

# **EL POTENCIAL DE LA TECNOLOGÍA RFID Y DE LOS TRANSELEVADORES EN LAS ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO DE UNA EMPRESA DEL SECTOR AUTOMOTRIZ**

*THE POTENTIAL OF RFID TECHNOLOGY AND STACKER CRANES  
IN WAREHOUSING ACTIVITIES OF A COMPANY IN THE  
AUTOMOTIVE SECTOR*

***Erick Nicolás Roque Romero***

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*m2003016@itcelaya.edu.mx*

***Vicente Figueroa Fernández***

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*vicente.figueroa@itcelaya.edu.mx*

***Salvador Hernández González***

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*salvador.hernandez@itcelaya.edu.mx*

***Israel de la Cruz Madrigal***

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*Israel.delacruz@itcelaya.edu.mx*

**Recepción:** 29/mayo/2021

**Aceptación:** 24/junio/2021

## **Resumen**

En la presente investigación se determinó el potencial de la tecnología RFID y de los transelevadores en las actividades de almacenamiento de una empresa del sector automotriz. La recolección de datos se realizó por medio de entrevistas semiestructuradas al encargado de la logística y a sus subordinados, observaciones realizadas en el área de estudio, reportes y procedimientos documentados. Los resultados de este estudio indican que la adopción de transelevadores y de la tecnología RFID en las actividades de almacenamiento de una empresa del sector automotriz genera diversos beneficios como: ahorro de tiempo, aumento de precisión en el intercambio de información, disminución en la probabilidad de errores a causa de la gestión manual, disminución en la probabilidad de accidentes en la

zona de almacenamiento y un mejoramiento en la visibilidad de los materiales dentro de la planta.

**Palabras Clave:** RFID, transelevadores, empresa automotriz.

## **Abstract**

*In the present investigation, the potential of RFID technology and stacker cranes in the storage activities of a company in the automotive sector was determined. Data collection was carried out through semi-structured interviews with the person in charge of logistics and his subordinates, observations made in the study area, reports and documented procedures. The results of this study indicate that the adoption of stacker cranes and RFID technology in the warehousing activities of a company in the automotive sector generates various benefits such as: time savings, increased precision in the exchange of information, decreased probability of errors due to manual management, a decrease in the probability of accidents in the storage area and an improvement in the visibility of materials within the plant.*

**Keywords:** RFID, stacker cranes, automotive company.

## **1. Introducción**

El gran aumento de las tecnologías ha provocado cambios en la manera en que los clientes adquieren sus artículos y en cómo las empresas desarrollan algunas de sus actividades [Mahroof, 2019]. Las empresas han estado apostando por diferentes tecnologías que propician un mejor entendimiento de los procesos y operaciones. Algunas de estas tecnologías son los identificadores por radiofrecuencia (RFID), códigos de barras, sistemas de posicionamiento global, etcétera [Joyanes Aguilar, 2017].

La automatización trae consigo diversas ventajas, pero para llevarla a cabo se debe realizar un análisis muy detallado de los procesos, con el cual se pueda determinar el nivel de automatización que requiere el sistema. Con la automatización se pueden tener beneficios como: una reducción en los costos de operación, reducción en los porcentajes de error, aumento en la eficiencia de los procesos, etc. [Romero Anturi, 2014].

Con relación a los almacenes, [Romero Anturi, 2014] comenta que las tendencias logísticas están guiadas a la automatización de procesos.

Algunos de los objetivos de implementar procesos automatizados en los almacenes son:

- Minimizar el error humano.
- Tener un control en la gestión de inventarios.
- Optimizar los tiempos de atención.
- Crear una ventaja competitiva en la empresa.

### **Tecnología RFID**

RFID son las siglas en inglés de identificación por radio frecuencia. Se puede definir a un RFID de manera simple como el proceso y la infraestructura física por la cual un único identificador, dentro de un protocolo previamente definido, se transfiere de un dispositivo hasta un lector por medio de ondas de radiofrecuencia [Banks, Pachano, Hanny, & Thompson, 2007]. Por otra parte, [Chow, Choy, Lee, & Lau, 2006] definen a los identificadores por radiofrecuencia de forma breve como “concepto de tecnología genérica que se refiere al uso de ondas de radio para identificar objetos”. La identificación por radiofrecuencia puede ser empleada para detectar un contenedor o lo que lleva en su interior mientras transita por la planta. Los chips RFID pueden ser de dos tipos; activos o pasivos. Los chips activos emiten constantemente ondas de radio para ubicar el producto en un almacén y hacen uso de receptores que se ubican por todo el inmueble. Por otro lado, los chips pasivos solo emiten respuesta cuando perciben un estímulo electrónico al pasar el producto por una puerta de escasas dimensiones que cuenta con escáneres incorporados [Bowersox, Closs, & Cooper, 2007].

Según [Banks, Pachano, Hanny, & Thompson, 2007] el sistema más simple del RFID cuenta con tres partes principales: una etiqueta RFID, un lector RFID y un protocolo predefinido para la información transferida. [Banks, Pachano, Hanny, & Thompson, 2007] definen a los componentes del sistema RFID como:

- Etiqueta. La etiqueta está formada por dos elementos principales y un componente que es opcional; un circuito integrado, una antena y una memoria.

- **Lectores.** Los lectores son componentes electrónicos que emiten o perciben las ondas de radiofrecuencia utilizadas para establecer comunicación con las etiquetas. Los lectores cuentan con dos elementos esenciales; una antena y un circuito integrado.
- **Circuito integrado del lector.** El circuito integrado del lector se comunica con la etiqueta procesando la información requerida. También hace uso de su transpondedor para gestionar la comunicación de radiofrecuencia con las etiquetas.

### **Transelevadores**

Los transelevadores son equipos de manutención que pueden realizar de forma sincrónica movimientos de translación y elevación para colocarse a la altura del alvéolo para efectuar las actividades de apilado o recuperación del pallet almacenado [Anaya Tejero, 2015].

Un transelevador está formado por una columna automotriz que se mueve por el pasillo central. La columna sostiene una plataforma que puede deslizarse de forma vertical sobre dos ejes rectificadas, por medio de cojinetes de bolas. Los movimientos del transelevador y la plataforma son sincrónicos. La situación de los dos frente a los cajones se genera mediante detectores de proximidad. El transelevador extrae o introduce los cajones a la derecha o a la izquierda en la estructura, y los coloca o toma indistintamente en los puntos de trabajo [Pau i Cos & de Navascués y Gasea, 2001].

Algunas compañías como Mecalux comercializan tres tipos de transelevadores:

- Los transelevadores para tarimas están diseñados para operar de forma automática, pueden alcanzar los 40 metros de alto y funcionar en pasillos de 1.5 metros de ancho [Mecalux, 2020].
- Los transelevadores trilaterales automáticos funcionan de la siguiente manera: el transelevador traslada las paletas hasta los extremos del pasillo colocando la carga, ya sea en posición frontal o en otras dos posiciones laterales sobre repisas o sobre un transporte automático [Mecalux, 2020].

- Los transelevadores para cajas representan un sistema que está formado por un pasillo en el centro, por el que se mueve un transelevador y dos racks situados a cada lado para poder efectuar el almacenamiento de cajas [Mecalux, 2020].

## **Perfil de la empresa**

Esta investigación consiste en determinar el potencial de la tecnología RFID y de los transelevadores en las actividades de almacenamiento de una empresa del sector automotriz; a la cual llamaremos “Firma A”. Esta empresa se dedica a la manufactura de componentes automotrices y su producto principal es la flecha de velocidad constante. La Firma A cuenta con un almacén de materia prima (almacén sur) y un almacén de producto terminado (almacén norte).

El estudio se hará en el almacén de materia prima de la firma A. Este almacén está distribuido por racks y las actividades de almacenamiento y recuperación se llevan a cabo por medio de montacargas.

La Firma A utiliza la tecnología de código de barras para hacer el registro e identificación de su inventario y cuenta principalmente con 2 sistemas informáticos de negocios: iFIX y MFG/PRO.

Para el desarrollo de esta investigación se empleará la metodología propuesta por [Lefebvre, Lefebvre, Bendavid, Fosso Wamba, & Boeck, 2005] y utilizada por [Fosso Wamba, Ramírez, Lefebvre, & Lefebvre, 2006], [Bendavid, Castro, Lefebvre, & Lefebvre, 2006] y [Fosso Wamba, Lefebvre, Bendavid, & Lefebvre, 2008]).

## **2. Métodos**

El desarrollo de este artículo está basado en la metodología presentada en la tabla 1. Esta metodología es una adaptación de la presentada por [Lefebvre, Lefebvre, Bendavid, Fosso Wamba, & Boeck, 2005]. En esta adaptación se realizarán las 2 primeras fases y se analizará el potencial de la tecnología RFID y de los transelevadores en las diferentes actividades del centro de almacenamiento de una empresa del ramo automotriz.

Tabla 1 Metodología para analizar el potencial de RFID y de transelevadores.

Fases	Etapas	Objetivo
Fase 1. Búsqueda de oportunidades	1	Determinar la motivación principal para implementar transelevadores y la tecnología RFID.
	2	Analizar la cadena de valor del producto.
	3	Identificar las actividades críticas en la cadena de valor del producto.
	4	Mapear los procesos intraorganizacionales, tal como son realizados actualmente.
Fase 2. Construcción de escenarios	5	Evaluar las oportunidades de los transelevadores y de la tecnología RFID en la cadena de valor del producto.
	6	Evaluar y mapear las posibles aplicaciones de los transelevadores y de la tecnología RFID.

Fuente: [Lefebvre, Lefebvre, Bendavid, Fosso Wamba, & Boeck, 2005].

### Recolección de datos

La recolección de datos se realizará por medio de entrevistas semiestructuradas al encargado de la logística y a sus subordinados, observaciones realizadas en el área de estudio, reportes y procedimientos documentados en la Firma A. Estas entrevistas permitirán una mejor comprensión de la empresa, su red comercial, y la motivación principal para adoptar la tecnología RFID y los transelevadores (fase 1). Además, la información obtenida por medio de las entrevistas semiestructuradas ayudará a desarrollar los diversos escenarios de negocios integrando la tecnología RFID y transelevadores (fase 2).

### Desarrollo de la metodología

La metodología de la tabla 1 fue adaptada para que se contemple el análisis del potencial de la tecnología RFID al igual que de los transelevadores. La fase 1 de la metodología comprende cuatro etapas. La primera etapa implica entender las razones principales para considerar el uso de transelevadores y de la tecnología RFID. La segunda etapa consiste en seleccionar un producto específico para realizar el análisis de las actividades asociadas a ese producto. En la tercera etapa se deben identificar las actividades que son críticas dentro de la cadena de valor del producto. La etapa cuatro consiste en el mapeo de procesos de todas las zonas donde se identificaron futuras oportunidades. La fase 2 de la metodología abarca las etapas 5 y 6. La etapa cinco consiste en realizar una evaluación de las

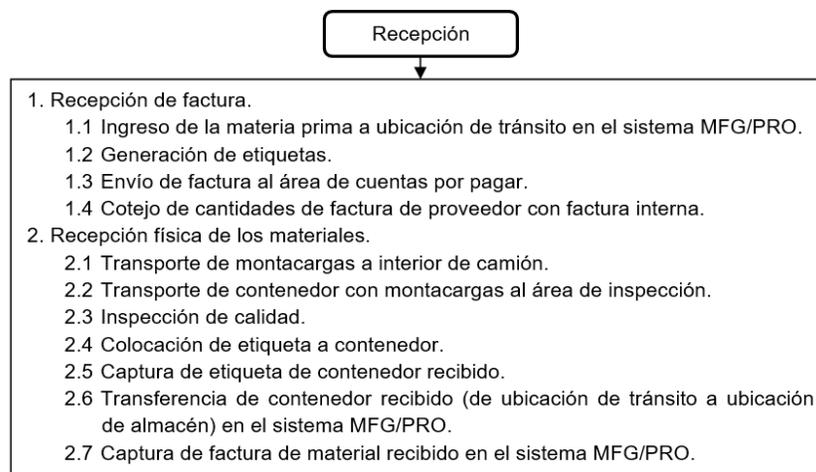
oportunidades de los transelevadores y de la tecnología RFID respecto al producto escogido en todas sus presentaciones: unidad, caja o carga completa y a las actividades específicas de la cadena de valor del producto. La etapa seis implica determinar cómo podrían llevarse a cabo las actividades de almacenamiento usando transelevadores y la tecnología RFID.

### 3. Resultados

La etapa 1 se llevó a cabo determinando las motivaciones que la Firma A tiene para implementar la tecnología RFID y transelevadores. La Firma A tiene como motivación principal agilizar el proceso de transferencia de inventario entre ubicaciones, disminuir los errores a causa de la gestión manual y contar con los materiales necesarios en tiempo y forma.

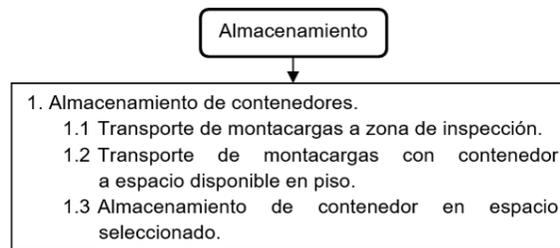
Para realizar las etapas 2 y 3 se observó el proceso que sigue un contenedor con el producto que la Firma A llama “forja”. El proceso que se analizó comprende las operaciones de recepción, almacenamiento, selección y envío.

La etapa 4 representa el escenario actual en que se ejecutan las operaciones de recepción, almacenamiento, selección y envío en el almacén sur de la Firma A. Cada una de estas operaciones fue validada con las personas encargadas. Las operaciones se representan en las figuras 1 a 4, respectivamente.



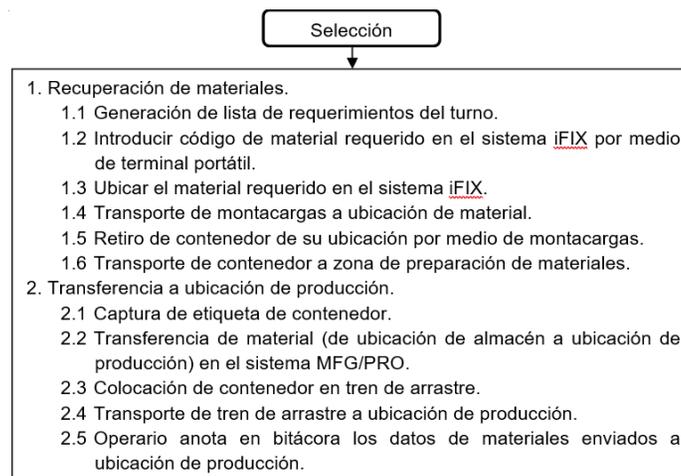
*Fuente: Elaboración propia.*

Figura 1 Proceso actual de recepción.



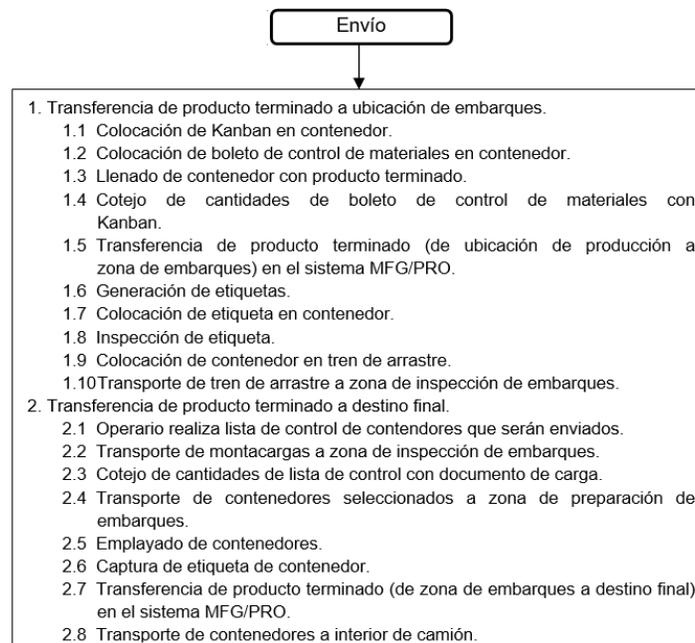
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 Proceso actual de almacenamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3 Proceso actual de selección.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4 Proceso actual de envío.

En el escenario actual de la Firma A, se puede observar la relevancia que tiene la gestión manual, principalmente en las actividades de identificación y transferencias de materiales entre ubicaciones. Para explicar lo anterior es necesario situarse en las actividades 2.5 y 2.6 de la figura 1, que consisten en capturar el código de barras y en hacer la transferencia en el sistema, respectivamente. Estas 2 actividades son solo un ejemplo de la intervención humana que puede desencadenar una serie de errores, y a su vez, estos errores se pueden traducir en retrasos en el surtimiento a las líneas de producción, retrasos en los envíos al cliente y en otros diversos retrasos a consecuencia de no haber realizado de forma correcta la transferencia de materiales en el sistema MFG/PRO.

En la etapa 5 se determinó el alcance que la Firma A espera de los transelevadores y de la tecnología RFID en su almacén sur. En esta etapa la Firma A manifestó la necesidad de tener un seguimiento certero de los materiales al realizar las transferencias entre ubicaciones. Además, es importante para la Firma A que la adopción de nuevas tecnologías se lleve a cabo con solo los cambios necesarios. La etapa 6 es de gran importancia ya que en ella se debe dar respuesta a preguntas como:

- ¿Qué actividades del escenario actual deberán ser reemplazadas u omitidas con el uso de la tecnología RFID y de transelevadores?
- ¿Qué impacto tendrá el uso de transelevadores y de la tecnología RFID en los sistemas informáticos de negocios?
- ¿En qué zona del producto irá ubicada la etiqueta RFID?

En base a las respuestas de las anteriores interrogantes se puede construir un escenario futuro donde se haga uso de transelevadores y de la tecnología RFID para realizar las actividades de almacenamiento.

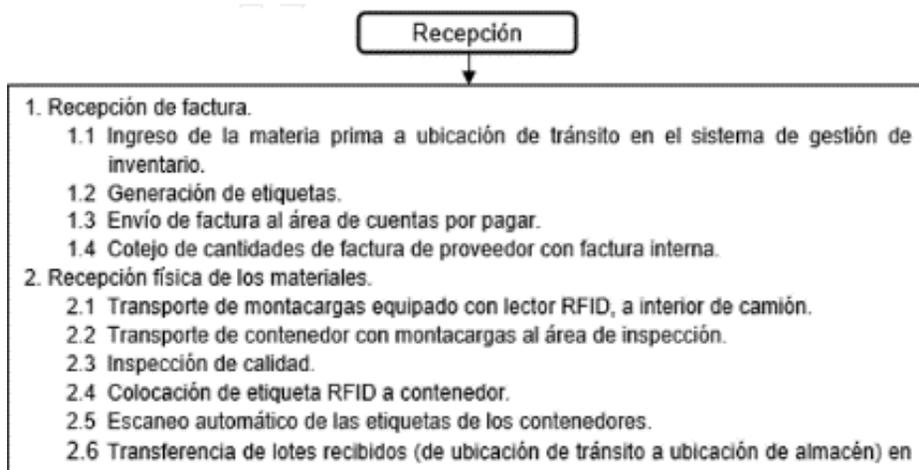
Para la primera parte de la creación del escenario futuro se determinó que el tipo de transelevador adecuado para el almacén sur de la Firma A es el trilateral automático. El transelevador trilateral automático fue elegido ya que su funcionamiento no implica grandes cambios en el almacén ya existente y su sistema de gestión se integra a cualquier ERP. Se requiere que cada pasillo del almacén cuente con un

transelevador trilateral automático para aprovechar todos los espacios de los estantes.

En la segunda parte de la creación del escenario futuro se planteó lo referente a la tecnología RFID. Para el uso de esta tecnología es importante establecer qué tipo de etiqueta y lector de utilizará. Se determinó que las etiquetas pasivas son las adecuadas, ya que cumplen con las funciones esperadas y son más económicas que el tipo de etiquetas activas.

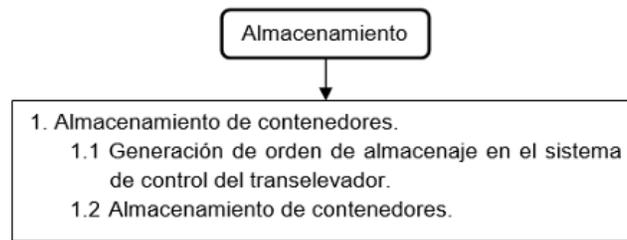
Para definir la ubicación de la etiqueta se tomó en cuenta el tratamiento que la Firma A les da a sus contenedores, derivado de eso se determinó que la etiqueta debe ir ubicada en el contenedor (para el proceso de recepción) y en el pallet (en el proceso de envío).

En cuanto a los lectores, se tenían las alternativas de utilizar portales fijos, en los cuales los contenedores pasarían a través de ellos para realizar la lectura de la etiqueta, y la otra alternativa consiste en utilizar lectores móviles ubicados en los montacargas. Se decidió optar por la segunda alternativa, debido a que ofrece una mayor flexibilidad para poder realizar las lecturas. La integración del uso de transelevadores y de la tecnología RFID en las actividades de recepción, almacenamiento, selección y envío conforman el escenario futuro que se representa en las figuras 5 a 8, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Proceso futuro de recepción.



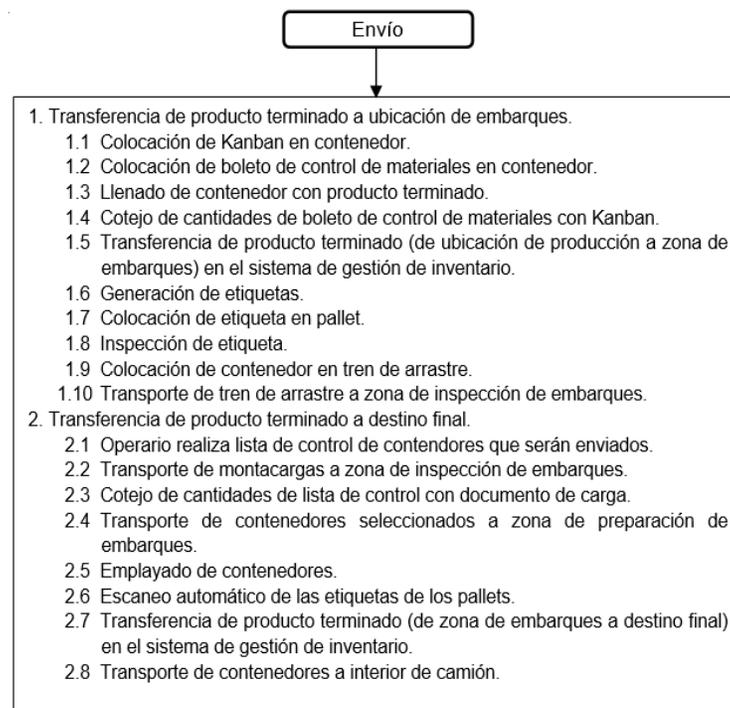
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6 Proceso futuro de almacenamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7 Proceso futuro de selección.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8 Proceso futuro de envío.

## 4. Discusión

A partir de los resultados se realizó una tabla comparativa, representada en la tabla 2. La comparación se llevó a cabo entre el escenario actual y el escenario futuro propuesto, para analizar el impacto de los transelevadores y de la tecnología RFID.

Tabla 2 comparación de escenario actual con escenario futuro.

Procesos	Escenario actual		Escenario futuro	
	Manual	Automático	Manual	Automático
Recepción	10 actividades: 1.1, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7	1.2	7 actividades: 1.1, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4	3 actividades: 1.2, 2.5, 2.6
Almacenamiento	3 actividades: 1.1, 1.2, 1.3	0	0	2 actividades: 1.1, 1.2
Selección	11 actividades: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5	0	4 actividades: 1.1, 1.2, 2.3, 2.4	3 actividades: 1.3, 2.1, 2.2
Envío	17 actividades: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8	1.6	15 actividades: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.8	3 actividades: 1.6, 2.6, 2.7

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de la comparación del escenario actual con el escenario futuro podemos identificar beneficios de adoptar la tecnología RFID y los transelevadores. Por ejemplo, en el proceso de recepción se estarían realizando de forma automática las actividades 2.5 y 2.6, con lo que se evitarían errores por la gestión manual y se conseguiría agilizar las operaciones de identificación y transferencia de los materiales en el sistema de gestión de inventario.

El proceso de almacenamiento también tendría cambios significativos ya que solo se necesitaría de la intervención humana para la generación de la orden al sistema de control de los transelevadores. Con el uso de transelevadores se reduciría la probabilidad de accidentes en la zona de almacenamiento y se estaría garantizando que cada contenedor esté en su ubicación.

En el proceso de selección se tendrían beneficios en las operaciones de recuperación, identificación y transferencia de materiales, al reducir la probabilidad de que se presenten errores debido a la gestión manual. Con el uso de los

traselevadores (para la recuperación de materiales) y de la tecnología RFID (para la identificación y transferencia de materiales) se garantizaría la disponibilidad y la identificación de cada contenedor.

El proceso de envío, al igual que el proceso de recepción, se vería beneficiado de la tecnología RFID ya que se reduciría el tiempo para llevar a cabo las actividades de identificación y transferencia de todos los contenedores. Con la automatización de las actividades 2.6 y 2.7 se evitarían errores por la gestión manual y se tendría la información disponible y actualizada en tiempo real.

## **5. Conclusiones**

En el presente artículo se determinó el potencial de la tecnología RFID y de los transelevadores en las actividades de almacenamiento de una empresa del sector automotriz. Con el uso de transelevadores y de la tecnología RFID la Firma A podría tener beneficios como:

- Ahorro de tiempo.
- Aumento de precisión en el intercambio de información.
- Información disponible y actualizada en tiempo real.
- Disminución en la probabilidad de errores a causa de la gestión manual.
- Disminución en la probabilidad de accidentes en la zona de almacenamiento.
- Mejoramiento en la visibilidad de los materiales dentro de la planta.

Los resultados de esta investigación enfocados únicamente en la tecnología RFID se pueden comparar con las aportaciones de [Fosso Wamba, Ramírez, Lefebvre, & Lefebvre, 2006], [Bendavid, Castro, Lefebvre, & Lefebvre, 2006], [Fosso Wamba, Lefebvre, Bendavid, & Lefebvre, 2008] y con ello confirmar el gran potencial que tiene esta tecnología en diversas industrias.

Para futuras investigaciones se recomienda realizar una implementación de RFID y de transelevadores en las actividades de almacenamiento, que considere los resultados de este artículo como punto de partida y que tenga como objetivo obtener resultados cuantitativos del impacto de estas tecnologías.

## **6. Bibliografía y Referencias**

- [1] Anaya Tejero, J. J. (2015). *Logística integral. La gestión operativa de la empresa* (quinta edición ed.). Madrid: Esic editorial.
- [2] Banks, J., Pachano, M., Hanny, D., & Thompson, L. G. (2007). *RFID Applied* (Primera edición ed.). Estados Unidos: Wiley.
- [3] Bendavid, Y., Castro, L., Lefebvre, L. A., & Lefebvre, É. (2006). Explorando los impactos de la RFID en los procesos de negocios de una cadena de suministro. *Journal of Technology Management &*, 1(4), 30-42: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84710405>.
- [4] Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- [5] Chow, H., Choy, K., Lee, W., & Lau, K. (2006). Design of a RFID case-based resource management system for warehouse operations. *Expert systems with applications*, 30(4), 561-576. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.07.023>.
- [6] Fosso Wamba, S., Ramírez, V., Lefebvre, L. A., & Lefebvre, E. (2006). Impacto de la tecnología RFID sobre los procesos de negocios: caso de la industria de venta al detal. *Actas de AMCIS*, 4179-4188: <https://aisel.aisnet.org/amcis2006/499/>.
- [7] Joyanes Aguilar, L. (2017). *Industria 4.0. La cuarta revolución industrial* (Primera edición ed.). Ciudad de México, México: Alfaomega.
- [8] Lefebvre, L. A., Lefebvre, É., Bendavid, Y., Fosso Wamba, S., & Boeck, H. (2005). The potential of RFID in warehousing activities in a retail industry supply chain. *Journal on Chain and Network Science*, 5(2), 101-110. doi:<https://doi.org/10.3920/JCNS2005.x059>.
- [9] Mahroof, K. (2019). A human-centric perspective exploring the readiness towards smart warehousing: The case of a large retail distribution warehouse. *International Journal of Information Management*, 45, 176-190. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.008>.
- [10] Fosso Wamba, S., Lefebvre, L. A., Bendavid, Y., & Lefebvre, É. (2008). Exploring the impact of RFID technology and the EPC network on mobile B2B

- eCommerce: A case study in the retail industry. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 614-629. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.05.010>.
- [11] Mecalux. (20 de 02 de 2020): <https://www.mecalux.com.mx/almacenes-automatizados-para-tarimas/transelevadores-para-tarimas>.
- [12] Mecalux. (20 de 02 de 2020): <https://www.mecalux.com.mx/almacenes-automatizados-para-tarimas/transelevador-trilateral-automatico>.
- [13] Mecalux. (20 de 02 de 2020): <https://www.mecalux.com.mx/almacenes-automatizados-para-cajas/transelevadores-para-cajas>.
- [14] Pau i Cos, J., & de Navascués y Gasea, R. (2001). *Manual de logística integral*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- [15] Romero Anturi, P. N. (2014). Automatización de almacenes mediante el uso de transelevadores en empresas de consumo masivo en Colombia: revisión de la literatura. Universidad Militar Nueva Granada, 1-35: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/12619>.