos para obtener un diagnóstico en los procesos de carga en una empresa de carpintería metálica para la fabricación de muebles, puertas, ventanas y otros tipos de accesorios. Como resultado, se identificaron las actividades que afectaban directamente la operación y lograron intervenirlas con el fin de plantear mejoras y minimizar tiempos muertos que retrasaban la operación. La implementación y puesta en marcha de sistemas con tecnologías automatizadas conocidas se convierte en un paso fundamental para fomentar la innovación en el sector industrial. El desarrollo de estas buenas prácticas es imprescindible para combatir los efectos causados por retrasos en la operación y disminución de productividad, por otro lado, promueve economías autosustentables gracias al aprovechamiento de los tiempos de respuesta para el suministro de material en las líneas de producción y satisfacción de los clientes. El departamento del Atlántico es una región con espacios adecuados para implementar este tipo de tecnología. Como proceso paralelo a la actualización bibliográfica se realiza un análisis de las palabras clave (**Fig. 2**) y los autores más citados en esta temática (**Fig. 3**), enfocando el propósito de la investigación a un conjunto de ideas, procedimientos, ilustraciones y teorías que permiten desarrollar al máximo éste trabajo.

IV. RESULTADOS

En la **Tabla 3** se muestran los resultados que se pretenden lograr con el presente estudio, sus indicadores y los principales beneficiarios.

RESULTADO ESPERADO	INDICADOR	BENEFICIARIO
Mejoras en los procesos de producción de la empresa reduciendo el tiempo de respuesta en el canal de distribución de la materia prima hacia la zona operativa.	Métricas de desempeño.	- Departamento operativo. - Departamento de logística. - Productividad general de la empresa.
Mejores resultados en cuanto a la calidad de los productos ofrecidos por la empresa, reduciendo de esta forma las no conformidades de los clientes.	Métricas establecidas en el plan de gestión de la calidad	- Departamento de calidad. - Departamento de ventas.
Recurso humano capacitado para la operación y mantenimiento del sistema.	- Capacitaciones. - Pruebas de operación y mantenimiento.	Personal operativo, de mantenimiento y jefes de área.
Reducción en los accidentes laborales por la manipulación de productos al momento de realizar cargues, descargues, traslados, etc.	Métricas SST para accidentes laborales.	- Recurso humano. - Departamento SST.

Tabla 3. Resultados esperados. Fuente: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

Queda claro que la realización de proyectos de esta índole son excelentes aportes al compromiso de cualquier país frente a la innovación y mejora continua de sus procesos. El uso de tecnologías de automatización alrededor del mundo tiene asociados unos impactos ambientales, sociales y económicos que se deben evaluar con el fin de tomar decisiones tales como el lugar de ubicación del proyecto, el tamaño de la instalación, entre otros resultados. La automatización industrial ofrece ventajas competitivas, asegurando su permanencia y prevalencia en el mercado, manteniendo excelencia en los procesos de producción, garantizando tiempos de respuesta rápidos y la disminución de riesgos a los trabajadores.

Los procesos de automatización implican capacitación al recurso humano para poder tener acceso a esta tecnología, con el propósito de identificar las oportunidades de mejora y los tipos de falla que se pueden presentar en la operación normal de un sistema a fines de garantizar su correcto funcionamiento.

La productividad está directamente asociada a eficiencia y tiempo, entre menos tiempo se invierte para lograr un resultado, mayor será la productividad del sistema que se está utilizando. La reducción de tiempos de respuesta es el principal beneficio que se puede obtener al realizar un mayor número de tareas repetitivas con menor esfuerzo, dando agilidad y flexibilidad a la hora de responder a los requerimientos del cliente.

VI. REFERENCIAS

- [1] A. G. Berumen, E. R. Ibarra, M. D. Kono, and B. M. Medina, "Metodología para realizar una automatización utilizando PLC," *Impuls. Rev. ELECTRÓNICA, ELÉCTRICA Y Sist. Comput.*, vol. 1, pp. 22–27, 2005.
- [2] P. C. Olivos, F. O. Carrasco, J. L. M. Flores, Y. M. Moreno, and G. L. Nava, "Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México," *Contaduría y Administración*, vol. 60, no. 1, pp. 181–203, 2015.
- [3] J. Morelos Gómez and M. Á. Nuñez Bottini, "Productividad de las empresas de la zona extractiva minera-energética y su incidencia en el desempeño financiero en Colombia," *Estudios Gerenciales*, vol. 33, no. 145, pp. 330–340, 2017.
- [4] S. L. Jämsä-Jounela, "Future trends in process automation," *Annu. Rev. Control*, vol. 31, no. 2, pp. 211–220, 2007.
- [5] E. Camiña, Á. Díaz-Chao, and J. Torrent-Sellens, "Automation technologies: Long-term effects for Spanish industrial firms," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 151, no. November 2019, p. 119828, 2020.
- [6] D. Roy, S. Nigam, R. de Koster, I. Adan, and J. Resing, "Robot-storage zone assignment strategies in mobile fulfillment systems," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 122, no. November 2018, pp. 119–142, 2019.
- [7] I. Busom and J. A. Vélez-Ospina, "Innovation, Public Support, and Productivity in Colombia. A Cross-industry Comparison," *World Dev.*, vol. 99, pp. 75–94, 2017.
- [8] C. Y. Park, K. Shin, and A. Kikkawa, "Aging, automation, and productivity in Korea," *J. Jpn. Int. Econ.*, vol. 59, p. 101109, 2021.
- [9] E. Ozturk, A. Barrios, C. Sun, S. Rajabi, and J. Munoa, "Robotic assisted milling for increased productivity," *CIRP Ann.*, vol. 67, no. 1, pp. 427–430, 2018.
- [10] Z. H. Chong *et al.*, "An Innovative Robotics Stowing Strategy for Inventory Replenishment in Automated Storage and Retrieval System," *2018 15th Int. Conf. Control. Autom. Robot. Vision, ICARCV 2018*, pp. 305–310, 2018.
- [11] V. M. Chadeev and N. I. Aristova, "Control of industrial automation," *Proc. 2017 10th Int. Conf. Manag. Large-Scale Syst. Dev. MLS D 2017*, pp. 1–5, 2017.
- [12] R. Harrison, "Dynamically Integrating Manufacturing Automation with Logistics," *IEEE Int. Conf. Emerg. Technol. Fact. Autom. ETFA*, vol. 2019-Septe, pp. 21–22, 2019.
- [13] S. Kaczmarek, J. Goldenstein, and M. Ten Hompel, "Performance analysis of autonomous vehicle storage and retrieval systems depending on storage management policies," *IEEE Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manag.*, vol. 2015-Janua, pp. 1424–1428, 2014.
- [14] J. A. E. Arias, J. A. B. Beltran, and S. Bedoya, "RPA Implementation for automation of management process of personal in Compañía Nacional de Empaques S.A. | Implementación RPA para la automatización de procesos de administración del personal en Compañía Nacional de Empaques S.A.," *Iber. Conf. Inf. Syst. Technol. Cist.*, vol. 2020-June, no. June, pp. 24–27, 2020.
- [15] K. S. Mariño Salas, "Analysis and Diagnostic of Colombian Automated Manufacturing Production Kevin Steve Mariño Salas Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Bogotá D.C., Colombia,"

J. Eng. Appl. Sci. 15 1322-1329, 2020.

- [16] G. Meneses Benavides, C. Velasquez Gómez, and R. Grisales Arboleda, “Prototipo De Vehículo De Guiado Autónomo Para Sistema De Almacenamiento Y Recuperación Automático De Libros,” *Rev. Investig. Univ. del Quindío*, vol. 25, no. 1, pp. 73–79, 2014.
- [17] R. Tordecilla-Madera, A. Polo, D. Muñoz, and L. González-Rodríguez, “A robust design for a Colombian dairy cooperative’s milk storage and refrigeration logistics system using binary programming,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 183, no. December 2014, pp. 710–720, 2017.
- [18] R. Á. Silvera and C. C. Vasquez, “DESIGN OF AN IMPROVEMENT PLAN TO MINIMIZE DOWNTIME IN THE CHARGING PROCESS OF A METAL CARPENTRY COMPANY,” no. 26, pp. 99–108, 2019.
- [19] A. M. Ovalle, O. L. Ocampo, and M. T. Acevedo, “Identificación de brechas tecnológicas en automatización industrial de las empresas del sector metalmecánico de Caldas, Colombia,” *Ing. Y Compet.*, vol. 15, no. 1, pp. 171–182, 1969.
- [20] C. León and O. Pimienta, “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y CONTROL DE INVENTARIOS BASADO EN EL SISTEMA ABC APLICADO EN LA EMPRESA GESTIÓN DIRECTA SAS,” *Univ. la costa CUC*, p. 6, 2015.
- [21] J. S. Barragán and J. M. Bejarano, “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE PRODUCTO TERMINADO EN LA FÁBRICA DE CALZADO RÓMULO,” *Univ. SAN BUENAVENTURA*, 2013.