

## Modelo de interoperabilidad entre sistemas para trazabilidad de procesos internos de la industria cárnica empleando nuevas tecnologías de identificación

Ing. Paez Sergio, Ing. Calloni Juan, Ing. Bianciotti Andrés,  
Banchio Leandro, Scharff Lucía

Grupo PowerTICs / Secretaría de Ciencia y Tecnología  
Facultad Regional San Francisco / Universidad Tecnológica Nacional  
Av. de la Universidad 501, 03564-421147  
sergio\_paez@hotmail.com, andresbianciotti@gmail.com

### RESUMEN

Este trabajo presenta un modelo de estandarización e inclusión de nuevas tecnologías de identificación utilizadas en la industria cárnica para crear una base de conocimientos sobre el proceso productivo (trazabilidad interna) basado en el sistema de trazabilidad exigido por los organismos reguladores, como ser SENASA.

La base de conocimiento permitirá lograr la interoperabilidad de los distintos sistemas existentes en el proceso productivo como ser MRP (planificación de los requerimientos de materiales), PCP (planificación y control de la producción), CRP (planificación de requerimientos de capacidad), Gestión de Stock, Control de Calidad, HACCP, etc

**Palabras clave:** Trazabilidad, base de conocimiento, interoperabilidad, procesos productivos, RFID (Radio Frequency Identification), WSN (redes de sensores inalámbricos), IoT (Internet of Things).

### CONTEXTO

La línea de investigación presentada se encuentra en el marco de las áreas prioritarias para el desarrollo de las actividades de I+D que se formalizaron a través de la Resolución de Consejo Directivo N 353/2016 de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco cuyas áreas prioritarias son: gestión de procesos de negocios, ingeniería de software, gestión y tecnologías de las organizaciones, calidad de

Software, seguridad de la información y bases de datos.

Se involucran diversas áreas de estudio como la Ingeniería de Software relacionándose con el desarrollo de sistemas a partir de arquitecturas hexagonales, las Bases de Datos mediante la normalización y persistencia unificada de datos en una base de conocimiento, la Gestión de Procesos de Negocios (BPMN) y dispositivos y tecnologías de comunicación de vanguardia (RFID, IoT y WSN). Estas líneas se encuentran insertas en el Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) N° EIUTNSF0003885 “Desarrollo de un framework para la interoperabilidad de sistemas de trazabilidad mediante modelo ontológico semi formal”, el mismo se encuentra en desarrollo desde el mes de Mayo de 2016. Dicho proyecto es ejecutado por el grupo de I+D PowerTICs de la UTN Facultad Regional San Francisco.

El proyecto se encuentra homologado y financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Tecnológica Nacional.

### 1 - INTRODUCCIÓN

En la industria alimenticia es necesario contar con un sistema de trazabilidad que permita la mejora de los controles de calidad, la optimización de los procesos productivos, el aumento de la confianza del consumidor y en casos de ser necesario el retiro del mercado de partidas específicas de productos. La obligación de su implementación por parte de las empresas radica en cumplimentar con la

legislación vigente impuesta por organismos de control públicos como ser para en el caso de la industria de la carne el SENASA. Las experiencias y los informes del desarrollo de aplicaciones de trazabilidad muestran que la trazabilidad es tarea costosa y complicada [1].

Los sistemas de trazabilidad interna mantienen registros para un determinado proceso de los lotes de entrada y su correlación con los lotes de salida a través de las operaciones que sufre el lote durante el proceso [2], tal como se muestra en la Figura 1.

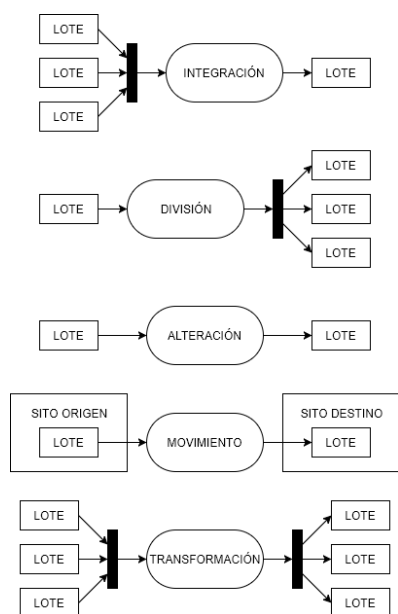


Figura 1 – Operaciones básicas sobre lotes de producción.

Este trabajo propone el uso de nuevas tecnologías de identificación para automatizar el registro en los puntos de control del sistema de trazabilidad y asegurar la validez y exactitud de los datos medidos [3]. A partir de estos registros se genera una base de conocimiento con los datos de producción sobre cada lote que da soporte a las necesidades de información de los distintos sistemas.

### 1.1. Conceptos de trazabilidad

Según la International Organization for Standardization [4], la trazabilidad se relaciona con la capacidad para seguir

históricamente una aplicación o localización de algo que esté bajo consideración u observación. Esta definición se centra en el rastreo de un producto o servicio en un horizonte o línea de tiempo, sin tener en cuenta el sistema de trazabilidad particular.

Según el Codex Alimentarius, “Trazabilidad es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapa(s) especificada(s) de la producción, transformación y distribución” [6].

### 1.2. Tecnologías de identificación actuales

El relevamiento realizado en una empresa tomada como caso de estudio, arrojó las siguientes tecnologías empleadas para identificación de lotes, mezclas, productos intermedios y productos terminados: códigos de barras y códigos QR impresos sobre etiquetas, inscripciones realizadas sobre el envase primario y/o secundario del producto. Estas tecnologías proporcionan datos reducidos a cada etapa del proceso productivo debido a la limitación de caracteres que pueden representar y/o la necesidad de contar con lectores y dispositivos de impresión específicos.

### 1.3. Nuevas tecnologías de identificación

Una red de sensores inalámbricos (WSN) consiste en nodos de sensores con capacidad de captura, procesamiento y transmisión de datos (Figura 2). Los nodos de sensores capturan información del ambiente, tales como temperatura y humedad, la transforman a formato digital y la transmiten de manera autónoma mediante interfaces de comunicación hacia una estación base en donde es almacenada [3].

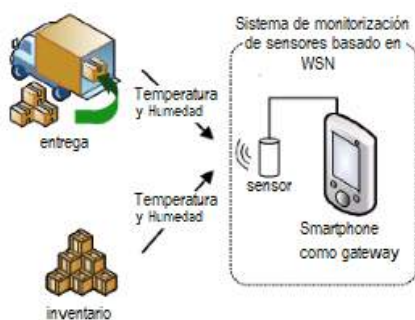


Figura 2 – Lecturas de un sensor de temperatura y humedad empleando WSN [3].

RFID es una tecnología que transmite la identidad, en forma de número de serie único, de un objeto de manera inalámbrica, empleando ondas de radio (Figura 3), sin requerir la intervención humana [3].

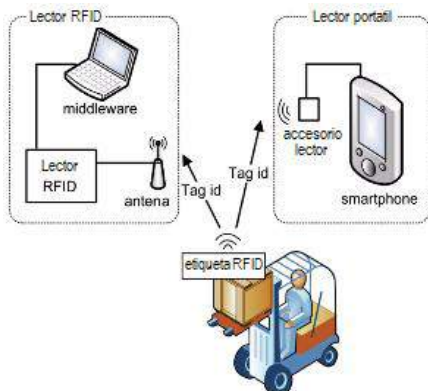


Figura 3 – Arquitectura de un sistema de identificación autónoma empleando etiquetas y lectores RFID [3].

El uso de etiquetas RFID en el sistema de trazabilidad proporciona eficiencia en comparación con los códigos de barras y las etiquetas de papel. Los sistemas de trazabilidad basados en RFID se han implementado en muchas áreas, tales como la cadena de suministro de la acuicultura [7], productos lácteos [8], hortalizas frescas [9] y animales o carne vacuna [10]. La integración de RFID y WSN proporciona un monitoreo continuo de los datos a lo largo del proceso productivo y de la cadena de suministro de alimentos.

#### 1.4. Sistemas relacionados con procesos productivos

MRP (planificación de los requerimientos de materiales), PCP (planificación y control de la producción), CRP (planificación de requerimientos de capacidad), Sistema de Gestión de Stock, Sistema de control de calidad (QMS), Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP, por sus siglas en inglés).

#### 1.5. Trazabilidad de proceso (interna)

Tal como lo establece SENASA en el documento Bases para la implementación de un sistema de trazabilidad, en la trazabilidad interna se trata de relacionar los productos que se han recibido en la empresa, las operaciones o procesos que éstos han seguido (equipos, líneas, cámaras, mezclado, división, etc.) dentro de la misma y los productos finales que salen de ella [6].

## 2 - LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

El desarrollo e investigación se basa en encontrar técnicas de comunicación entre los diferentes sistemas que controlan los procesos productivos de las empresas manufactureras con el fin de brindar interoperabilidad y unificar todos los datos recabados en una misma base de conocimiento central. Se incluyen además tecnologías de vanguardia en cuanto a identificación y seguimiento autónomo de información con el fin de evitar tareas de tipo manual en la carga de información, contando con datos certeros y oportunos durante todo el proceso productivo que doten de puntos de control más específicos a los encargados del seguimiento de la trazabilidad y a los entes reguladores.

## 3 – RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Este trabajo presenta un modelo de sistema para cumplir con la trazabilidad interna, mejorando las tecnologías de identificación y

captura de datos y unificando toda la información en un repositorio compartido por los demás sistemas de la empresa.

Se propone la inclusión de nuevos puntos de control empleando WSN y RFID dentro del proceso productivo que junto con los existentes unifiquen sus registros para un mejor seguimiento del proceso (Figura 4).

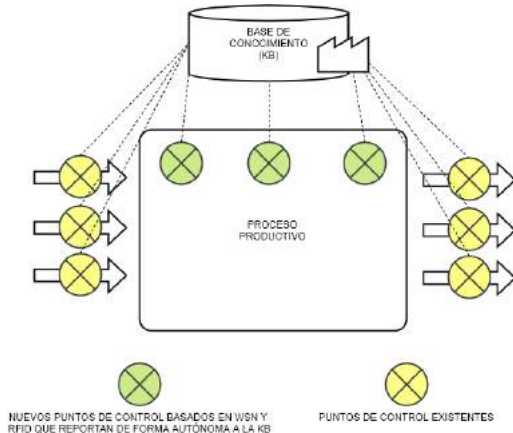


Figura 4 – Nuevos puntos de control dentro del proceso productivo que complementan los existentes.

Se creará una base de conocimiento unificada que centralice los datos de los puntos de control y sirva como repositorio común a los demás sistemas relacionados con los procesos productivos (Figura 5).

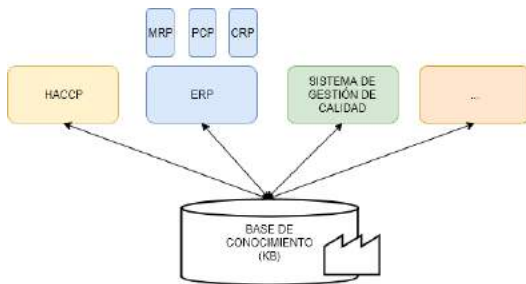


Figura 5 – Base de conocimiento de trazabilidad de procesos actuando como repositorio unificado de los demás sistemas.

Para persistir la base de conocimiento consideramos factible emplear el modelo de trazabilidad propuesto por Bechini [2].

El nuevo modelo mejora los procesos productivos al automatizar la captura de datos

de trazabilidad en los diferentes puntos de control. A su vez, introduce información de espacio-tiempo mediante los registros de sensores inalámbricos ubicados estratégicamente, lo cual permite analizar el proceso considerando nuevas dimensiones y perspectivas. Además brinda interoperabilidad a los distintos sistemas existentes en la empresa (control de calidad, HACCP, MRP, CRP, gestión de stock, etc.) tomando como componente central la base de conocimiento de trazabilidad (Figura 6).

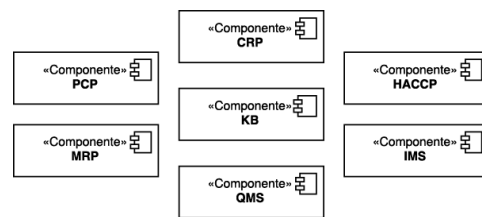


Figura 6 – Relación de la base de conocimiento (KB) con los demás sistemas industriales.

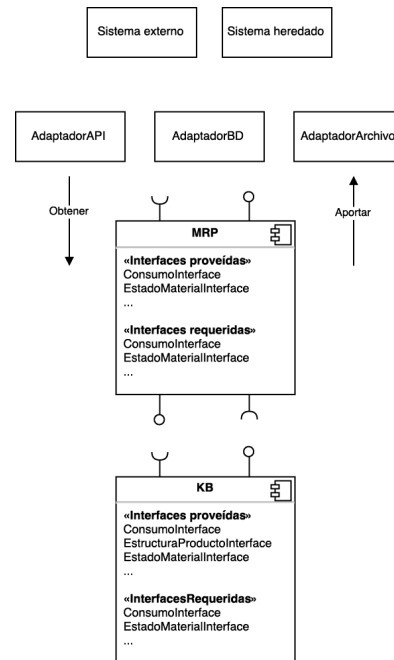


Figura 7 – Interfaces y adaptadores propuestos entre la base de conocimiento y el sistema MRP.

El modelo propone una doble direccionalidad entre los sistemas heredados o externos y la base de conocimiento (KB). Adoptando una arquitectura «ports and adapters» [11], también conocida en

implementaciones particulares como «arquitectura hexagonal», éste enfoque permite separar la lógica del dominio en un sólo punto aportándole flexibilidad a la hora de adaptarlo a reglas de negocio cambiantes y específicas (Figura 7).

La base de conocimiento (KB) es el componente central. En éste las entidades de negocio concentran la información proveniente del resto de las fuentes que luego es vinculada internamente permitiendo trazar estados y características de los productos.

Dependiendo de las interfaces ofrecidas por los sistemas externos, es posible realimentar a éstos con información resultante de la base de conocimiento y mejorar los procesos internos de cada uno.

#### 4 - FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El proyecto incorpora alumnos y graduados de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN Facultad Regional San Francisco en conjunto con estudiantes de Maestría en Ingeniería de Software y Maestría en Calidad de Software de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL). El proceso de investigación permitirá que los participantes tengan contacto con tecnologías y metodologías novedosas, poco frecuentes y candidatas a masificarse en los próximos años: tecnologías de comunicación, tecnologías de identificación, tecnologías de desarrollo, arquitecturas y patrones de software, sistemas de gestión industrial y ontologías.

Algunos de los temas abordados dependen de conocimientos que son ajenos a la profesión de los involucrados. Esto dará lugar a que se planifiquen entrevistas con especialistas en cada dominio al que apunta la

solución fomentando la capacitación de los integrantes mediante el contacto con el medio.

#### 5 - BIBLIOGRAFÍA

[1] Bai Qu, Xinchao Jing, Xiaojun Wang, Y.L. and Y.L., 2012. "Design on Cucumber Traceability System Based on the Internet of Things". In Daoliang Li & Y. Chen, eds. *Computer and Computing Technologies in Agriculture V*, IFIP International Federation for Information Processing 2012. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 199-208.

[2] Alessio Bechini, Mario G.C.A. Cimino, Francesco Marcelloni\*, Andrea Tomasi, "Patterns and technologies for enabling supply chain traceability through collaborative e-business ", *ScienceDirect, Information and Software Technology 50* (2008) 342–359.

[3] Ganjar Alfiana\*, Jongtae Rhee, Hyejung Ahn, Jaeho Lee, Umar Farooq, Muhammad Fazal Ijazb, M. Alex Syaekhoni, "Integration of RFID, Wireless Sensor Networks, and Data Mining in an e-Pedigree Food Traceability System ", *Journal of Food Engineering Volume 212*, November 2017, Pages 65-75

[4] International Organization for Standardization-ISO, "Norma Internacional ISO 9000, Sistema de gestión de la calidad ", *Fundamentos y vocabulario*. Ginebra, 2005.

[6] "Bases para la implementación de un sistema de trazabilidad", Enero 2010. SENASA - Dirección Nacional de Fiscalización Agroalimentaria - Dirección de fiscalización de productos de origen animal.

[7] Alfredo Parreño-Marchante, Alejandro Alvarez-Melcona, Mira Trebar, Piero Filippin, "Advanced traceability system in aquaculture supply chain", *Journal of Food Engineering*, Volume 122, February 2014, Pages 99-109

[8] P. Barge, P. Gay, V. Merlino, C. Tortia, "Item-level Radio-Frequency Identification for the traceability of food products: Application on a dairy product", *Journal of Food Engineering Volume 125*, March 2014, Pages 119-130.

[9] Mainetto, L., Francesca, M. Patrono, L., Simone, F., Laura, M.S., Vergallo, R., "An RFID-based tracing and tracking system for the fresh vegetables supply chain", *Int. J. Antennas Propag.* 2013, 15.

[10] Jianying Feng, Zetian Fu, Zaiqiong Wang, Mark Xu, Xiaoshuan Zhang, "Development and evaluation on a RFID-based traceability system for cattle/beef quality safety in China", *Food Control Volume 31*, Issue 2, June 2013, Pages 314-325.

[11] Hexagonal architecture: Alistair Cockburn, online at <http://alistair.cockburn.us/Hexagonal+architecture>