

RFID - EPC Código Electrónico de Producto como Herramienta de Control de Merma*

RFID - EPC Electronic Product Code as a Shrinkage Control Tool

Artículo de Investigación Científica - Fecha de Recepción: 27 de Agosto de 2013 - Fecha de Aceptación: 1 de Octubre de 2013

Yohany Andrés Jiménez Flórez

Ingeniero Electrónico y Master en Administración de Negocio. Grupo de Investigación CLI de Fundación LOGyCA. Bogotá D.C., Colombia. yjimenez@logyca.org

Para citar este artículo / To reference this article:

Y. Jiménez Flórez, "RFID - EPC Código Electrónico de Producto como Herramienta de Control de Merma," *INGE CUC*, vol. 9, no. 2, pp. 11–20, 2013.

Resumen: La tecnología de identificación por radiofrecuencia o RFID, trabajando bajo el estándar de identificación global EPC (por sus siglas en inglés "Electronic Product Code") ha revolucionado las cadenas de suministro a nivel global por su capacidad de incrementar la trazabilidad, visibilidad y eficiencia operativa, sin embargo, no ha sido abordado el impacto que puede tener como herramienta de seguridad para las compañías. Este trabajo presenta los hallazgos encontrados mediante el empleo de EPC como herramienta de seguridad y control al robo, comprobado por medio de una prueba piloto desarrollada durante un período de cuatro meses en un punto de venta en Colombia.

Palabras clave: cadena de abastecimiento, tecnología, identificación de productos, seguridad, radiofrecuencia, merma, EPC, RFID, código de barras.

Abstract: The radio frequency identification technology, or RFID, working under the EPC (Electronic Product Code) has revolutionized supply chains globally thanks to its ability to increase traceability, visibility and operational efficiency. However, its potential impact as a security tool has not been addressed by companies. This paper shows the findings after EPC was implemented as an anti-theft security system and control tool. This project was proved through a pilot test developed for four months at a sales point in Colombia.

Keywords: supply chain, technology, product identification, security, radio frequency, shrinkage, EPC, RFID, barcode.

* Artículo de Investigación científica derivado del proyecto de investigación titulado: Implementación de la tecnología RFID y del estándar EPC en aplicaciones de seguridad EAS en diversos sectores del comercio en Colombia. Proyecto financiado por Colciencias. Fecha de Inicio: Enero de 2011. Fecha de Finalización: Febrero de 2012.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología RFID (Radio Frequency IDentification) consiste en la captura automática de información sin línea de vista directa ni contacto; trabaja bajo ondas de radio y su propósito fundamental es obtener de forma ágil información serializada de productos, personas, vehículos, entre otros productos.

La velocidad a la que los negocios y las cadenas de abastecimiento se están moviendo día a día es mayor, debido a que los clientes tienen mayor información de los productos y promociones de forma inmediata en medios publicitarios como la televisión, la prensa y dispositivos móviles como celulares.

Uno de los factores relacionados con las cadenas de abastecimiento y los productos es la pérdida de mercancía. El incremento de pérdidas desconocidas de mercancía para 2011 en Colombia fue del 0,94 % de las ventas totales, lo que equivale a \$182 000 000 000 de pesos colombianos (COP), [1]. Teniendo en cuenta estos datos a nivel global se ha venido desarrollando la tecnología RFID como un método de identificación automática sin contacto, cuyo objetivo inicial es la trazabilidad de la mercancía, sin embargo, no fue diseñada como una herramienta de control a robo.

Grandes compañías en el mundo (como Wal Mart, American Apparel, Banana Republic, entre otras) han encontrado en esta tecnología una ventaja competitiva con la cual pueden tener control total de la mercancía en los procesos de despacho, recibo e inventario.

En este estudio se presenta la metodología utilizada para impactar el indicador de robo y los resultados obtenidos en el caso de estudio aplicado en Colombia.

Los datos fueron obtenidos de dos fuentes de información: el cliente como fuente primaria y la literatura relacionada con la problemática como fuente secundaria.

A. Información primaria

La compañía participante del proyecto, líder del comercio al detal en Colombia, con un total de 352 almacenes en 64 municipios del país (datos al 1° de febrero de 2012); tuvo \$8,8 billones de pesos colombianos de ingresos operacionales en 2010 y una merma operativa del Grupo equivalente al 1.21 % de las ventas totales, lo que representa un total anual de \$ 97.8 miles de millones (COP).

Teniendo en cuenta esta cifra, la cual es significativa, la compañía participante decidió desarrollar una investigación aplicada denominada “EPC/RFID como herramienta de control de merma” en

su primera tienda especializada en tecnología, ubicada en la ciudad de Bogotá, la cual abrió al público en marzo de 2011, y las principales categorías que maneja son Electrodomésticos, Informática, Tecnología, Audio y Vídeo.

El proyecto inició en octubre de 2011 y tuvo una duración de 4 meses; en este período se identificó el 100 % de la mercancía propia (aproximadamente 38 000 productos), debido a lo cual se convirtió en la primera tienda en Latinoamérica que realiza la identificación del 100 % de su portafolio.

B. Información secundaria

1) Impacto de las tecnologías de información en la gestión de inventarios en las cadenas de abastecimiento

El manejo de inventarios en las cadenas de abastecimiento es una de las importantes preocupaciones de gestión en los diferentes tipos de sectores de desarrollo; el control sobre el mismo resulta muchas veces inexacto y no permite una visualización confiable sobre la necesidad de nuevas órdenes de productos y la rotación de los mismos. Es bajo este concepto que la aplicación de tecnologías innovadoras como la Identificación por Radiofrecuencia (RFID) juega un papel importante, bajo su capacidad de entregar información en tiempo real de los monitoreos sobre la base de inventarios y establecer cuándo estos están llegando a sus límites [2]. La utilización de nuevas tecnologías resulta relevante, y RFID no resulta ser la única; también el uso de Electronic Data Interchange (EDI) es una herramienta fundamental en la administración de la cadena de abastecimiento; donde se hace evidente la capacidad de que los proveedores extraigan, con las autorizaciones pertinentes, información precisa de los inventarios de sus clientes y puedan mantener una alerta sobre sus próximos despachos y las cantidades de los mismos [3].

Es necesario establecer que en el proceso de administración de la cadena de abastecimiento los procesos de colaboración empresarial buscan compartir información y que una de las herramientas más comunes para esto es la Tecnología de la Información (IT). Sin embargo, se ha evidenciado la creencia, para el caso de los minoristas, que el hecho de compartir sus estados de demanda puede reducir su ventaja competitiva [4]. La opción de colaboración entre los participantes de la cadena es una de las mejores estrategias para programar correctamente el manejo de inventarios y los pedidos entre estos; lo anterior recibe la ayuda de la adopción de sistemas como el RFID, que puede aumentar la exactitud sobre la información de inventario. Según Curtin *et al.* [5], la información

otorgada por el uso de Identificación con Radiofrecuencia puede ser utilizada tanto entre las organizaciones que colaboran como en el interior de ellas, lo cual brinda una proyección sobre la capacidad de integración de la gestión de los productos tanto fuera como dentro de la empresa.

2) Interrupción en el flujo de información en la cadena de abastecimiento como causa principal del efecto de amplificación de variabilidad en la demanda (efecto látigo)

El ideal manejado por el proceso de gestión de las cadenas de abastecimiento se basa en el flujo de información confiable que permita entre cada eslabón de esta plantear estrategias sobre sus sistemas de distribución, manejo de inventarios y lanzamiento de órdenes de producción. Lamentablemente, esta visión rara vez se cumple en su totalidad, y se ha identificado que la mayor falencia corresponde a las interrupciones en cuanto al flujo de la información. El efecto de amplificación de demanda (muy bien explicado mediante el popular juego de la cerveza) permite entender la distorsión en la comunicación y las fuertes interrupciones que esto conlleva dentro del movimiento interno del sistema. Se ha establecido que tanto el flujo del material como el de información pueden ser manejados para satisfacer las necesidades del negocio [6]. El juego se manifiesta como una simulación experimental que replica una cadena de abastecimiento con todas las normas prevalentes en los negocios, lo cual revela que los problemas se originan en formas básicas de pensar y de interactuar, más que en peculiaridades de la estructura organizativa y política [7].

Se ha evidenciado además que la reducción de niveles de intermediación en el flujo de materiales y de información logra entregar una notoria reducción en los efectos de amplificación de la variabilidad de la demanda [8, 9,10].

Incluso, se ha evidenciado que la simple entrega de datos sobre comportamientos del producto a lo largo de una cadena de abastecimiento puede resultar difícil de detectar [11]. Sin embargo, la utilización de la tecnología como un mecanismo para mejorar la visibilidad en la cadena de abastecimiento se reconoce como una herramienta eficaz de mejoramiento de los niveles de servicio y de los indicadores de gestión de inventarios en las cadenas de abastecimiento.

Muñoz y Clements [12] reconocen en su investigación la aplicación de la entrega a alta velocidad de información consolidada bajo el uso de RFID, y establece entre sus beneficios al sistema una mayor visibilidad sobre los inventarios, y además de esto una minimización de las ventas perdidas.

3) El valor de la utilización de la tecnología RFID

A la fecha son varios los trabajos que se han presentado con relación a la implementación de las tecnologías de identificación por radiofrecuencia mediante el estándar EPC. Sin embargo, aún no se ha abordado el valor competitivo de la utilización de RFID. Tajima [13] muestra en su investigación cómo la aplicación de RFID mantiene una ventaja competitiva en la gestión de la cadena de abastecimiento. La perspectiva de la utilización de RFID busca dejar a un lado las deficiencias que el código de barras no pudo resolver, y permite obtener información en tiempo real que no solo identifica el producto sino que también guarda información sobre comportamientos sobre los cuales podremos después inferir escenarios susceptibles de modelación y optimización [14].

Los beneficios de RFID han sido indistinguibles en gestión de la cadena de abastecimiento, incluida la reducción de contratación de personal encargado de procesar información, eficiencia en la manipulación de materiales, el aumento de la disponibilidad del producto y la mejora de la gestión de activos, entre otros [15, 16, 17]. Bajo esta base de estudio se contemplan las propuestas consideradas en el trabajo realizado por Tajima [13], en el que se muestra el verdadero valor la aplicación de RFID como herramienta de apoyo a la gestión dentro de la cadena de abastecimiento. Se recalca que los trabajos presentados en la literatura abierta anteriores a 2003 estaban enfocados a conocer a fondo cómo funcionaba RFID como elemento basado en conceptos claves de la electrónica. Finalmente, autores como Doerr *et al.* [18], Huang Hou [19], Srivastava [20] y Wamba *et al.* [21] tomaron un enfoque diferente en el estudio del caso de la aplicación de RFID. Nuestra propuesta de aplicación e innovación se basa en este enfoque, de muy reciente aplicación, y no en el desarrollo electrónico de dispositivos. Estos investigadores se han guiado hacia la recopilación de información que permita identificar las áreas mejoradas donde se ha aplicado esta tecnología, y sobre la base de esto deducir los beneficios potenciales de la aplicación de EPC. En otro contexto se han establecido modelos matemáticos que permitan reflejar cómo ha sido el comportamiento de las operaciones antes y después de la implementación de RFID (Jarugumilli y Grasman [22], Lee y Zer [23], Wu y Chen [24]), y se infiere en ellos el valor de RFID como la diferencia en el rendimiento entre las medidas antes y después de la aplicación.

Entre los bienes entregados en este esquema se logró deducir: el ahorro en los costos laborales, el ahorro en el tiempo de operación, el aumento en la frecuencia de pedidos propio de la reducción de inventarios, el aumento en la tasa de rotación de inventarios, mayor calidad en la garantía de los

productos, además de la reducción en indicadores de gestión, tales como el inventario promedio, las ventas perdidas, la existencia de inventario de seguridad, los errores humanos, las previsiones de errores y los documentos de trabajo o cantidad de papelería.

4) Reducción de mermas o de la inexactitud (imprecisión) de los inventarios

Las mermas en los inventarios son establecidas como las pérdidas que se presentan de diversa índole, y entre estas se mencionan los descensos en niveles por inventario robado, dañado, extraviado o actualizado incorrectamente en los libros [25], y sus causas son múltiples.

Actualmente se considera que uno de los mayores errores en la industria en el tema de inexactitud (imprecisión) de inventarios son los producidos cuando el inventario presentado para la venta no corresponde a lo ordenado y recibido por parte del proveedor. Se ha identificado también que los errores se presentan en los procesos de transferencia, en los de ordenamiento en estantería, en los de lecturas de inventarios, equivocaciones en la ubicación en almacén o góndola en el punto de venta, entre otros. Debido a la frecuencia con que se presentan estos casos, se analiza la potencialidad de los minoristas que adoptan tecnologías de la información para una identificación automática (como es el caso de los AUTO-ID basados en Identificación por Radiofrecuencia, RFID) [26]

Gruen *et al.* [27] y Vuyk [28] han determinado que las tres principales falencias están sujetas a: (i) la forma de trabajar los pronósticos con los distribuidores, donde se refleja la solicitud de pedidos inexactos incapaces de suplir la demanda del consumidor real; (ii) el factor relacionado con la disposición de los productos en las estanterías de un almacén, el cual se resume en: asignación de productos dentro del almacén, rotación de productos, la capacidad del personal que trabaja en el almacén, los errores de la ejecución del almacén, etc.; por último, (iii) factores relacionados con la confiabilidad del sistema de abastecimiento implantado, es decir, que la cantidad recibida por el proveedor no corresponde a la cantidad ordenada por el minorista. Otras investigaciones, como las de Sahin [29], han identificado como errores más comunes en la gestión de inventarios: las complicaciones derivadas de los desajustes en el flujo del material físico y el flujo de la información; de esta manera se ejecuta un modelo que visualiza el inventario con datos erróneos y otro con el uso de tecnologías de captura inmediata de datos como es RFID.

Algunos trabajos manejan modelos de análisis operativo en un escenario idealista, donde bajo efecto de tales fallas no se pueden registrar resultados acordes con la realidad del sistema [30]. En este

contexto, DeHoratius *et al.* [31] proponen el mantenimiento de un inventario con registro probabilístico, el cual cuenta con inexactitudes en el mismo. La fuente de la inexactitud como tal es manejada a través de una variable aleatoria llamada demanda "invisible". Se sugirió un simple procedimiento bayesiano para actualizar periódicamente el registro del inventario.

En el esquema de los principales causantes de la producción de mermas y las opciones para identificarlas como para mitigar su efecto negativo estos se encaminan a la aplicación de tecnologías como RFID bajo enfoques de optimización de costos logísticos [32]. Cabe recalcar que aun cuando los mayores beneficios de la aplicación de RFID recaen sobre los minoristas, no dejan de existir los beneficios sobre los fabricantes. Finalmente, esta tecnología puede ser una herramienta esencial en el proceso de recolección de información en tiempo real. De esta manera se hace necesario recalcar que su mayor beneficio se consolida una vez esta es aplicada por el total de la cadena de abastecimiento [33].

5) La tecnología RFID

Conceptualmente se define RFID como una tecnología emergente basada en la utilización de ondas de radio para identificar objetos [34] sin necesidad de la intervención humana o la introducción de datos [35]. En su composición más básica, RFID posee dos componentes: etiquetas y lectores. La aplicación de la misma ha sido citada en diferentes contextos, entre los cuales se mencionan:

Fabricación y distribución de bienes físicos [36], Transporte, recalando entre estos el transporte marítimo y operaciones portuarias [37], Gestión de inventarios [38].

El modo de operación de la Identificación por Radiofrecuencia es técnicamente explicado por EPCglobal Inc. [39], donde se describe que esta tecnología consta de una etiqueta, la cual tiene un microchip que almacena los datos de identificación del ítem al que se adjunta y una antena transmite estos datos a través de ondas de radio. Además cuenta también con un lector, el cual mantiene la funcionalidad del envío de una señal de radio inducida a la etiqueta para transmitir los datos contenidos en su chip. El lector en este proceso capta la información, la convierte en ondas de radio, las cuales irán de regreso a la etiqueta en datos digitales, y las transmite a un sistema informático (Highjump -software, 2004 [40]; Zebra Technologies [41]). Un lector puede explorar en una zona todas las etiquetas que se encuentren en su frecuencia; la modificación de la intensidad con la que se manejan las ondas de radio es designada por quien adopte la tecnología, y las modificaciones en estas pueden marcar la diferencia en el rendimiento de la aplicación de RFID dentro de un sistema. Casi todos los sistemas que operan

bajo RFID trabajan con cuatro bandas de frecuencia: baja frecuencia (LF), alta frecuencia (HF), ultra alta frecuencia (UHF) y microondas (MF).

RFID fue creada para adicionar inteligencia y minimizar la intervención humana en el proceso de identificación de un ítem usando tags electrónicos. Los tags son significativamente diferentes de los códigos de barras, por su capacidad de almacenar datos, el rango en el cual los pueden ser leídos y la ausencia de las restricciones de visión directa.

Esta tecnología se remonta al año 1940, cuando la fuerza aérea británica usó esta tecnología en la Segunda Guerra Mundial para detectar tanto los aviones enemigos como los amigos. La teoría de RFID fue explicada por primera vez en 1948 en la conferencia "La comunicación es el reflejo del poder", y la primera patente de RFID fue firmada por Charles Walton en 1973. Quizás la aplicación de RFID más familiar es la automatización de los sistemas de peajes en la costa este y oeste en Estados Unidos. Sin embargo, el costo de la ecuación ha comenzado a ser favorable recientemente gracias a la masificación de la adopción. El impulso para adoptar RFID ha sido impulsado por grandes *retailers* (minoristas), como Wal-Mart y Target, y el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, que ha exigido a todos sus proveedores la implementación de esta tecnología en los próximos años.

Inicialmente los ahorros y beneficios estimados por Wal-Mart al implementar RFID incluyen:

- \$6.7 billones de dólares en reducción de mano de obra (no se requiere escanear códigos de barras).
- \$600 millones de dólares en reducción de costos por control de los faltantes de mercancía.
- \$575 Millones de dólares en reducción de robos.
- \$300 millones de dólares en mejoramiento de trazabilidad en el almacenamiento y los centros de distribución.
- \$180 millones de dólares en reducción de costos en el mantenimiento del inventario y transporte [42].

6) La arquitectura del sistema de Identificación Automática (AutoID)

La definición de un AutoID involucra la extracción automática de la identidad de un objeto.

Con el acercamiento a esta tecnología, el costo de instalar y mantener estos sistemas puede ser asumido a lo largo de muchas organizaciones, mientras cada una es capaz de extraer sus propios beneficios a partir de tener los ítems identificados de manera única moviéndose a través de las operaciones de las organizaciones.

RFID basado en un sistema de identificación automática (AutoID) está conformado por los siguientes elementos:

- Un número de identificación única que es asignado a un ítem en particular. (EPC).

- Un tag identificado, el cual es adherido al ítem con un chip capaz de almacenar como mínimo un único número de identificación. El tag es capaz de comunicar este número electrónicamente.
- Una red de lectores (*readers*) de RFID y sistemas de procesamiento de datos que son capaces de recolectar las señales de múltiples tags a una alta velocidad (100s por segundo) y reprocesar los datos para eliminar errores de lectura y duplicidad de datos.
- Una o más redes de bases de datos que almacenan la información de los ítems [43].

7) EPC: Electronic Product Code o Código Electrónico de Producto

EPC (Código Electrónico de Producto) es un número único que se encuentra almacenado en un tag de radiofrecuencia, que permite identificar cada producto de manera única. Asimismo, arroja información valiosa, como la posibilidad de conocer en cualquier momento la ubicación física del producto.

El objetivo del sistema EPC es volver la cadena de valor cada vez más eficiente e incrementar la visibilidad de los productos/objetos que se mueven en ella. Todo esto se puede lograr a través de la Red de EPC, la cual está conformada por los tags, el *hardware*, el *software* y el EPCIS (*Electronic Product Code Information Services*).

La implementación de EPC representará una revolución para las redes de valor. Su masificación permitirá ejercer mayor control sobre los procesos logísticos propios de cada sector, lo cual genera información en línea que permitirá a los socios de negocio tomar decisiones más oportunas.

8) Impacto de la tecnología EPC/RFID en la cadena de suministro (Supply Chain)

Muchas de las posibles aplicaciones de AutoID son relevantes en cualquier eslabón de la cadena de suministro y afectan más de una de sus operaciones de despacho y recibo de productos.

Estas aplicaciones, por ejemplo, incluyen:

- Facilidad en los procesos de recogida de los productos defectuosos: a través del conocimiento de la ubicación de un producto específico, dónde fue fabricado y los tiempos específicos que permaneció en planta y en los demás eslabones de la cadena de suministro.
- Detección de piratería: por medio de la identificación con tags se permitirá un nuevo nivel de seguridad, verificación y autenticidad [43].

En Italia, toda la cadena de suministro farmacéutica ha estado trabajando con el Gobierno para la identificación única de cada ítem. Los esfuerzos actuales involucran la lectura de las etiquetas de las cajas y los *pallets*, acompañado del registro de

cada transacción, lo cual significa asegurar la autenticidad desde la producción de los productos hasta el suministro de dosis a los pacientes.

El mayorista farmacéutico Felletti Spadazzi S.p.A ha realizado una serie de pilotos con laboratorios como AstraZeneca y GlaxoSmithKline probando la viabilidad de la tecnología RFID en este ambiente.

La red global de las soluciones AutoID también analiza la gerencia de la información en las diferentes etapas de la cadena de suministro:

Estandarización: la visión de los AutoID es que los datos de cada ítem estén almacenados en bases de datos compartidas por los diferentes socios de negocio de la cadena de suministro [44].

El principal desarrollo de esta tecnología se ha presentado en los últimos; a continuación se describirán algunos casos de éxito, los cuales permitirán desde diferentes sectores validar los avances tecnológicos relacionados con RFID:

- American apparel: cadena estadounidense de ropa, fabricante y distribuidor.

Las metas que querían lograr con RFID eran:

- Mejorar los procesos y reducir la cantidad de ventas pérdidas atribuibles a los agotados.
- Mejorar la visibilidad del inventario para ofrecer un mejor servicio al cliente.
- Mejorar la exactitud del inventario y la confiabilidad en el conteo.
- Incrementar el número de conteos del inventario en el almacén.

Después de varios años probando etiquetas EPC Gen 2 pasivas a nivel de artículo y lectores en ubicaciones selectas, esta compañía de ropa está instalando la tecnología en todas sus operaciones mino- ristas en todo el mundo [45].

- Carnaval: cadena mexicana de ropa; su objetivo al hacer esta implementación era mejorar los procesos críticos de inventario, reducir el cargue manual de información, tener trazabilidad e incrementar la velocidad en los procesos, ya que uno de los principales problemas que tenían era la inexactitud de la información.

Para el diseño de la implementación se utilizan tags de EPC Gen2 Impinj Monza grabados con el SGTIN (*Serial Global Trade Item Number*), que identifica referencia, talla, color y serial, se definieron los indicadores que se iban a medir y los requerimientos de lectura, los cuales estaban asociados a qué información registrar en el momento de lectura.

La inexactitud en el inventario se presenta por errores humanos en las operaciones de *picking*, las demoras en el registro de la información de la mercancía que era despachada del centro de distribución, los puntos de venta o en el recibo en los puntos de venta. Igualmente, espera Carnaval espera que con la implementación de RFID mejore la velocidad en los procesos generales.

Los indicadores que se definieron fueron: inventario en cada una de las localizaciones, tiempo de almacenamiento, tiempo de transporte, exactitud de inventario, y los reportes fueron; reporte de diferencias en el inventario, reporte de exactitud del pedido vs. el físico recibido [46].

- Saks: Mediante la colocación de una etiqueta pasiva EPC en cada muestra de zapatos, cuatro tiendas Saks Quinta Avenida han reducido la cantidad de trabajo requerida para inventariar el piso de ventas de 16 horas bajando a 20 minutos.

Antes de la instalación del sistema RFID, para asegurar que todos los estilos de zapatos y tamaños estaban disponibles en el almacén, y que todos los estilos se mostraban en el piso de ventas, los empleados tenían que realizar controles de inventario manual, que eran tareas exhaustivas, que también involucraban el eran tiempo, para asegurar la precisión en toda la sección de calzado [47].

9) Universal Studio utiliza tecnología RFID en Halloween

Este año, durante la temporada de *Halloween Horror Nights*, los visitantes del Parque Temático de la Florida tendrán que completar nuevos retos basados en RFID y ser capaces de ganar etiquetas RFID especiales que les ayuden a recolectar puntos. La tecnología usada para tal fin ha sido provista por la compañía taiwanense Microelectronics Technology, así como un *software* propio del parque. La mecánica consistirá en crear un ID y *password* en el *web site* del juego "Horror Unearthed"; después, ya en el parque, cada jugador podrá adquirir una etiqueta RFID vinculada con el ID registrado. Los lectores estacionarios en todo el parque permitirán que cada jugador cumpla o busque personajes específicos a través de un lector móvil, y los puntos ganados serán añadidos a cada cuenta personal [48].

- Vail Resorts: desarrolla una aplicación combinada entre RFID y medios de comunicación social.
- Vail Resorts Inc. Desarrollo EpicMix, una solicitud en línea y móviles para la temporada 2010-2011 de Ski y Snowboard con el fin de atraer más clientes a sus cinco estaciones de Montaña –Vail, Beaver Creek, Breckenridge, Keystone y Heavenly.

EpicMix es una aplicación digital que los clientes pueden acceder en línea, en su ordenador, a través de un sitio web móvil que se puede descargar para el iPhone, los dispositivos Android y otros teléfonos inteligentes. EpicMix captura automáticamente la actividad de los clientes a lo largo de cada una de sus estaciones, aprovechando escáneres de radiofrecuencia Vail Resorts que se están instalando en cada uno de sus 89 ascensores en las cinco estaciones de Montaña [49].

- Puerto de Rotterdam: ha sido pionero en la implementación de RFID aplicado a sus procesos, según palabras del presidente de Europa Container Terminal (ECT): “La instalación de RFID nos ayuda a mantener una ventaja tecnológica; además nos brinda operaciones más ágiles, eficientes y seguras”. Varios puertos en diferentes partes del mundo ya han instalado el sistema administrado por SaviTrack.

Las autoridades del puerto han señalado que los procesos impactados con tecnología RFID han logrado crear interés y gran acogida por parte de terceros, como transportistas y autoridades del Gobierno, ya que el sistema proporciona mayor seguridad y agiliza la operación para cada uno de los involucrados [50].

II. METODOLOGÍA

La metodología empleada fue del tipo correlacional, en la que se evaluó la relación que existe entre la tecnología de identificación por radiofrecuencia trabajando bajo el estándar EPC y su impacto sobre la merma de productos; en la metodología se desarrollaron las siguientes fases:

- Revisión de literatura: se realizó un análisis detallado de la merma global y de Colombia, sus principales fuentes y causales; del mismo modo, en esta fase se analizó el impacto que tiene a nivel financiero para la compañía participante.
- Levantamiento de información: en esta etapa se definió el equipo de trabajo, responsabilidades y alcance del proyecto; el levantamiento de información se llevó a cabo en el centro de distribución con el personal de alistamiento y despacho de mercancía, así como en el punto de venta con el personal de abastecimiento, seguridad y gerencial de toda la tienda.
- Pruebas y desarrollos: es una de las etapas más importantes de todo el proyecto, ya que en esta se definieron los equipos de RFID que se utilizaría, las interfaces e integraciones a nivel de *software* y *hardware*.
- Recolección de datos y análisis de información: es la etapa de finalización, en la cual se ejecutó el piloto, se implementó el modelo a nivel de *software* y *hardware* y se analizaron los datos recolectados para crear la documentación general de la investigación

El alcance del proyecto contempló la identificación del 100 % de la mercancía con tags RFID-EPC a nivel unitario del punto de venta de tecnología, ubicado en la ciudad de Bogotá, D.C. (Colombia), con el fin de aumentar la visibilidad, trazabilidad y seguridad desde el despacho en CEDI Funza hasta la salida en tienda, pasando por recibo, transferencia, inventarios y ventas.

Se creó un comité interdisciplinario que incluyera áreas vitales que garantizarían la viabilidad del

proyecto, en el cual participaron jefes y analistas de áreas de control de merma, logística, tecnología, procesos y comercial; el objetivo principal fue identificar los procesos críticos que se impactaría dentro de la operación logística interna y externa, los cuales ayudarían a reducir la Merma Operativa.

Se realizó el levantamiento de información de cada uno de los procesos involucrados en el proyecto, con el fin de identificar las actividades realizadas, las necesidades de los operarios y las entradas y salidas de los mismos; como resultado se obtuvo el diseño del modelo y los flujos que se impactaría durante el proyecto.

El grupo de investigación del Centro Latinoamericano de Innovación en Logística (CLI), en conjunto con proveedores de tecnología en RFID, iniciaron pruebas de *hardware* en el primer laboratorio certificado en Latinoamérica por EPC Global, el cual hace parte de fundación LOGyCA; luego de un largo proceso investigativo y la realización de pruebas desarrolladas se encontró los equipos idóneos de RFID-EPC que cumplirían y garantizarían la viabilidad técnica del proyecto.

Antes de implementar el proyecto en el punto de venta de tecnología, se probaron todas las funcionalidades del sistema desarrolladas por el proveedor de tecnología en un ambiente de pruebas proporcionado por la compañía participante, lo que permitiría simular los procesos en producción tanto para el centro de distribución como para el punto de venta.

Los procesos que se incluyeron en las pruebas son:

- Zona de Marcación: se contaba con un computador, una impresora Zebra RZ400 y etiquetas. En esta zona, se simuló la zona de impresión y etiquetado de productos.
- Zona de despacho de Jaula: para el despacho se utilizó el mismo computador de marcación, un lector Impinj Speedway Revolution y una antena Brickyard de campo cercano. En este sitio se simulaba la ubicación de despacho de productos electrónicos pequeños o de alto valor.
- Zona de Recibo de Mercancía: se contaba con un computador, un lectora Impinj Speedway Revolution, una antena Brickyard de corto alcance (para producto pequeño, por ejemplo: cámaras fotográficas, memorias USB, etc.) y tres antenas Laird de largo alcance (para producto grande, por ejemplo: televisores, DVD, etc.) para el recibo de mercancía.
- Zona de Transferencia: para la transferencia de artículos se utilizó el mismo computador de recibo, un lector Impinj Speedway Revolution, antena Brickyard y dos antenas Laird.
- Zona de Validación de Salidas: para la validación de las salidas se utilizó el mismo computador de recibo, lector IMPINJ Speedway Revolution y antena Sensormatic Ultra Exit Dual RFID/EAS, con el fin de detectar productos que salen de la tienda sin ser descargados del sistema.

- Procesos con Lectora Portátil: se contaba con una lectora portátil para las pruebas, la cual contenía todas las aplicaciones desarrolladas para el dispositivo: Despacho Estantería, RERE-CIBO, Venta e Inventario donde:
 - Despacho Estantería: proceso para el registro de despachos de mercancía de productos grandes.
 - RE-RECIBO: proceso de apoyo para el recibo de productos en tienda que quedaron como faltantes en el recibo.
 - Venta: proceso de descargue en el sistema de los artículos vendidos en la tienda.
 - Inventario: proceso de conteo de productos existentes en piso de venta.

Durante el proceso se lograron encontrar problemas que solo eran detectables cuando los usuarios finales hacían uso del sistema; detalles que se había convenido en la fase de requerimientos que no se ajustaban a la operación real.

Los inconvenientes resueltos en esta etapa fueron los siguientes:

- Error al leer una etiqueta sin marcar, que no estaba grabado el chip de RFID con un código EPC válido dado por etiquetas cercanas aún no impresas o por fallos en la impresión.
- Validación de recibos contra despachos con alto índice de error; inicialmente se había planteado validaciones basadas en tiempos en que fueron despachados los artículos, se modificó a manejo de identificadores de despacho por lotes de productos.
- Configuración de equipos para las pruebas.
- Configuración de *software* para utilizar con los equipos.
- Configuración de dispositivos móviles para ingresar al dominio.
- Interfaz de usuario y mensajes generados por la aplicación, mensajes no legibles para un usuario final.
- Tiempos de generación de alertas en la validación de salidas.

En cuanto a *software*, se realizaron distintos desarrollos de *software* especializado, los cuales permitieron la integración de los sistemas RFID en todos los nodos desde el centro de distribución hasta la salida en punto de venta; de esta forma se logró, a través del EPCIS que administra GS1 Colombia, generar valor al negocio incrementado en tiempo real por medio de alertas y correos, la visibilidad, trazabilidad y control de la merma de la mercancía durante el desarrollo del proyecto.

III. RESULTADOS

- Una vez realizada la implementación del modelo, las pruebas correspondientes y un seguimiento a los procesos durante el período en el cual se

desarrolló el proyecto, se obtuvieron los siguientes resultados: se logró contar con visibilidad y trazabilidad del 100 % de la mercancía despachada desde el centro de distribución al punto de venta.

- Los ajustes de venta en el punto durante el proyecto se disminuyeron un 59 % y de este modo se logró impactar el objetivo del proyecto.
- Reducción del tiempo de toma de inventario en punto de venta en un 92 %, lo que equivale a disminuir el tiempo de inventarios de 120 minutos con el procedimiento de inventario tradicional a 10 minutos con la tecnología de RFID implementada.
- Se incrementó la exactitud del recibo del 99.7 al 99.8 %.

IV. CONCLUSIONES

- El uso de la tecnología de identificación por radiofrecuencia trabajando bajo el estándar EPC generó para el proyecto nueva herramienta habilitadora de seguridad para las cadenas de abastecimiento, debido a que incrementa la visibilidad de la mercancía entre los socios de negocio.
- Al tener todo el almacén identificado con EPC se puede incrementar exponencialmente la frecuencia y cantidad de los inventarios, lo cual conllevaría a incrementar la exactitud del mismo y la calidad de los datos, esto garantiza la disponibilidad real de la mercancía para su venta; adicional a esto, los costos por toma de inventario disminuyen considerablemente y es el esfuerzo físico que debe hacer el personal que realiza esta operación es menor.
- Es totalmente viable la adopción de EPC como herramienta de trazabilidad y seguridad en las categorías que se trabajaron en el proyecto por su costo y operatividad con la tecnología.
- Para maximizar el impacto en toda la cadena de abastecimiento es vital incluir los proveedores con el fin de generar trazabilidad y seguridad desde el origen.

V. TRABAJO FUTURO

Es importante continuar con el trabajo realizado en este proyecto para lograr la pronta implementación y masificación de RFID trabajando bajo el estándar EPC como una alternativa tecnológica para la visibilidad, trazabilidad y seguridad de la mercancía a lo largo de la cadena de abastecimiento; del mismo modo, se debe realizar un trabajo conjunto con los proveedores de mercancía con el fin de tener una cadena logística segura desde la fabricación del producto hasta el consumidor final, garantizando con esta tecnología la autenticidad del producto adquirido.

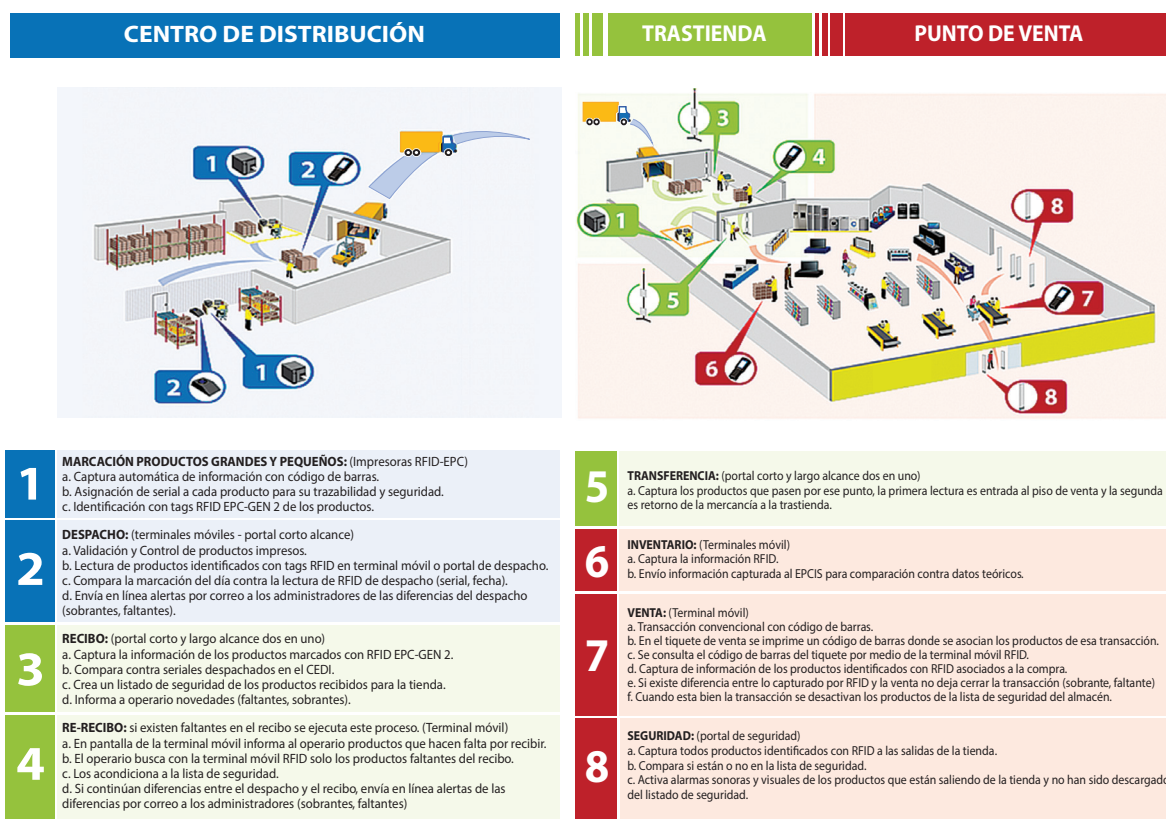


Figura 1. Modelo implementado

REFERENCIAS

[1] Fenalco, *Noveno Censo Nacional de Merma y Prevención de Pérdidas*, 2011, p. 19.

[2] Y. Dong, C. Carter, and M. E. Dresner, "JIT purchasing and performance: an exploratory analysis of buyer and supplier perspectives", *Journal of Operations Management*, vol 19, pp. 471-483, 2001.

[3] KPMG Report, *Global Brief on Vendor Managed Inventory*, 1996. Available: <http://www.vendormanagedinventory.com/article3.htm>. Accessed on Sept. 2004.

[4] H. K. Bhargava, D. Sun, and S. H. Xu, "Stockout compensation: joint inventory and price optimization in electronic retailing", *INFORMS Journal on Computing*, vol. 18, n° 2, pp. 255-266, 2006.

[5] J. Curtin, R. J. Kauffman, and F. J. Riggins, *Making the most out of RFID technology: a research agenda for the study of the adoption, usage and impact of RFID*, Information Technology and Management.

[6] G. Stevens, "Integrating the Supply Chain", *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, vol. 19, n° 1, pp. 3-8, 1989.

[7] P. M. Senge, *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. London: Century Business, 1990.

[8] D. R. Towill, "Smoothing Supply Chain Dynamics", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 4, n° 3, pp. 197-208, 1991.

[9] A. V. Ackere, E. R. Larsen, and J. D. W. Morecroft, "Systems Thinking and Business Process Redesign: An Application to the Beer Game", *European Management Journal*, vol. 11, n° 4, pp. 412-423, 1993.

[10] S. M. Hong-Minh, S. M. Disney, and M. Naim, "The Dynamics of Emergency Transshipment Supply Chains", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 30, n° 9, pp. 788-815, 2000.

[11] H. B. Hwang, C. S. P. Chong, N. Xie, and T. F. Burgess, "Modelling a Complex Supply Chain: Understanding the Effect of Simplified Assumptions", *International Journal of Production Research*, vol. 43, n° 13, pp. 2829, 2005.

[12] A. Muñoz and M. Clements, "Disruptions in Information Flow: A Revenue Costing Supply Chain Dilemma", *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*. [Electronic Version], vol. 3 (Issue 1), pp. 30 - 40, April 2008 © 2008 Universidad de Talca, Chile

[13] M. Tajima, "Strategic value of RFID in supply chain management", *Journal of Purchasing & Supply Management*, vol 13, pp. 261-273, 2007. The University of Western Ontario, London, Ontario, Canada N6A 5C2

[14] J. Teresko, "Winning the wireless", *Industry Week*, June 1. URL: www.industryweek.com/Archive.aspx

[15] J. Smaros and J. Holmstrom, "Viewpoint: Reaching the consumer through grocery VMI", *International Journal of Retail and Distribution Management*, vol. 28, n° 2, pp. 55-61, 2000.

[16] S. Li and J. K. Visich, "Radio frequency identification: supply chain impact and implementation challenges", *International Journal of Integrated Supply Management*, vol. 2, n° 4, pp. 407- 424, 2006.

[17] F. Taghaboni-Dutta and B. Velthouse, "RFID technology is revolutionary: who should be involved in this game of tag?", *Academy of Management Perspectives*, 20 (4), pp. 65-78, 2006.

- [18] K. H. Doerr, W. R. Gates, and J. E. Mutty, "A hybrid approach to the valuation of RFID/MEMS technology applied to ordnance inventory", *International Journal of Production Economics*, 103 (2), pp. 726-741, 2006.
- [19] J. L. Hou and C. H. Huang, "Quantitative performance evaluation of RFID applications in the supply chain of the printing industry", *Industrial Management and Data Systems*, vol. 106, n° 1, pp. 96-120, 2006.
- [20] S. K. Srivastava, "Radio frequency identification technology in retail outlets: Indian scenario", *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, vol. 10, n° 1, pp. 71-91, 2007.
- [21] S. F. Wamba, Y. Bendavid, L. A. Lefebvre, and E. Lefebvre, "RFID technology and the EPC network as enablers of mobile business: a case study in a retail supply chain", *International Journal of Networking and Virtual Organizations*, vol. 3, n° 4, pp. 450 - 462, 2006.
- [22] S. Jarugumilli and S. E. Grasman, "RFID-enabled inventory routing problems", *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, vol. 10, n° 1, pp. 92-105, 2007.
- [23] H. Lee and Oş zer, "Unlocking the value of RFID", *Production and Operations Management*, vol. 16, n°1, pp. 40-64, 2007.
- [24] Y. C. J. Wu and J. X. Chen, "RFID application in a CVS distribution center in Taiwan: a simulation study", *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, vol. 10, n°1, pp. 121-135, 2007.
- [25] A. Atali, H. Lee, and O. Ozer, "If the inventory manager knew: value of RFID under imperfect inventory information", Technical Report, Graduate School of Business, Stanford University.
- [26] Y. Rekik, E. Sahin, and Y. Dallery, "Analysis of the impact of the RFID technology on reducing product misplacement errors at retail stores", Laboratoire Génie Industriel, Ecole Centrale Paris, Grande voie des vignes, 92295 Chatenay-Malabry, France.
- [27] T. Gruen, D. Corsten, and S. Bharadwaj, "Retail Out-of-Stocks: A Worldwide Examination of Extent Causes and Consumer Responses", The Food Institute Forum (CIES, FMI, GMA).
- [28] C. Vuyk, "Out-of-stocks: a nightmare for retailer and supplier. Beverage World", Available at: www.beverageworld.com.
- [29] E. Sahin, "A qualitative and quantitative analysis of the impact of Auto ID technology on the performance of supply chains", Ph.D. Thesis, Ecole Centrale Paris.
- [30] D. C. Wyld, "RFID 101: the next big thing for management", *Management Research News*, vol. 29, n° 4, pp. 154-173, 2006.
- [31] N. A. DeHoratius, A. Mersereau, and L. Schrage, *Retail inventory management when records are inaccurate*, Forthcoming in *Manufacturing & Service Operations Management*.
- [32] H. S. Heese, *Inventory Record Inaccuracy, Double Marginalization, and RFID Adoption. Operations and Decision Technologies*, Kelley School of Business, Indiana University, 1309 East 10th Street, Bloomington, Indiana 47405, USA, hheese@indiana.edu
- [33] G. Gaukler, R. W. Seifert, and W. H. Hausman, "Item-level RFID in the retail supply chain", Technical Report, Stanford University, Stanford.
- [34] Auto-ID Center, *Technology Guide*, Auto-ID Center, www.autoidcenter.org.
- [35] Amitava Dutta, "RFID and Operations Management, Technology, Value, and Incentives", Working Paper, Stanford University, Stanford, USA, 2007.
- [36] G. Mintchell, "It's automatic: automation shifts transmission assembly into high gear", *Control Engineering*, vol. 49, n° 6, p. 12, 2002.
- [37] E. D'Amico, "Steering clear of new costs", *Chemical Week*, vol. 164, n° 36, pp. 30-32, 2002, september 18.
- [38] R. Angeles, "RFID technologies: supply-chain applications and implementation issues", *Information Systems Management*, vol. 22, n° 1, pp. 51-65, 2005.
- [39] EPCglobal Inc, The EPCglobal Network and the Global Data Synchronization Network (GDSN). EPCglobal Position Paper. URL: www.epcglobalinc.org/news/position_papers.htm
- [40] Highjump Software, "The true cost of radio frequency identification (RFID). Highjump Software Free Report", 2004. URL: [/www.highjumpsoftware.com/promos/S](http://www.highjumpsoftware.com/promos/S).
- [41] Zebra Technologies, "RFID: the next generation of AIDC", Zebra Technologies White Paper, 2004. URL: www.integratedlabeling.com/rfid/white_papers/11315Lr2RFIDTechnology.pdf.
- [42] A Zaheeruddin and M Munir, "Integrating the supply chain with RFID, a technical and business analysis", Fox School of Business and Management Temple University 2005.
- [43] D Farlane and Y Sheffi , "The Impact of Automatic Identification on Supply Chain Operations", Auto ID Center - Cambridge Laboratory Institute For Manufacturing.
- [44] S Chin-Boo, "Effects of the RFID Mandate on Supply Chain Management". Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.144.2635&rep=rep1&type=pdf>
- [45] S Shulman , American Apparel Adopting RFID at Every Store. Available at: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?9202>.
- [46] M. Cohen, Carnival Puts RFID Hangtags on Kids' Clothing. Available at: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?5340>
- [47] E Stagman , Saks' RFID Deployment Ensures Thousands of Shoes Are on Display. Available at: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?11003#sthash.9SW2B4R8.dpuf>
- [48] Rfid point, Universal Studios utiliza tecnología RFID en Halloween. Available at: <http://www.rfidpoint.com/noticias-destacadas/universal-studios-utiliza-tecnologia-rfid-en-halloween>.
- [49] D. Butcher, Vail Resorts app blends RFID, social media for engagement. Available at: <http://www.mobilemarketer.com/cms/news/content/7330.html>
- [50] Staff Writers, Port of Rotterdam to Use SAVI Networks Savitrak For Cargo Security And Management Service. Available at: http://www.gpsdaily.com/reports/Port_Of_Rotterdam_To_Use_SAVI_Networks_Savitrak_For_Cargo_Security_And_Management_Service_999.html