



# **LOS SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN DE DATOS POR RADIOFRECUENCIA: HERRAMIENTA ESTRATÉGICA EN LA TRAZABILIDAD LOGÍSTICA DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LAS ORGANIZACIONES: ANÁLISIS DE CASO: EMPRESAS SECTOR METALMECÁNICO BUCARAMANGA**

**Luis Reina Villamizar, Néstor Fabián Santos Nova, Jonathan David Morales Méndez**

**Universidad de Santander  
Bucaramanga, Colombia**

## **Resumen**

El sector metalmecánico en Santander cada vez crece a nivel logístico, investigación e innovación y fortalecimiento empresarial en los diferentes procesos que conforman su cadena de valor.

A través de múltiples aportes realizados por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, COLCIENCIAS ha permitido incrementar la productividad al interior del sector metalmecánico, beneficiando a tres (3) empresas líder, en la apropiación de esquemas de trazabilidad y rastreadabilidad a través de sistemas de información, con integración a tecnologías de identificación de productos, como el RFID (Radiofrequency Identification); Permitiendo a su vez que se genere un elemento prospectivo para la aplicación de las tecnologías de identificación de productos en otros sectores estratégicos de la economía Santandereana y Colombiana.

El sector Metalmecánico exporta el 90% de su producción, lo cual hace que fluctúe su capacidad financiera por la variación del dólar. Este fue el caso del año 2008, en el cual las empresas beneficiarias DANA TRANSEJES, FILTROS PARTMO, INDUSTRIAS LAVCO, se vieron afectadas por este fenómeno económico, donde incluso debieron reducir su planta de personal, haciendo que la inversión técnica para la trazabilidad se trasladara al 2009; pero sin el apoyo recibido por Colciencias habría sido muy lejana la apropiación de tecnologías para incrementar su productividad, al dar prioridad a otros procesos de misión crítica.

A través de esta apuesta, se llevó el caso de implementación del proyecto al COMITÉ UNIVERSIDAD-EMPRESA de Santander, por el ejercicio académico e investigativo realizado en el Grupo de Investigación Nuevas Tecnologías de la Universidad de Santander, las empresas beneficiarias y los aliados tecnológicos, en pro de la innovación en procesos que permitan a la región ser más competitiva a nivel nacional e internacional, dada la calidad de exportadores de los actores directamente involucrados.

Uno de los alcances fundamentales del proyecto está en la implementación de una solución tecnológica para los beneficiarios. Más que un beneficio se ha convertido en una nueva filosofía de trabajo, basado en herramientas tecnológicas para el mejoramiento productivo, la estandarización de procesos y la trazabilidad en toda la línea de producción.

Las empresas beneficiarias se caracterizan por la continua búsqueda del mejoramiento en sus procesos, la calidad de vida de sus funcionarios y la comunidad que impactan. Apropiación nuevas normas técnicas, invierten en la comunidad y permiten la socialización de sus resultados a través de múltiples medios, para orientar a otros empresarios a invertir en tecnología y mejores prácticas, para así entre todos apalancar una región más sólida y económicamente estable.

**Palabras clave:** identificación; radiofrecuencia; trazabilidad

### **Abstract**

*The engineering sector in Santander grows increasingly logistically, research and innovation and business strengthening in the different processes that make up the value chain.*

*Through multiple contributions made by the National Science and Technology, COLCIENCIAS has helped increase productivity within the engineering sector, benefiting three (3) business leader in the ownership schemes through tracking and tracing systems information, integrating a product identification technologies such as RFID (Radiofrequency Identification); While allowing a prospective element is generated for the application of product identification technologies in other strategic sectors of the Colombian economy and Santandereana.*

*The metalworking industry exports 90% of its production, which makes its financial capacity fluctuate by variation of the dollar. This was the case in 2008, in which the recipient undertakings DANA TRANSAXLES, PARTMO FILTERS, INDUSTRIAL LAVCO, were affected by this economic phenomenon, which even had to reduce its personnel, making technical investment for traceability moved to 2009; but without the support received by Colciencias it would have been far off the appropriation of technologies to increase productivity, to give priority to other mission-critical processes.*

*Through this commitment, the implementation of the project if the Santander University-Business Committee led by the academic and research exercise in the New Technologies Research Group at the University of Santander, undertakings and technology partners, towards innovation in processes allowing the region to be more competitive at national and international level, given the quality of exporters directly involved.*

*One of the key achievements of the project is the implementation of a technological solution to the beneficiaries. More than a benefit has become a new work philosophy based on technological tools for improving production, process standardization and traceability throughout the production line.*

*The beneficiary companies are characterized by the continuous search for improvement in its processes, the quality of life of its employees and the community that impact. Grabbers new technical standards, invest in the community and allow the socialization of their results across multiple media, to guide other entrepreneurs to invest in technology and best practices, so among all leverage a stronger and economically stable region.*

**Keywords:** *lientification; RF; traceability*

## 1. Introducción

Este proyecto se soporta en el marco de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, especialmente la cuarta y quinta estrategia del segundo objetivo, el cual se orienta a la revisión y ajuste de los instrumentos de política que apoyan la innovación y los servicios científicos y tecnológicos para la transferencia de tecnología. Así mismo, a fortalecer institucionalmente a las entidades soporte de la Innovación para que puedan ejercer su labor efectivamente e impactar a la productividad y competitividad en las regiones y el país.

El sector Metalmeccánico aporta un alto porcentaje al PIB regional, en líneas de exportación como autopartes y otros relacionados, según fuentes de la Cámara de Comercio de Bucaramanga (2013-2014); bajo éste marco tecnológico, tres (3) empresas beneficiarias que se caracterizan por sus procesos básicos de mejora continua, participan del proyecto: Filtros PARTMO, Industrias LAVCO, DANA TRANSEJES. Así mismo, los investigadores y co-ejecutores del proyecto, cuentan con departamentos de investigación y desarrollo, para el fortalecimiento de éste y otros sectores, en ejercicios conjuntos y permanentes. La Universidad de Santander se ha consolidado como articuladora del fortalecimiento empresarial, a través del grupo de investigación "Nuevas Tecnologías", con el apoyo de Grupo Cóndor S.A. e IONIX Ltda., aliados tecnológicos en sistemas de información y electrónica avanzada.

Esta articulación se orientó a brindar asistencia técnica para la apropiación de tecnologías de punta para las Mipymes en la región, pero a su vez, los procesos de investigación y gestión de recursos ante diversos entes del Sistema Nacional de Ciencia

y Tecnología, a partir de un diagnóstico e inventario de las necesidades tecnológicas que le impiden a las empresas en la región mejorar su productividad y competitividad. El Grupo de Investigación Nuevas Tecnologías del Programa de Ingeniería Industrial, en la Universidad de Santander de acuerdo a los procesos de encadenamiento productivo que se presentan en la región, ha decidido realizar una segunda Fase del Proyecto que se presenta como análisis de caso, razón por la cual se encuentra integrando diferentes cursos y especialmente el Proyecto integrador, mediante el cual se trabajan procesos de fortalecimiento a nivel de operaciones y diseño de plantas.

## 2. Objetivo General

Desarrollar una herramienta computacional con aplicaciones software para sistemas de seguimiento de materias primas, producto terminado, herramientas y consumibles, mediante tecnologías Barcode y/o RFID con miras a lograr estándares EPC (Electronic Product Code) basados en tecnología RFID (Radiofrecuencia Identificación Data) en los diversos ambientes de uso de ese sistema que permita la consulta de inventarios en tiempo real, que faciliten su administración, enfocándose en aplicaciones de uso logístico y seguimiento de activos en las empresas.

## 3. Objetivos Específicos

- Definir los procesos que se requieren para el diseño y montaje de soluciones de seguimiento en las empresas beneficiarias.
- Desarrollo de infraestructura de pruebas y simulación mediante la adquisición de infraestructura y capacidades para generar aplicaciones de seguimiento.
- Definir los parámetros de análisis de soluciones, que sean compatibles con sistemas, de manera que puedan ser utilizados como documentos fuente de creación de aplicaciones a la medida de las empresas beneficiarias y otras de igual sector o sectores complementarios.
- Estructurar un modelo de almacenamiento de información compatible con los sistemas y estándares EPC, mediante el uso de sistemas de intercambio de datos entre aplicaciones de seguimiento, y los motores de bases de datos requeridos para el uso de los sistemas en las empresas beneficiarias.
- Desarrollar una metodología robusta de intercambio de datos entre aplicaciones de seguimiento, y los motores de bases de datos requeridos para el uso de los sistemas en las empresas beneficiarias.
- Crear un sistema de información que permita la interacción de sistemas electrónicos RFID/Barcode y sistemas de datos.

## 4. Planteamiento del Problema

Las empresas que participaron en el proyecto se caracterizan por ser pequeñas y medianas; sus esquemas de inventarios son organizados y altamente manuales, en algunas ocasiones el cliente externo se ve perjudicado por las faltas de control del

mismo; al hacer un análisis de seguimiento y trazabilidad de los productos entregados, se detectan falencias y puntos críticos de control , sobre los cuales no se realizan mejoras , desde la perspectiva dinámica de la integración de los eslabones que componen la cadena de abastecimiento , originando perjuicios de gran impacto; Actualmente no se cuenta con la implementación exhaustiva de sistemas para medición de fallas en alistamientos, de tiempos de ubicación, porque no se cuenta con un sistema que permita medir la situación actual; por ende el desarrollo del que se planteó en el proyecto en mención, permitirá medir la situación actual que no es posible cuantificar.

El seguimiento por concepto de garantías a piezas producidas por las empresas en este momento no permite hacer una desagregación de los procesos particulares, fechas de operación y una verificación real de las fechas de fabricación de las unidades que vuelven a la empresa; mediante el montaje de estos sistemas de seguimiento será posible monitorear los nodos de trazabilidad de las piezas y unidades que en algún momento vuelvan a ingresar a la empresa y a los sistemas de garantías, mantenimientos o reparaciones

Otros de los inconvenientes o situaciones no deseadas que se encuentran actualmente derivadas de la ausencia de sistemas de trazabilidad formal a lo largo de toda la cadena son:

- Robos desconocidos de inmediato, o bien que se detectan a tiempo pero que, por el mismo desorden, no es posible adjudicar responsabilidades al personal.
- Pérdidas en los artículos almacenados derivados del deterioro y la evaporación de sus cualidades, así como la obsolescencia.
- El esfuerzo para la localización de los artículos es mayor de lo normal.
- Los ajustes por diferencias en los inventarios claves al practicar el recuento físico anual llegan a modificar sustancialmente los resultados esperados,

## **5. Metodología**

Para el desarrollo de los objetivos específicos del proyecto, se dio cumplimiento a las siguientes etapas:

### **Etapa 1. Investigación y documentación**

Con el fin de optimizar los recursos del proyecto se recopilaron, analizaron y estudiaron las herramientas y procedimientos desarrollados para el diseño, montaje e implementación de sistemas EPC a nivel mundial. Se apropiaron las metodologías y herramientas disponibles y adecuadas al alcance del proyecto.

Se consultó la literatura disponible y demás información que se compartió dentro de la red internacional EPCGlobal y su representante en Colombia, IAC Instituto Colombiano Codificación y Automatización Comercial; se vinculó un asesor con experticia en el diseño de sistemas logísticos, que a través de la interacción con el personal de investigación del proyecto permitió definir el conjunto de parámetros y los valores

requeridos para el desarrollo de aplicaciones de seguimiento de productos mediante sistemas RFID, así como la metodología de interpretación de los mismos que lleve a la generación de informes e indicadores de gestión y operación logística del sistema.

Se contrató dentro del equipo de trabajo un Ingeniero Electrónico con conocimiento en manejo de señales, el cual dirigió y asesoró todos los procesos de interacción entre las aplicaciones software y los elementos de hardware de control y lectura de los dispositivos RFID que hacen parte del sistema, tales como antenas, unidades lectoras y transponders o Tags adheridos a las unidades a las cuales se realizó el seguimiento.

## **Etapa 2. Diseño Computacional de la Herramienta (software)**

Con base en talleres de aplicaciones y condiciones de uso de sistemas de seguimiento ePC y aplicaciones potenciales que se puedan desarrollar con sistemas RFID, se desarrollaron documentos de requerimientos para posibles módulos del sistema de control ePC.

Trabajando de la mano con asesores en logística de productos, se desarrollaron reuniones de intercambio de ideas que permitieron generar posibles aplicaciones y usos de la tecnología RFID.

Se analizaron documentos de mejores prácticas logísticas y de desarrollo de pruebas piloto y condiciones para implementación de sistemas ePC, dentro de la red EPCGlobal y Auto-ID Center, a las cuales la empresa Grupo Cóndor S.A. se inscribió como proveedor de soluciones.

Con base en la información recopilada en la fase de investigación se realizó el diseño detallado de la herramienta, considerando su desarrollo bajo el concepto de sistema modular. Así mismo, se diseñaron los elementos visuales del sistema tales como menús, íconos, barras de menús, sistema de ayudas.

## **Etapa 3. Desarrollo y validación de la Herramienta**

A partir del diseño detallado se implementó el Software tomando como guía el documento generado en la fase de diseño del software. El equipo de desarrollo analizó la viabilidad de las herramientas de desarrollo propuestas, así como la versatilidad de los diferentes componentes de software de soporte que existen en el mercado de los proveedores de hardware para el control de los equipos, con el ánimo de seleccionar los elementos que mejor se ajustaran al proyecto.

Una vez desarrollada la herramienta se sometió a una serie de pruebas previamente diseñadas, con el fin de detectar posibles defectos en los códigos y sistemas de montaje y conexión de los sistemas. Los errores detectados así como las sugerencias hechas por los usuarios durante las pruebas se plasmaron en un documento que se constituyó como guía para el afinamiento del software y los elementos de montajes eléctricos y electrónicos.

Una de las premisas del proceso de montaje de los sistemas de ePC a nivel mundial es el uso de plataformas de conexión abiertas a Bases de Datos, para lo cual la universidad de MIT en su centro de investigación asociado con Auto-ID Labs, desarrolló el sistema de B.D. SAVANT, que no requiere de licenciamiento para el proceso de interacción Tags – Aplicación central empresarial (ERP), el cual se analizó en el presente proyecto como elemento clave.

Dentro de esta fase se contempló de igual forma el desarrollo tecnológico de proveedores, ya que para permitir un desarrollo más rápido y de mejor calidad se hace necesario trabajar de la mano con proveedores de tecnologías de Hardware (Ej: Siemens), proveedores de servicios de electrónica (Ej: Empresas dedicadas a prestar servicios especializados en diseño y construcción de equipos electrónicos).

## 6. Resultados / Productos esperados

Generación de nuevo conocimiento o desarrollo tecnológico.

RESULTADO: Sistema de trazabilidad para las empresas beneficiarias.

CARACTERÍSTICAS: Sistema que involucrando los esquemas de inventario, codificación e identificación particulares de cada empresa, agrega las funciones de trazabilidad y rastreo a los diferentes elementos a seguir a lo largo de la cadena interna logística de las empresas.

INDICADOR: Herramienta software de trazabilidad. Documentos de diseño, Manuales técnicos de montaje, Manuales técnicos de operación, Manuales de usuario final.

Fortalecimiento de la Capacidad científica tecnológica.

RESULTADO: Formación del recurso humano en áreas técnicas del conocimiento de Ingeniería Industrial, Ingeniería Electrónica e Ingeniería de sistemas y Desarrollo de Software.

CARACTERÍSTICAS: En el proyecto se vinculó personal de diferentes niveles de las empresas beneficiarias a los procesos y labores del grupo ejecutor y co-ejecutor en las actividades de diseño, investigación y validación de procesos, de manera que los mismos se involucraran en cada una de las empresas. Se generó un programa de capacitación en competencias para el diseño, soporte y consultoría en sistemas de trazabilidad para ser utilizado por el SENA y la Universidad de Santander en sus procesos de formación especializada.

INDICADOR: Número de personas involucradas en cada uno de los perfiles académicos del proyecto: Ingeniería Industrial, Electrónica, Ingeniería de sistemas, Desarrollo de software, y formación técnica relacionada con los procesos a ser ingresados en los esquemas de trazabilidad.

Generación de documento de formación por competencias en la línea de diseño, soporte y consultoría en sistemas de trazabilidad.

Apropiación social del conocimiento.

RESULTADO: Talleres de presentación de la herramienta y los resultados obtenidos.

**CARACTERÍSTICAS:** Se realizaron actividades de capacitación interna para los empleados de cada una de las empresas beneficiarias, para que conozcan el resultado de la herramienta desarrollada.

Igualmente se presentó el proyecto y los resultados ante los empresarios que pertenecen al sector metalmeccánico del departamento de Santander, y se encuentran asociados a un proceso de encadenamiento productivo; También se presentaron los resultados del proyecto a docentes y estudiantes de la Facultad de Ingenierías de la Universidad de Santander para que conozcan las ventajas y resultados del uso de los sistemas de trazabilidad industrial.

**INDICADOR:** Número de personas a quienes se les presentó el proyecto, mediante talleres con uso de herramientas pedagógica y metodológicas.

## 7. Conclusiones

El proyecto se realizó con las mejores prácticas de las empresas ejecutora y co-ejecutoras, en pro del cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto, evidenciado por la implementación en los tres (3) beneficiarios; sin embargo actualmente se presenta la oportunidad de replicarlo a empresas que pertenecen al sector metalmeccánico y que se encuentran agrupadas o asociadas estratégicamente mediante la figura de encadenamientos productivos.

La Universidad de Santander UDES, continúa fortaleciendo la dinámica investigativa y su apuesta por la tecnología e innovación, con lo cual busca desarrollar un banco de proyectos, para participar en Convocatorias en el ámbito nacional e internacional.

Las empresas beneficiarias mediante los procesos de socialización, como son las visitas técnicas y los diferentes medios de divulgación, demuestran a la comunidad empresarial y académica de la región y del país, los resultados alcanzados en el proyecto, permitiendo evidenciar el compromiso en la construcción de organizaciones cuya característica se fundamenta en la optimización de procesos productivos y logísticos en la integración de cadenas de abastecimiento.

El sector Metalmeccánico, en Santander, ha integrado mejoras a través del conocimiento de RFID como una herramienta de seguimiento y codificación de materias primas, producto terminado y producto en proceso, a partir de la articulación UNIVERSIDAD - EMPRESA -ESTADO, soportado en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

La implementación de sistemas de identificación de datos por radiofrecuencia, como herramienta estratégica en la trazabilidad logística de procesos de producción en empresas pertenecientes al sector metalmeccánico de la ciudad de Bucaramanga en el presente proyecto, ha permitido que otras empresas, agrupadas mediante encadenamientos productivos, desarrollen planes de mejoramiento en cada uno de los eslabones que conforman su cadena de abastecimiento, con el firme objetivo de replicar las diferentes actividades y procedimientos técnicos bajo tecnología RFID, en un proyecto que se denominará Fase II Replica.

El desarrollo de proyectos de investigación en los que se conjuga la articulación Universidad – Empresa – Estado , han permitido la interacción entre los diferentes Grupos de Investigación de las Universidades de la región, generando el fortalecimiento en el crecimiento dinámico de una investigación no solo formativa , sino de índole científica en la que se obtienen procesos de apropiación del conocimiento en una escala social e innovadora cuyos productos evidencian el compromiso con el fortalecimiento empresarial de la región y del país en términos de competitividad en la escala global.

## 8. Referencias

### Libros

- Ángeles, R. (2005). RFID Technologies: Supply-Chain Applications and Implementation Issues. Information Systems Management, 22, 51-65.
- Álvarez, C; & Gómez, R. (2010). Sistema de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro. Estudios Gerenciales 115.
- Centro de Estrategia y Competitividad (CEC) y Camara de Comercio de Bucaramanga.(2006) Santander: Entorno de negocios competitivo frente al mundo. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Estudio sector metalmeccánico Área Metropolitana de Bucaramanga – Informe Observatorio de Mercado, Diciembre de 2010, IMEBU – Alcaldía de Bucaramanga. Camara de Comercio de Barrancabermeja.
- García A., Y Marquetti H., (2006) Cadenas redes y Clusters productivos: aspectos teóricos. Revista Cuba Siglo XXI. Número LXXII, Diciembre de 2006.
- Haley, C., Jacobson, L. y Robkin, S. (2007). Radiofrequency Identification Handbook. New York: Westport, CT: Libraries Unlimited.
- Ministerio de Comercio, Industria y turismo (2004) Estructura productiva y comercio exterior del departamento de Santander.
- Pallares Villegas, Zoilo, Infante Díaz Migueli. Dic.2009. Programa de integración para el desarrollo de la industria metalmeccánica en el departamento de Santander. Plan de trabajo 2010-2011. Bogotá

### Informes

- Informe del análisis realizado a empresas del Sector Metalmeccánico, realizado en el área metropolitana de Bucaramanga. Autores: CARCE Santander – SENA.
- Informe Nacional de Competitividad 2012-2013. Consejo Privado de Competitividad.
- Informe de actualidad económica, N° 53. Constitución de empresas 2006. Colombia. Camara de Comercio de Bucaramanga (2007). CARCE – SANTANDER Encuesta Sectorial Metalmeccánica. Bucaramanga Dic. 2005.

## Fuentes Electrónicas

- Proyectos Lgyca/Investigación. Siete años de Innovación y Conocimiento para la competitividad de su empresa. Mayo 2015. [http://www.logyca.com/portals/Documentos/LOGINV\\_Proyectos\\_Investigacion\\_Mayo\\_2015.pdf](http://www.logyca.com/portals/Documentos/LOGINV_Proyectos_Investigacion_Mayo_2015.pdf)
- <http://www.gs1co.org/>
- Rfidpoint (junio 2013). El Sena implementa un sistema de vigilancia Rfid. Recuperado de: <http://www.rfidpoint.com/casos-de-exito/el-sena-implementa-un-sistema-de-vigilancia-rfid/>
- [www.iac.com](http://www.iac.com) ([www.gs1co.org](http://www.gs1co.org)) "Trazabilidad y el sistema EAN.UCC"
- <http://www.belt.es/legislación/vigente/comunitaria/reglamento178-02.pdf>
- <http://www.proexport.com.co/vbecontent/logistica/newsdetail.asp>
- [www.iac.com](http://www.iac.com) "EAN-UCC Traceability Implementation"

## Sobre los autores

- **Luis Reina Villamizar**, Ingeniero Industrial UIS, Especialista en Gestión Pública UDES-UPV, Docente Tiempo Completo Programa de Ingeniería Industrial UDES, Director grupo de Investigación Nuevas Tecnologías UDES. [lreina@udes.edu.co](mailto:lreina@udes.edu.co)
- **Néstor Fabián Santos Nova**, Ingeniero Industrial UIS, MBA University of Missouri, Columbia. Management - Marketing Beca Fullbright. Msc Administración Marketing y Comercio Electrónico Tecnológico de Monterrey. [nestorsantos@gmail.com](mailto:nestorsantos@gmail.com)
- **Jonathan David Morales Méndez**, Ingeniero Industrial UDES, Msc en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Director sistema de Gestión de la Calidad Programa de Ingeniería Industrial UDES. [Jonathan.morales@udes.edu.co](mailto:Jonathan.morales@udes.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)