



UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE
FACULTAD DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
MAGISTER EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS
MBA EXECUTIVE



**LA TECNOLOGIA RFID COMO HERRAMIENTA DE
APOYO A LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS DE
BODEGA EN LA MINERIA**

*Tesina presentada como parte de la Actividad de
Titulación para optar al grado académico de Magíster
en Dirección de Empresas.*

Profesor Guía: Aurora Sánchez O.

Jorge Bravo Lopetegui

jbravo@codelco.cl

Juan I. Francisco Montenegro

jfrancisco@pjud.cl

Mauricio Riffo Soto

mrs@tecnipak.com

CALAMA, ENERO DE 2013.

RESUMEN

La gestión de bodegas es uno de los componentes más importantes en la cadena de abastecimiento de cualquier empresa y es por ello que se han incorporado tecnologías de auto identificación para sus operaciones. En la actualidad en estas la más utilizada es el código de barras, pero también en forma menos masiva se observan aplicaciones que incorporan la RFID (Radio frequency identification), como alternativa para mejorar su gestión. Existiendo ventajas y desventajas en cada una de ellas, es la RFID la que podría presentar un mayor beneficio.

Este estudio tiene como objetivo un análisis del uso potencial de la tecnología RFID en la gestión de bodegas para mejorar sus operaciones, para lo cual se considera en primer lugar una descripción de los sistemas de identificación automática y los sistemas de Identificación por radiofrecuencia (RFID). En segundo lugar describe en forma general en qué consiste la cadena de abastecimiento y las operaciones de una bodega y por último analiza los usos actuales y potenciales de los sistemas RFID en los procesos asociados a la gestión de bodegas.

La metodología de trabajo consistió en desarrollar una revisión exhaustiva y selectiva de la literatura relativa al tema a tratar, a través de una recopilación de material bibliográfico y la consulta de fuentes secundarias válidas para lograr los objetivos planteados. El análisis de la información y estructuración de la misma permitió un correcto encuadre del estudio y una adecuada respuesta al tema de investigación.

Finalmente, se puede indicar que una tendencia actual es utilizar sistemas híbridos de código de barras y RFID, debido a la masificación y madurez de uso del mercado del primero y las ventajas operacionales e información que ofrece el segundo, lo cual los convierte en complemento en vez de competencia para las empresas que buscan aumentar su productividad y competitividad a través del mejoramiento de los procesos de la cadena de abastecimiento y la gestión de bodegas.

INTRODUCCION

Una de las áreas fundamentales en la gestión empresarial es la Cadena de Abastecimiento y particularmente la gestión de las bodegas. Las empresas disponen hoy en día de sofisticadas soluciones tecnológicas como sistemas de administración de bodegas y sistemas de planificación de recursos de la Empresa (ERP por sus siglas en inglés), así como algunas herramientas de captura automática de datos, con la intención de mejorar sus operaciones. Sin embargo, existen ámbitos como el de gestión de bodegas donde las tecnologías han sido incorporadas, pero se observa que es posible mejorar más la productividad utilizando herramientas de captura automática de datos que van desde el código de barras, hasta la Identificación por Radiofrecuencia (RFID).

La RFID (*Radio Frequency Identification*), es una tecnología de identificación automática similar a la del Código de Barras, pero que utiliza ondas de radio para capturar los datos contenidos en una etiqueta. Una de las características particulares de esta tecnología es que no requiere que la etiqueta sea vista para leer la información contenida en ella. (Almonacid, J.L., 2007).

La RFID está siendo usada por muchas empresas de todo el mundo desde hace más de una década. Aunque, su incorporación a la industria está siendo lenta. Hasta hace unos años, el costo del RFID ha limitado mucho su uso. En algunos sectores como el automotriz, los costos del RFID podrían estar justificados por el ahorro que el sistema puede generar. Sin embargo, en otros donde los bienes necesariamente pasan por una etapa de almacenamiento en bodegas y la gestión de ellas es relevante, aun no están claramente justificados.

Por este motivo esta tesina busca estudiar las características del RFID, y las aplicaciones actuales y futuras como herramienta de gestión de bodegas.

TECNOLOGIAS O SISTEMAS DE AUTOIDENTIFICACIÓN

Las tecnologías de auto identificación se han convertido en algo imprescindible en nuestras vidas, las cuales han crecido en los últimos 50 años. El código de barras ha sido el máximo exponente en las tres últimas décadas, ya que está en casi todas las cosas. Aunque aparentemente la tecnología RFID es la nueva tecnología en la identificación, ésta no reemplazará a los códigos de barras o cualquier otra tecnología de auto identificación por lo menos de momento. Ya que cada tecnología de auto identificación tiene sus ventajas (fortalezas) y desventajas (debilidades). Y es por ello por lo que coexistirán cada una de ellas en las aplicaciones para las que son más competitivas.

La identificación automática

La identificación automática, o auto ID en su forma abreviada, es un término amplio con el que se denomina a un grupo de tecnologías que se emplean para ayudar a que las máquinas identifiquen distintos tipos de objetos. Con frecuencia la ID automática se asocia con la captura automática de datos. Es decir, que las empresas desean poder identificar objetos, captar información acerca de los mismos y de alguna manera introducir esta información en una computadora sin tener que recurrir a que los empleados tengan que hacerlo manualmente mediante un teclado. El objetivo de la mayoría de los sistemas de auto ID es el aumentar la eficiencia, disminuir los errores en la introducción de la información y el liberar al personal para que pueda realizar labores con mayor valor agregado, como ser ofreciendo servicios al cliente. Existe una variedad de tecnologías que se agrupan bajo el paraguas de la auto ID. Estas incluyen los códigos de barras, las tarjetas inteligentes, los sistemas de reconocimiento de voz, algunas tecnologías biométricas (por ejemplo, los escaneos de retina, huella dactilar), reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y la identificación por radio frecuencia (RFID).

Los sistemas y procesos antes descritos, pueden ser utilizados para lograr la identificación de objetos y también personas. Cabe destacar que cuando son

usados para fines comerciales, pueden contener gran cantidad de información, como por ejemplo: características del producto, su procedencia, sus proveedores, la cadena de abastecimiento, el costo, el precio de venta, etc.

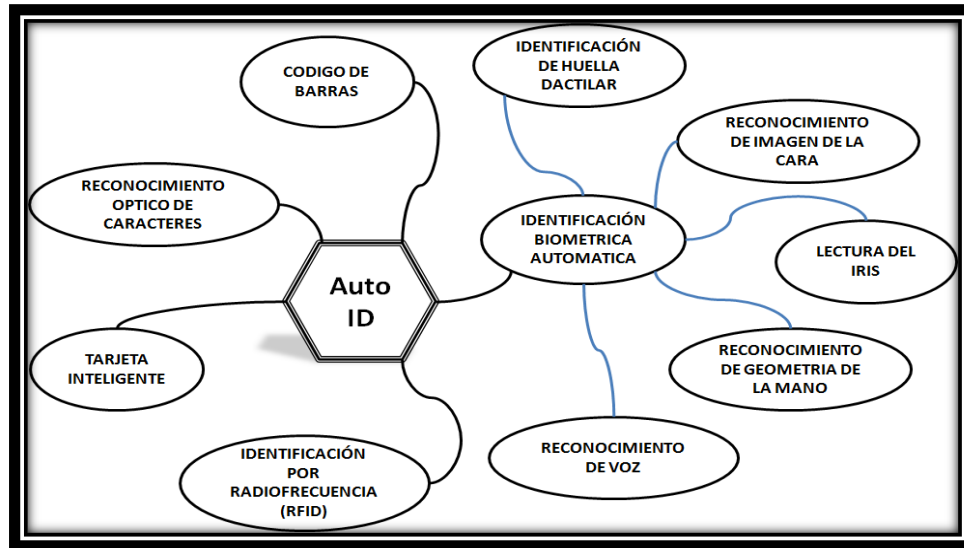


Figura 1. Esquema de los sistemas más importantes de auto-identificación.

Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Esik (2012)

El Código de Barras.

El código de barras es una herramienta informática de alta tecnología, que consiste de un conjunto de líneas y espacios paralelos entre sí, que poseen información de acuerdo los espesores de las barras y el acondicionamiento entre las mismas, por lo tanto, estas condiciones y la información deben ser definidas y asignadas a cada código previamente.(fuente)

Esta información es guardada en forma de registros magnéticos, ópticos o impresos los cuales son reconocidos por un dispositivo de lectura compatible con el sistema de codificación, que debe ser capaz de decodificar, verificar y comparar los datos, para después tomar una decisión lógica predeterminada.

El sistema es altamente confiable y preciso, además de tener una capacidad de almacenar grandes volúmenes de información, en lapsos de tiempo muy cortos, que lo hace muy conveniente y aceptable para el manejo de información detallada de productos con diferentes especificaciones como: vida útil, existencias, fecha de caducidad, ubicación o posición en un área definida, etc.

Es el sistema más utilizado a nivel mundial para la identificación de productos. El código de barras es una aplicación que está conformado por un código binario de barras y espacios dispuestos en forma paralela.

El diseño de estos campos representa datos asociados a un elemento.

La secuencia es leída por un scanner óptico laser.



Figura 2. Código de barras EAN 13 para ISBN (International Standard Book Number).

El código de barras más utilizado a nivel mundial es el EAN (European Article Number), el cual fue diseñado específicamente para el sector de la alimentación. Etiquetas Autoadhesivas Saadia (2012)

La identificación biométrica automática

La identidad, lo que permite distinguir a un individuo de los demás, resulta de una combinación de rasgos biológicos (físicos), y sociales (conductuales), que le son intrínsecos: la forma de la cara, la estatura, el color de ojos, la conformación de la dentadura, son ejemplos típicos de

elementos constituyentes de la identidad biológica de una persona. Los rasgos sociales son en gran parte resultado de la interacción del individuo con su medio y en cierta manera almacenan información sobre la naturaleza de dicha interacción.

Las más conocidas son las huellas dactilares, la imagen de la cara, la lectura del iris, geometría de la mano y reconocimiento de voz.



Figura 3. Los lectores de huellas dactilares pueden proteger el acceso a un área restringida, a un Pc portátil, una memoria USB o el uso de una puerta. Fuentes: Elaboración propia a partir de imágenes de *Securityinfowatch (2012)*, *Trustedreviews (2012)*, *Zive (2012)*, *Adelshop (2012)*

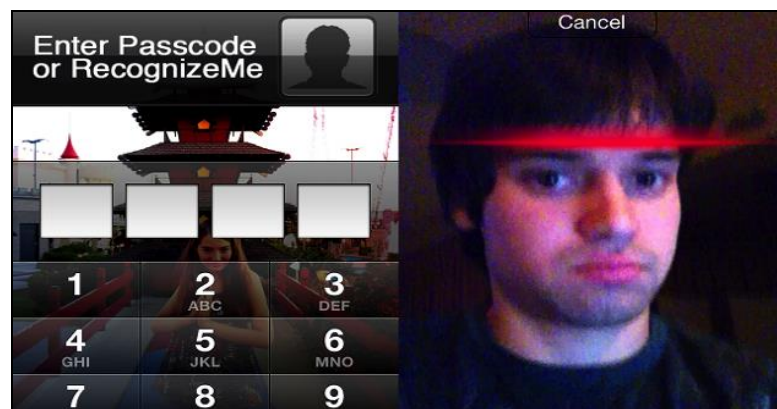


Figura 4. Reconocimiento de Imagen de la Cara (Aplicación para I-Phone). Fuente: Cydia (2012)

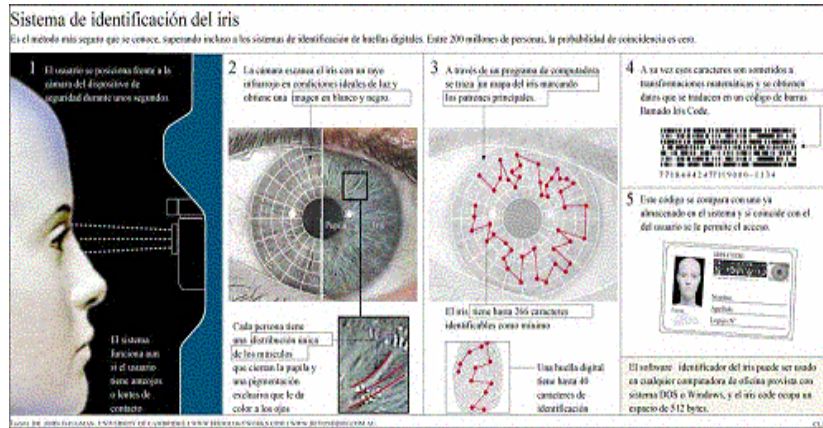


Figura 5. Lectura del Iris. Fuente: Belt (2012)



Figura 6. Reconocimiento de la Geometría de la Mano. Fuente: Acrosoft (2012)

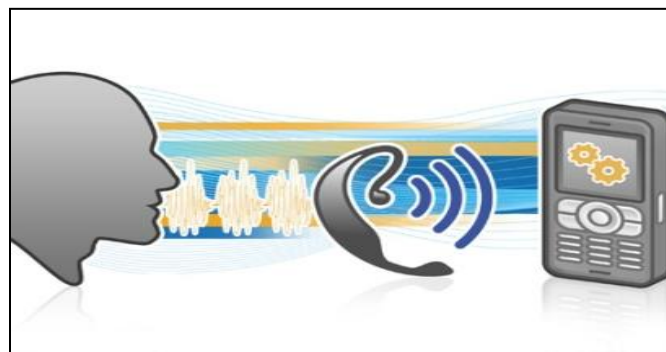


Figura 7. Sistema de Reconocimiento de Voz. Fuente: Nintendo (2012)

Las tarjetas inteligentes (Smartcard)

Las tarjetas inteligentes son ampliamente reconocidas como una de las formas más seguras y confiables de identificación electrónica. Una tarjeta inteligente incluye un chip de computador agregado a la tarjeta, que puede ser un micro controlador con una memoria interna o una memoria interna solamente. La tarjeta puede ser conectada al lector, ya sea directamente por contacto físico o de forma remota, a través de una interfase electromagnética. Al tener un micro controlador agregado, las tarjetas inteligentes tienen la habilidad única de almacenar enormes cantidades de datos, realizar sus propias funciones en la misma tarjeta (por ejemplo, encriptar y hacer firmas digitales), e interactuar inteligentemente con el lector de la tarjeta.

La tarjeta de identificación inteligente puede combinar varias tecnologías de identificación; incluyendo el chip, marcas de seguridad visual, tiras magnéticas, códigos de barra y/o tiras ópticas.

Muchas organizaciones de gobierno y empresas están implementando sistemas de identificación segura, basado en tarjetas inteligentes, para acceso físico y lógico, agregando otras aplicaciones que tradicionalmente han requerido procesos y tarjetas de identificación separadas.

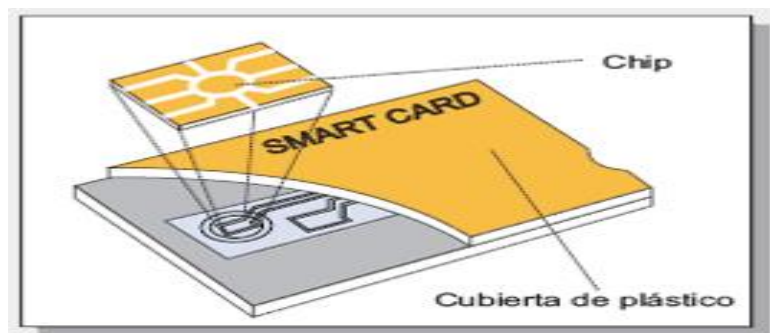


Figura 8. Tarjeta Inteligente Fuente: Scssa (2012)

Reconocimiento Óptico de Caracteres

El reconocimiento óptico de caracteres (ROC), así como el reconocimiento de texto, en general son aplicaciones dirigidas a la digitalización de textos. Identifican automáticamente símbolos o caracteres que pertenecen a un determinado alfabeto, a partir de una imagen para almacenarla en forma de datos con los que podremos interactuar mediante un programa de edición de texto o similar. Con frecuencia se abrevia en textos escritos en español utilizando el acrónimo a partir del inglés OCR.

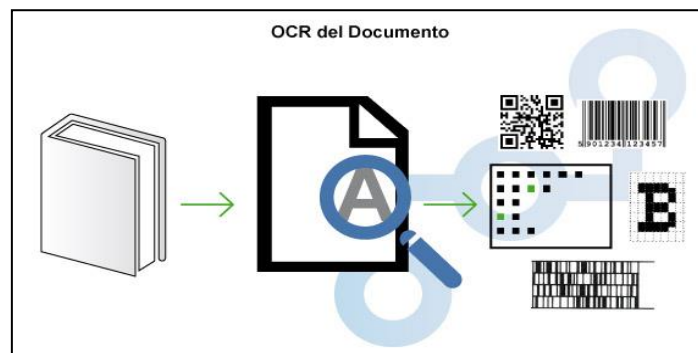


Figura 9. Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR)

Fuente: Archivo Inteligente (2012)

La identificación por radiofrecuencia RFID.

RFID o Identificación por radio frecuencia se trata de un nombre muy moderno para una tecnología que ha venido existiendo desde hace 50 años, tecnología que nació en el ámbito militar.

La tecnología que está mucho más relacionada con el origen de RFID es la antena IFF o transpondedor IFF la cual entró en funcionamiento en el año 1939. Durante la Segunda Guerra Mundial los británicos utilizaron esta tecnología para distinguir entre sus propios aviones de regreso a sus bases y aquellos aviones del enemigo que venían a atacarles desde la

costa francesa. Ya que con anterioridad a esta tecnología necesitaban que el avión aterrizara en una de sus bases para distinguir si se trataba de un avión enemigo o amigo. Gracias a esta tecnología esta distinción era capaz de realizarse a una distancia de hasta 40 kilómetros. Este sistema consistía en instalar una antena en el fuselaje de los aviones aliados de manera que respondieran correctamente a una señal de interrogación que se les enviaba, y de este modo podrían distinguir entre un avión 'amigo' de un avión 'enemigo'. Las siglas IFF hacen referencia a Identify: Friend or Foe, lo cual significa Identificación: Amigo o enemigo. Aunque estos sistemas daban servicio desde la Segunda Guerra Mundial, no eran satisfactorios para alta velocidad o para tráfico de aeronaves denso, a pesar de esto, sobre este sistema está basado el control de avión comercial actual.

El sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID) suele ser uno de los más utilizados en la gestión de la cadena de abastecimiento por los beneficios que puede ofrecer en la captura de información en tiempo real y en minimizar los errores en la identificación de los productos, lo cual puede agilizar y mejorar algunos procesos de la cadena de abastecimiento a través de la trazabilidad, visibilidad y toma de decisiones en tiempo real.

La Identificación por radio frecuencia, o RFID, es un término genérico para definir tecnologías que emplean ondas radiales para identificar de manera automática a personas u objetos. Existen varios métodos de identificación, pero el más común es el almacenar un número de serie que identifica a una persona o a un objeto, y tal vez otra información, en un microchip que se anexa a una antena (el microchip y la antena en conjunto se denominan transpondedor de RFID o etiqueta de RFID). La antena permite que el microcircuito transmita la información de identificación a un lector. El lector convierte las ondas radiales emitidas por la etiqueta RFID en información digital que puede ser pasada a computadoras que la pueden usar.

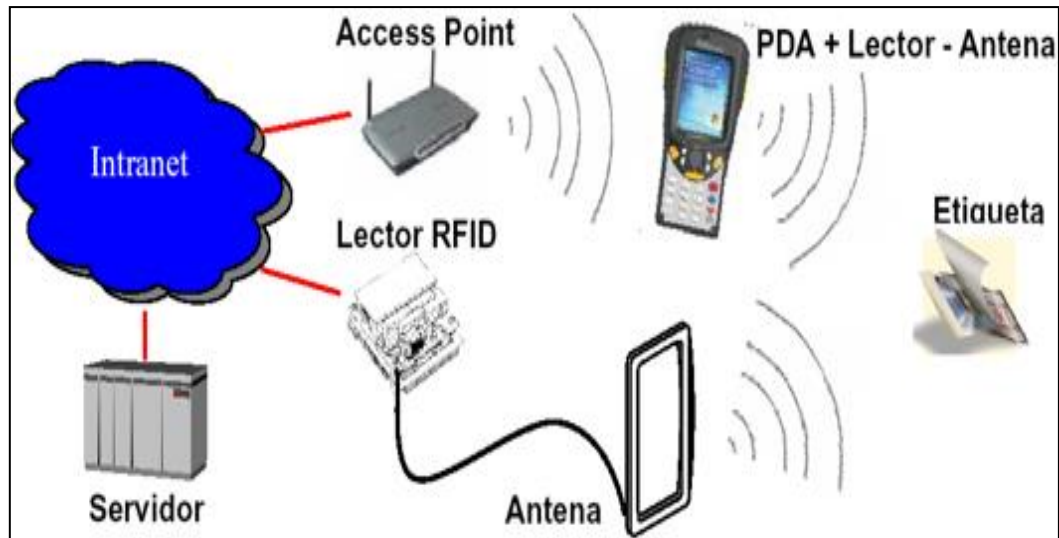


Figura 10. Diagrama de un sistema de RFID

Fuente: *Industrialopusnova* (2012)

Un sistema RFID incluye los siguientes elementos:

- Etiqueta que contiene un código identificativo.

Etiquetas Pasivas

No requieren fuente de alimentación interna, ya que toda la energía que necesita la recoge del campo electromagnético creado por el lector. Esta energía basta para activar el circuito integrado del chip y de este modo generar y transmitir una respuesta.

Etiquetas Activas

Disponen de una propia batería para el suministro de energía. La utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y de este modo propagar la señal al lector consiguiendo una mayor distancia de funcionamiento. Tienen una mayor capacidad de almacenamiento de información. A diferencia de las etiquetas pasivas no envían únicamente un simple código de identificación, debido a que disponen de más energía que permite enviar más información.

- Antena usada para transmitir las señales de RF entre el lector y el dispositivo RFID.
- Módulo de radio frecuencia o transceptor el cual genera las señales de RF.
- Lector o módulo digital el cual recibe las transmisiones RF desde el dispositivo RFID y proporciona los datos al sistema servidor para su procesado.

LA CADENA DE ABASTECIMIENTO, GESTIÓN DE CADENA DE ABASTECIMIENTO, LOGÍSTICA Y GESTIÓN DE BODEGAS.

La Cadena de Abastecimiento.

Una cadena de abastecimiento no es más que todas las actividades relacionadas con la transformación de un bien, desde la materia prima hasta el consumidor final, muchas veces nos llega a nuestras manos un producto, sin darnos cuenta que ha pasado por un proceso para que llegue a ser el producto que tenemos, ese proceso es el que conocemos como cadena de abastecimiento. Además una compañía que produce bienes forma parte de un eslabón en la cadena de abastecimiento.

Se debe considerar que un componente crítico de la cadena de abastecimiento es el concepto denominado gestión de la cadena de abastecimiento, el cual busca coordinar, integrar y establecer estrategias que logren mejorarla.

Gestión de la Cadena de Abastecimiento

La gestión de la cadena de abastecimiento es la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales de negocios y de las tácticas de estas funciones dentro de una compañía particular. La integración de procesos claves desde el usuario final hasta el proveedor original que surte los productos, servicios e información que agrega valor para el cliente y otros terceros interesados.

Un producto gana valor a medida que pasa a través de la cadena de abastecimiento, esto es lo que se conoce como proceso de “valor agregado” si una parte de la cadena no agrega valor al producto las fuerzas del mercado anularan ese eslabón, por ejemplo, una compañía compra un producto y no le hace nada y los revende a un precio más caro, sus clientes terminarían por encontrar el proveedor original y comprar el producto directamente a un precio más bajo.

A partir de lo dicho en párrafos anteriores, se puede concluir que la gestión de la cadena de abastecimiento, es un medio para coordinar e integrar estratégica y sistemáticamente los procesos claves dentro de la cadena de abastecimiento con el fin de satisfacer las necesidades del cliente y mejorar el desempeño de las empresas involucradas. Finalmente, se puede indicar que la logística es un concepto clave para alcanzar un adecuado desempeño de la cadena de abastecimiento debido a que se relaciona con sus flujos de información, productos/servicios y dinero entre los compradores y consumidores.

Logística

La logística se puede definir como la parte del proceso de la gestión de la cadena de abastecimiento encargada de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenaje y flujo directo e inverso de los productos, servicios y toda la información relacionada con éstos, entre el punto de origen y punto de consumo, con el propósito de cumplir las expectativas del consumidor. En base a esto se puede inferir que la logística es una parte de la gestión de la cadena de abastecimiento que tiene como funciones principales planificar, implementar y controlar el almacenaje y flujos de productos, información y dinero entre los puntos de origen a los de destino buscando mejorar el desempeño interno de la empresa, su cadena de abastecimiento y por ende el cliente a través de diferentes procesos tales como: gestión de bodegas, producción, inventarios, transporte, entre otros.

Una vez presentadas las definiciones de cadena de abastecimiento, gestión de cadena de abastecimiento y logística, se puede inferir que la cadena de abastecimiento es el concepto global que incluye a los otros dos. Adicionalmente, se puede indicar que esta cadena abastecimiento se compone de un conjunto de funciones, instalaciones, medios de transporte y sistemas de información que permiten transformar la materia prima en producto terminado para satisfacer las necesidades del cliente. Por otra parte, la gestión de la cadena se encarga de coordinar e integrar los procesos logísticos que buscan mejorar la eficiencia y eficacia de la cadena. Finalmente, la gestión de bodegas es un proceso logístico que permite a la empresa coordinar el flujo de productos e información con otras empresas de la cadena, mantener un equilibrio en los inventarios y servicio al cliente, los cuales pueden impactar en el desempeño global de la cadena de abastecimiento.

Gestión de bodegas

La gestión de bodegas es uno de los componentes más importantes en la cadena de abastecimiento, debido a que puede representar el 20% de sus costos. En cuanto a sus definiciones, se puede decir que la gestión de bodegas es un conjunto de operaciones tales como: recepción, acomodo, almacenamiento, preparación de pedidos y despacho, que sirven para almacenar materia prima, trabajo en proceso o producto terminado que permiten la amortiguación de los desfases entre la demanda y producción, que permiten atender las necesidades de productos terminados a los clientes o manejo adecuado del centro de distribución.

Objetivos de la gestión de bodegas

Entre los principales objetivos de la gestión de bodegas se encuentra maximizar la rotación de productos, operatividad de la bodega y capacidad de almacenamiento.

Por otra parte, se debe buscar minimizar los recorridos en las operaciones, los costos e inversiones en el inventario, desaprovechamiento del espacio y pérdidas de productos, entre otros.

Por lo cual, para alcanzar estos objetivos las empresas deben identificar, planear, diseñar, implementar y mantener procesos y sistemas de almacenamiento adecuados a su operación e inclusive debe identificar tecnologías que apoyen dichas procesos con el fin que se actúe de forma eficiente, eficaz y se garantice la satisfacción del cliente.

Procesos de la gestión de bodegas

Para realizar una gestión eficiente de una Bodega se deben realizar procesos o procedimientos, los cuales pueden utilizarse en cualquier tipo de

bodega, por su carácter generalista, pudiendo existir otros específicos, según el tipo de material y características propias de la empresa a la cual pertenecen las instalaciones de almacenamiento.

Tomando como referencia una bodega de una empresa minera. En general los procesos más comunes para su gestión son: recepción, almacenamiento, despacho y control de inventario.

Proceso de recepción.

Recepcionar los bienes, materiales y suministros, comprobando que correspondan a las cantidades y calidades establecidas en la orden de compra y factura o guía de despacho del proveedor, y rechazar productos que estén deteriorados o no correspondan a la compra.

Informar al Área de Adquisiciones o al Jefe de Bodega según corresponda, cualquier irregularidad en la recepción.

En este proceso se deben determinar protocolos o directrices para realizar una adecuada gestión de recepción de productos, tales como la asignación de lugar de descarga y las metodologías para realizar la recepción, antes que esta sea enviada a la zona de almacenamiento o producción.

Proceso de almacenamiento.

Asignación de ubicaciones, acomodación de mercancía, mantención y guardado en estanterías o pallets, y protección contra daños, todo esto hasta que el producto sea solicitado por el siguiente

eslabón de la cadena de abastecimiento. El almacenamiento en general debe considerar los siguientes aspectos:

- 1) Tipos de carga:
 - a. General (repuestos, equipos e insumos).
 - b. Granel (sólidos y líquidos).
 - c. Peligrosa (combustibles, explosivos y sustancias químicas)
 - d. Valiosa o estratégica.

- 2) Tipo de almacenamiento:
 - a. Intemperie.
 - b. Bajo techo.
 - c. Refrigerado.
 - d. Especial.
 - e. Volumen, peso y forma.

- 3) Aprovechamiento adecuado del espacio físico.

- 4) Mayor rapidez de operación.

- 5) Control más expedito y eficiente en el manejo de los materiales almacenados.

Proceso de despacho.

Despachar los bienes y materiales, según las cantidades y especificaciones establecidas en el documento "solicitud de materiales" u otro documento interno.

Preparación y adecuación de solicitudes de los clientes. La mercancía que se prepara en este proceso, es recogida de las

ubicaciones o localizaciones de la zona de almacenamiento. Se deben establecer procedimientos acerca del diseño y distribución de la zona de preparación, las cuales varían según las características de los órdenes y los productos.

Control de inventario

Los inventarios tienen un papel fundamental en la economía de las empresas e instituciones. Por lo tanto, debe encontrarse en la administración de inventarios (incluyendo las bodegas) un área fructífera para reducir los costos. Desde el punto de vista de la Empresa, los inventarios representan una inversión, ya que se requiere de capital para tener reservas de materiales en cualquier estado.

El inventario corresponde al almacenamiento de bienes y productos, los cuales se mantienen en un sitio de dispuesto para tal efecto. Estos bienes y productos consisten comúnmente en:

- Materias primas
- Productos en proceso
- Productos terminados
- Suministros

El control de inventarios es la técnica que permite mantener la existencia de productos a niveles deseados.

Se puede observar que cada proceso de la gestión de bodegas cumple con ciertas actividades, las cuales pueden variar de una empresa a otra en cuanto a complejidad e importancia. Por lo cual, estos deben planear, diseñar, implementar y controlar de forma específica según sea el caso.

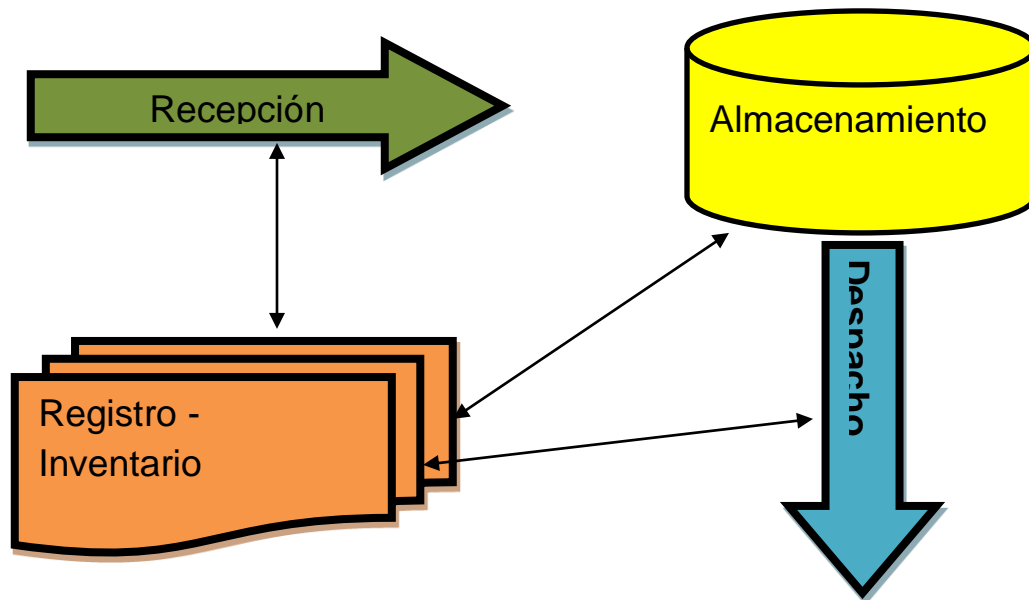


Figura 12. Diagrama de procesos en la gestión de bodegas.

Fuente: Fundacionrutten (2012)

APLICACIONES ACTUALES Y POTENCIALES DE LA TECNOLOGIA RFID

Las aplicaciones actuales de la tecnología RFID son muchas y se observa que crecerá de manera importante en los próximos años. Como se puede observar en el gráfico mostrado a continuación la aplicación a nivel global más importante de la tecnología RFID es en el ámbito de la logística y la distribución con un 52%. Le sigue con un 28% el ámbito de la salud. La tecnología RFID también se está usando actualmente para el control de acceso, introduciendo las tarjetas de acceso. También se usa en el ámbito de la agricultura y en el ámbito militar, ámbito en el cual nació la tecnología.

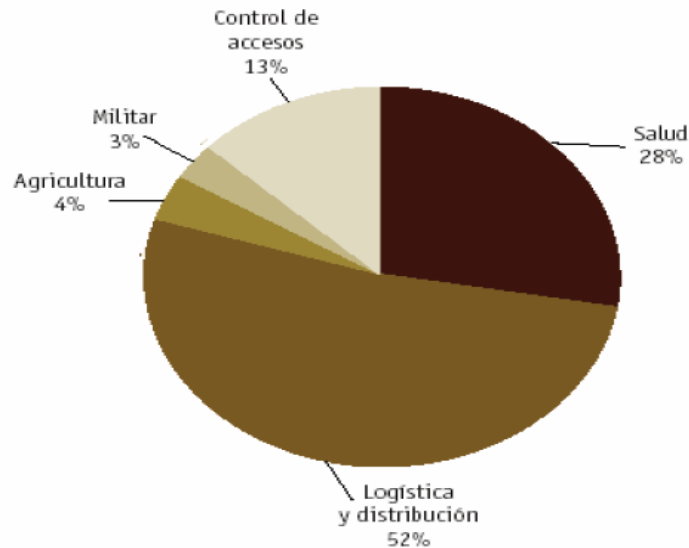


Figura 12. Aplicaciones de RFID

Fuente: Informe de vigilancia tecnológica Madri+d: "Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): Aplicaciones en el ámbito de la salud".

A lo largo del mundo las aplicaciones de la tecnología RFID son muchas y muy variadas, entre otras cabe destacar:

- En el ámbito militar, por ejemplo, el departamento de defensa americano solicita a sus proveedores el uso de RFID en la cadena de suministro.
- En el ámbito de los transportes, esta tecnología se está usando por ejemplo, por la compañía Delta-Airlines, y AirFrance para el control de equipajes.



Figura 13. Control de equipajes.

Fuente: Aplicaciones móviles con tecnología RFID Activa Fuente: Kimaldi (2012)

- También la empresa Michelin planea su uso para el control de neumáticos.



Figura 14. Control de neumáticos

Fuente: Zoodata (2012)

- Para el control en las bibliotecas existen varios ejemplos, como puede ser la biblioteca del Vaticano, la cual utiliza esta tecnología para poder controlar su patrimonio, la biblioteca pública de Seattle.

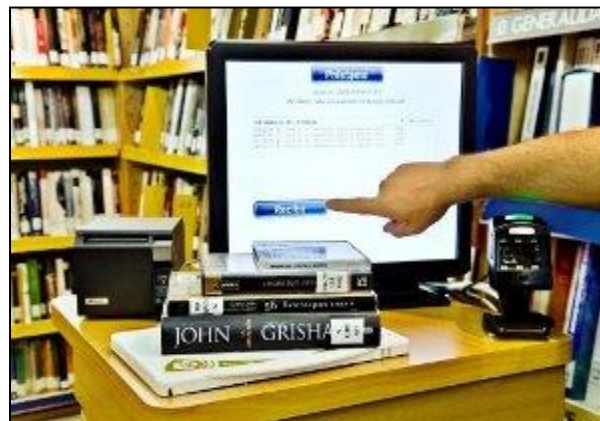


Figura 15. Control de bibliotecas

Fuente: Serdoc (2012)

- En tiendas de ropa para identificar a las prendas como puede ser Levi's, o como medida de seguridad en tiendas como GAP en Estados Unidos.

- También como control de acceso en zonas residenciales, aparcamientos, plantas industriales...de manera que se administra y se registra el ingreso o permanencia de vehículos en estas zonas.



Figura 16. Control de Acceso Personal.

Fuente: Futurointeligente (2012)

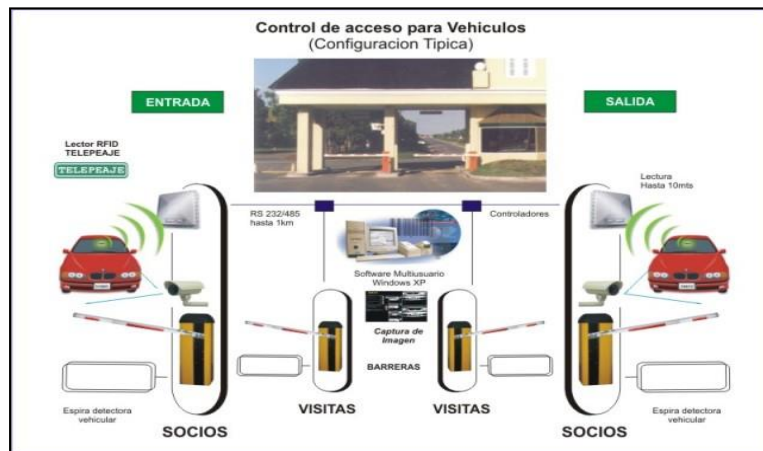


Figura 17. Control de Acceso de Vehículos.

Fuente: Sictranscore (2012)

Hoy en día, en Chile, las aplicaciones más importantes y generalizadas de esta tecnología son los controles de acceso, y el pago automático de peajes.

APLICACIÓN ACTUAL DE LA TECNOLOGIA RFID EN LA GESTIÓN DE BODEGAS.

La principal aplicación que se está dando actualmente a la RFID a nivel mundial consiste en la gestión del inventario de bodegas. Para la gestión se implantan etiquetas RFID a los artículos, reemplazando al actual código de barras, para seguir su trazabilidad a lo largo de su ciclo de vida.

La trazabilidad consiste en el conjunto de procedimientos que permiten seguir la ubicación y trayectoria de un producto a través de todas sus etapas de producción, transformación y distribución. Tener una información adicional de los objetos etiquetados ofrece numerosos beneficios, tanto para el control de Stock, como para la gestión de distribución y abastecimientos.

En la figura 18 se puede observar la convivencia del código de barras y de la tecnología RFID, de forma que todos los objetos se identifiquen mediante las dos tecnologías. El código de barras y la tecnología RFID coexistirán durante algún tiempo de tránsito, por ejemplo, de manera que un objeto se pueda identificar mediante la tecnología RFID en su lugar de creación y mediante un código de barras en un supermercado que todavía no tenga instalada la nueva tecnología de identificación, RFID.



Figura 18. Etiquetado RFID.

Fuente: Sistema FARO (2012).

La RFID se presenta como la solución más válida para poder asegurar una óptima gestión de los activos, además de que ofrece flexibilidad para organizar, aprovechar y localizar todo tipo de activos en cualquier proceso del negocio.

Los productos caducados, las estanterías vacías, los equipajes perdidos o los inventarios erróneos son algunos de los desafíos a los que se enfrentan las empresas hoy en día. Desafíos que impactan directamente en sus clientes, y más concretamente en las ventas debido a la incapacidad de controlar y gestionar artículos individuales, y lo que conlleva a una reducción de beneficios. En mercados como el de la distribución, médico y transporte necesitan además saber en todo momento la localización exacta de los activos y el estado del inventario a nivel de artículo.

El objetivo principal de cualquier empresa es la obtención de beneficios. La obtención de beneficios reside en gran parte en las ventas, ventas que se verían afectadas si el inventario no se realiza con efectividad, es decir, esta función es efectiva, ya que éstas se verán afectadas si no tienen material suficiente para poder trabajar.

La tecnología de identificación por radiofrecuencia se puede emplear para la gestión del inventario de modo que se gestionen los activos y se realice la trazabilidad de éstos. De esta forma será posible la localización de un activo en el inventario de manera fácil al instante o trazar los movimientos que sigue un producto a lo largo de su vida. Con la tecnología RFID la realización de inventarios es mucho más ágil, y no es susceptible de errores, a diferencia de con el sistema que predomina actualmente para la identificación, el código de barras.

La escala de utilización de esta tecnología puede ser muy diferente, desde la implantación de etiquetas a escala de producto, como puede ser en un

supermercado, a escala de pallet en grandes distribuidores o escala de vagones o contenedores en puertos o estaciones de trenes.

Dependiendo de su aplicación, el etiquetado de pallet, de caja o de artículo ofrece una serie de oportunidades a la empresa, pero también conlleva un tiempo de implementación, que puede resultar alto en el caso de que se quiera realizar un etiquetado de artículo.

Dependiendo del nivel de etiquetado se obtienen una serie de oportunidades, las cuales se pueden observar a continuación.



Figura 19. Tiempo de implementación y beneficios.

Fuente: EPCglobal. (2007). *Evolución de los estándares GS1 2007*. GS1 Ecuador: 54.

COMPARACIÓN ENTRE EL CÓDIGO DE BARRAS Y EL RFID

Los principales sistemas de auto-identificación utilizados en la gestión de la cadena de abastecimiento son el código de barras y el RFID, los cuales presentan funciones y características particulares que los convierten en alternativas para ser implementados de forma independiente o conjunta (en cuyo caso se habla de sistemas de identificación híbrida).

Se pueden comparar estas tecnologías mediante una serie de criterios. Criterios que nos ayudarán a decidir cuál es la mejor para cada aplicación en concreto dependiendo de las necesidades. Estas son las siguientes:

- **Modificación de los datos:** esta es la capacidad de cambiar los datos registrados o escribir datos nuevos sobre ellas.
- **Seguridad de los datos:** la capacidad de cifrar los datos que contienen la información acerca del objeto que se quiere identificar.
- **Capacidad de datos:** la cantidad de información que la tecnología de identificación es capaz de almacenar sobre un objeto.
- **Costo:** cuánto cuesta la tecnología. Se deben considerar los costos de adquisición, mantenimiento u otros asociados.
- **Estándares:** escoger estándares abiertos que utilicen la mayoría o todos los fabricantes y usuarios finales, no tecnologías propietarias de un sólo fabricante para garantizar compatibilidad con más sistemas.
- **Ciclo de vida:** cuánto tiempo permanece legible la información almacenada, es decir, por cuánto tiempo esta tecnología permite identificar a un objeto.
- **Distancia de lectura:** la necesidad de tener visibilidad (line of sight), para leer y la distancia máxima a la que es posible identificar un objeto.
- **Capacidad de lectura:** número de objetos que se pueden leer al mismo tiempo. Si lees un código de barras, sólo se puede hacer de uno en uno, en cambio la tecnología RFID permite leer múltiples etiquetas al mismo tiempo.
- **Interferencia:** cómo afectan los agentes del entorno a la tecnología de identificación.

Finalmente, se puede indicar que una tendencia actual es utilizar sistemas híbridos de código de barras y RFID, debido a la masificación y madurez de uso del mercado del primero y las ventajas operacionales e información que ofrece el segundo, lo cual los convierte en complemento en vez de competencia para las empresas que buscan aumentar su productividad y competitividad a través del mejoramiento de los procesos de la cadena de abastecimiento y el fortalecimiento de las relaciones con los clientes.

En la tabla siguiente se puede observar el análisis de las características descritas anteriormente para las ambas tecnologías de auto identificación de productos.

Característica	Código de Barras	RFID Pasiva	RFID Activa
Modificación de datos	No modificable	Modificable	Modificable
Seguridad de datos	Mínima seguridad	Depende	Alta Seguridad
Capacidad de datos	Almacenan entre 8 y 30 caracteres. Otros como 2D llegan hasta los 7.200 caracteres	Más de 64KB	Más de 8MB
Costo	Muy bajo	Medio, sobre los US\$0,5 por etiqueta	Alto, entre US\$10 y US\$100 por etiqueta
Estándares	Estable	Evolucionando hacia un estándar	Propietario y evolucionando hacia un estándar
Ciclo de vida	Corto	Indefinido	De 3 a 5 años
Distancia de lectura	Visibilidad directa y distancias cortas de lectura	Sin contacto ni visibilidad. Distancias medias, sobre los 10 metros.	Sin contacto ni visibilidad. Distancias largas, de hasta 100 metros o más.
Capacidad de lectura	Una sola lectura simultánea	Varias lecturas simultáneas	Varias lecturas simultáneas
Interferencias	Barreras ópticas tal como la suciedad o objetos entre el lector y la etiqueta	Entornos o campos afectados por emisiones radioeléctricas	Barreras muy limitadas debido a la elevada potencia de transmisión

Tabla N°1: Comparación de tecnologías RFID y Código de Barras.

Fuente: *Elaboración propia.*

USOS POTENCIALES DEL RFID EN LOS PROCESOS DE BODEGA DE UNA EMPRESA MINERA

Para realizar el análisis específico del uso actual y futuro de la RFID en bodegas y en el contexto de una zona minera, se ha considerado apropiado hacerlo tomando como ejemplo una bodega tradicional de una empresa minera.

Para lo anterior se presenta el uso actual y potencial de la tecnología RFID en cada una de las distintas etapas del proceso de la gestión de bodegas. Las siguientes tablas presentan las actividades del proceso y los usos::

Tabla N°2: Proceso de Recepción.

Actividad Principal	Situación Actual			Situación Potencial		
	Tipo Actividad	Tecnología Utilizada	Observación	Tipo Actividad	Tecnología Propuesta	Observación
Registro de Ingreso de Vehículos	Manual	No aplicada	Hoy esto demanda tiempo y se depende de una persona para que la realice.	Automática	RFID (Pórtico)	Teniendo los vehículos un Tag es posible en forma automática registrarlos
Control físico y documental	Manual	Código de Barras	Actividad lenta y que se debe realizar para cada unidad de carga	Automática	RFID (Pórtico)	Actividad instantánea y se realiza para todas las unidades de carga
Ingreso a Sistema ERP	Manual	Código de Barras	Depende de la recopilación realizada y el tiempo que tome la persona para ingresar la información.	Automática	RFID (Pórtico)	El ingreso al sistema ERP se realiza en forma simultánea a la actividad de control físico y documental.

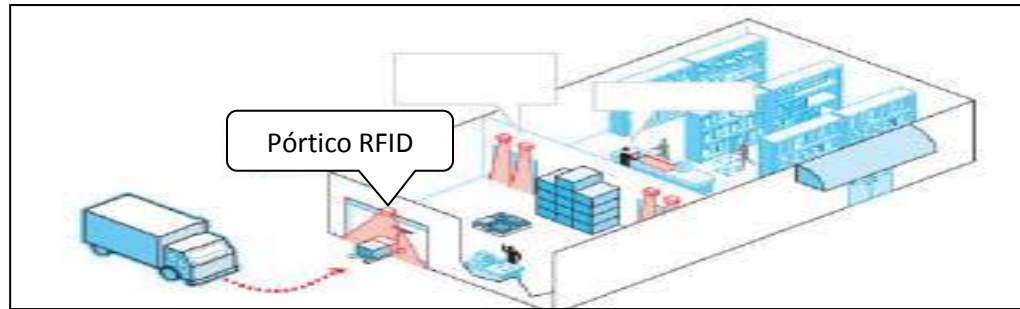


Figura 20. Aplicación potencial de RFID en bodega - Etapa de recepción

De este modo se sabe en todo momento el número y qué productos han entrado a la bodega.

Tabla N°3: Proceso de Almacenamiento.

Actividad Principal	Situación Actual			Situación Potencial		
	Tipo Actividad	Tecnología Utilizada	Observación	Tipo Actividad	Tecnología Propuesta	Observación
Ingreso de carga	Manual	Código de Barras	Hoy esto demanda tiempo y se depende de una persona para que la realice.	Automática	RFID (Pórtico)	Teniendo los materiales un Tag es posible en forma automática ingresarlos.
Asignación de ubicaciones físicas y en ERP	Manual	No	Actividad manual que se debe realizar para cada material.	Automática	RFID	Actividad instantánea y se realiza para todas los materiales
Mantenimiento y guardado.	Manual	Código de Barras / RFID	Etiquetado de cada material de acuerdo a sus características ubicación.	Automática	RFID	El sistema ERP sabe siempre la existencia y ubicación del material.

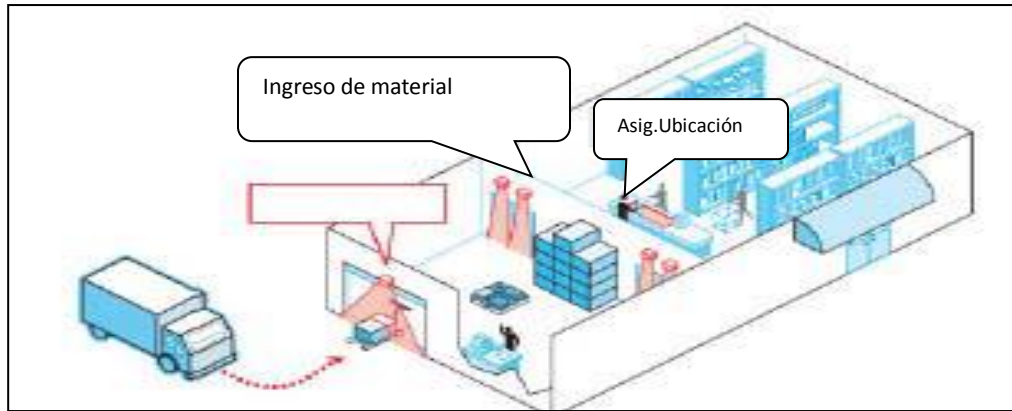


Figura 21. Aplicación potencial de RFID en bodega - Etapa de almacenamiento

En cada momento se puede saber qué productos entran, qué productos salen (se compran o se retiran por defectuosos), y qué productos hay en cada estantería.

Tabla N°4: Proceso de Despacho.

Actividad Principal	Situación Actual			Situación Potencial		
	Tipo Actividad	Tecnología Utilizada	Observación	Tipo Actividad	Tecnología Propuesta	Observación
Preparación del pedido	Manual	No aplicada	Hoy esto demanda tiempo y se depende de una persona para que la realice.	Automática	RFID	Teniendo los materiales un Tag es posible en forma automática y más rápida.
Entrega del pedido y actualización sistema ERP	Manual	Código de Barras	Lectura individual de cada material	Automática	RFID	Lectura múltiple de los materiales y actualización instantánea del ERP.

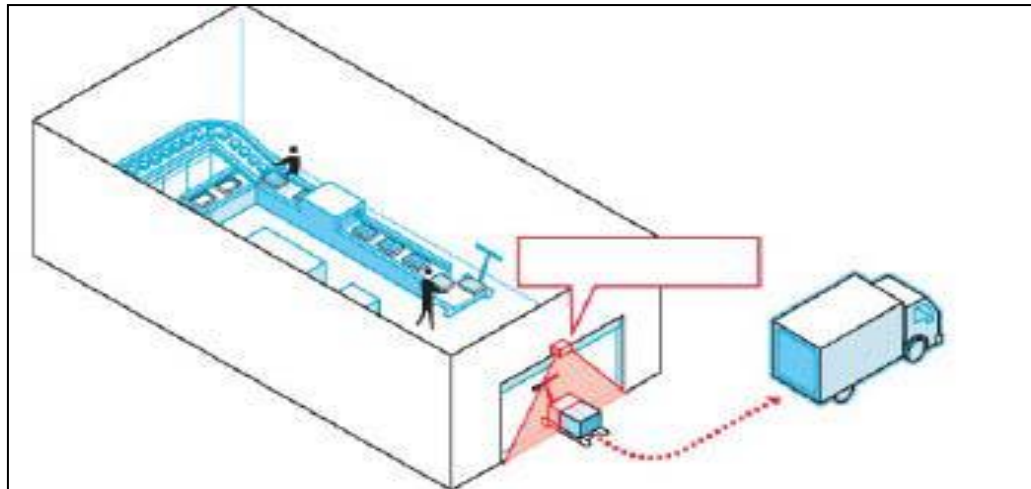


Figura 22. Aplicación potencial de RFID en bodega - Etapa de despacho.

De este modo se sabe en todo momento el número y qué productos han salido de la bodega.

Tabla 5: Proceso de Control de Inventario

Actividad Principal	Situación Actual			Situación Potencial		
	Tipo Actividad	Tecnología Utilizada	Observación	Tipo Actividad	Tecnología Propuesta	Observación
Actualización de inventario	Manual	Código de Barras	Hoy esto demanda tiempo y se depende de una persona para que la realice cada cierto tiempo.	Automática	RFID	Teniendo los materiales un Tag es posible en forma automática e instantánea.

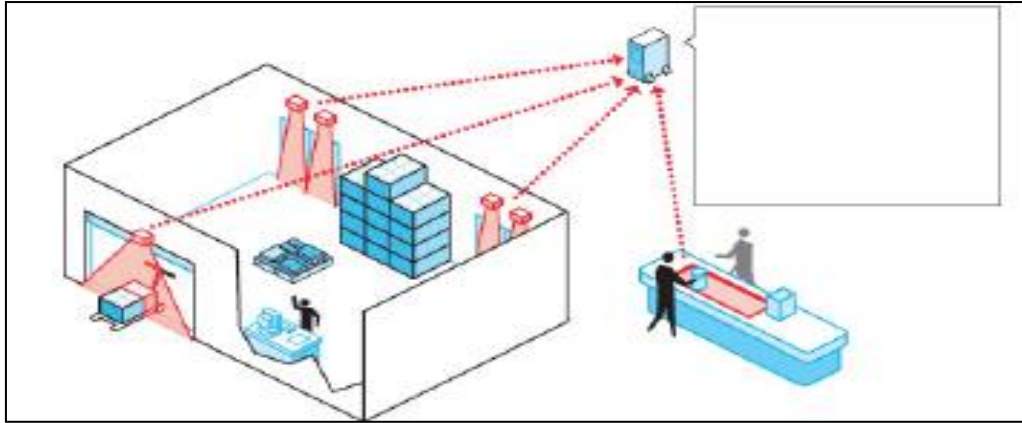


Figura 23. Aplicación potencial de RFID en bodega - Etapa de control de inventario.

El control de inventarios es la técnica que permite mantener la existencia de productos a niveles deseados.

VENTAJAS DE LA RFID EN EL CONTROL DE INVENTARIO DE BODEGAS

La tecnología RFID aplicada a la gestión de inventarios permite una serie de ventajas, algunas de las cuales se enumeran a continuación:

- Disminuir riesgo de stock cero: Las bodegas se mantienen con stock suficiente y que se reponen fácilmente. Debido a los lectores instalados en las bodegas, el sistema puede saber cuándo falta stock, cuántos elementos se deberán reponer y de qué tipo.
- Asegurar la calidad del producto: Retirar productos caducados de la circulación. Cualquier producto que se haya caducado se puede controlar en tiempo real en el sistema, sabiendo en qué lugar está ese producto y pudiéndolo retirar al instante. Y no sólo productos caducados, sino partidas defectuosas, productos en mal estado...

- Mejorar la seguridad del cliente: Gracias a RFID se asegura que los productos están configurados adecuadamente, ya que se mantiene un mayor control de los activos.
- Proteger la integridad de la marca: Proporcionar servicios de calidad y productos de calidad ayudan a la protección de la integridad de la marca. Además gracias a RFID se puede proporcionar a los clientes toda la información que necesiten de forma eficaz y fiable. Y se podrán tomar decisiones en el menor espacio de tiempo y con las máximas garantías de éxito.
- Limitar la responsabilidad legal: Ya que se previene la utilización de productos incompatibles.
- Codificar sus activos con un identificador único: Cada artículo etiquetado tendrá un identificador único e inequívoco.
- Disponibilidad de un histórico de actuaciones: Se podrá mantener un histórico de todas las actuaciones que se hayan realizado sobre cada artículo en concreto.
- Análisis económico detallado de cada uno de sus activos: Con RFID es posible la realización de análisis económicos muy detallados, y que además están libres de errores. Cada intervención de mantenimiento de activos o manipulado de éstos se almacenará en la etiqueta del activo, registrando fecha, código de operación y duración. Con la lectura completa de la etiqueta, dispondrá de todos los datos para la construcción de un informe económico detallado de cada uno de sus activos de forma individual.

- Reducción de la intervención humana: Se eliminan las labores de obtención de datos así como la lectura de los códigos de barras. Lo que influye en la reducción de costos y de errores producidos por procesos muy repetitivos.
- Tiempo de lectura: Se reduce el tiempo de lectura al poder realizarse varias lecturas simultáneas.
- Tiempo de actualización de datos: De igual forma se reduce el tiempo de la actualización de los datos gracias a que éstos se pueden actualizar conforme se vayan leyendo.
- Inventario y localización: El control automático de entrada y salida de los activos permite disponer de un inventario en tiempo real o de la ubicación de un activo concreto.
- Reducción trabajo administrativo: el trabajo de recolección de datos se realizará de forma automática y perfectamente integrada a su sistema de información.

DESVENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA RFID

Las ventajas que ofrece la tecnología RFID son muchas, sin embargo, existen desventajas que pueden afectar el crecimiento masivo de esta tecnología.

- No existe un estándar global:

Las frecuencias usadas para la tecnología RFID en Estados Unidos son actualmente incompatibles con las usadas en Europa o Japón. Además de que no existe una regulación ni unos estándares comerciales globales que faciliten su difusión.

No existe un órgano global regulador de la tecnología RFID.

- Costos:

La diferencia es muy grande con respecto al precio de los actuales códigos de barras, y es ese uno de los motivos más importantes para no querer cambiar de tecnología de identificación. El costo de implementación de esta tecnología no consiste únicamente en el costo de las etiquetas RFID, sino también de los lectores, de los sistemas de codificación y sistemas de decodificación y tratamiento de la información.

Debido a que las etiquetas RFID son de mayor costo que los actuales códigos de barras, y que además para el uso de esta tecnología se necesitan también lectores, provoca un mayor número de componentes a mantener y por ello el costo de éstos aumenta.

CONCLUSIONES

- El RFID es una tecnología basada en ondas de radio compuesta por tags, antenas, lectores, estándar de identificación única de productos (EPC) y software, que pueden agilizar y ofrecer mayor confiabilidad en algunas operaciones en la cadena de suministro tales como trazabilidad, control de inventario, transporte, producción y planes de aprovisionamiento, debido a que suministran información en tiempo real. La clave para que el RFID sea una tecnología efectiva está en analizar cada uno de los procesos empresariales y determinar si esta tecnología aporta mayores ventajas que las que aportan otro tipo de tecnologías de identificación que sean más sencillas y menos costosas. Los primeros usuarios se han tenido que enfrentar a los retos de los problemas relacionados con la fiabilidad y la interferencia de lectura y el costo de los lectores y de las etiquetas RFID debe disminuir para ofrecer un soporte más sencillo en el caso de las empresas para su implementación de RFID. El RFID no es una alternativa al código de barras, sino un nuevo sistema para la gestión de la información que presenta una serie de ventajas comparativas.

También es necesario agregar que el RFID y el código de barras pueden ser utilizados en forma conjunta por lo cual coexistirán durante mucho tiempo.

- La evaluación de una implementación RFID debe cuantificar tanto los beneficios directos (ahorros económicos por reducción de “stocks”, reducción de pérdidas desconocidas, etc.), como los indirectos (seguridad, control de falsificaciones,...), y a la hora de implementar o no RFID, es fundamental realizar un análisis partiendo de la necesidad y colocando la tecnología al servicio de esta y no a la inversa. Los beneficios que aporta una implementación RFID dependen de la categoría de productos que maneja la organización y del nivel de aplicaciones para su gestión logística (“pallets”, cajas, unidad, etc.), pero también, y muy importante, del punto de partida que tenga la compañía en cuanto a eficiencia de procesos. La ventaja fundamental

que aporta el RFID frente al código de barras consiste en que este sistema permite la “lectura simultánea y en tiempo real de una multitud de códigos sin necesidad de visión directa o contacto físico con cada elemento escaneado”

Las principales desventajas al usar RFID son los altos costos de implementación debido al valor de sus etiquetas, la complejidad del software y la confiabilidad en los niveles de lectura debido a la madurez de la tecnología.

Finalmente, es posible aseverar que los usos potenciales del RFID en la gestión de bodegas son variados y se espera que con el desarrollo vertiginoso de esta tecnología y una mayor masificación en su uso y producción su uso aumente y sus costos disminuyan. En este sentido este estudio visualiza los potenciales usos en los procesos de una bodega en la minería lo cual es extensible a otras empresas productivas.

Futuros estudios podrían evaluar la viabilidad económica de las implementaciones propuestas para los procesos de bodega en este trabajo y proponer su uso en empresas del sector productivo Chileno.

BIBLIOGRAFIA

Acrosoft. (2012). Recuperado el 20 de Noviembre de 2012, de www.acrosoft.net

Adelshop. (2012). Recuperado el 10 de Noviembre de 2012, de www.adelshop.com

Archivo inteligente. (2012). Recuperado el 20 de Noviembre de 2012, de www.archivointeligente.com

Aucapiña Maldonado, P. (2011). *Diseño de un sistema para la identificación de producto terminado basado en radio frecuencia para almacenamiento y despacho en bodega de Grupo Corporativo COLINEAL*. Tesis de Grado, Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Cuenca, Ecuador.

Belt. (2012). Recuperado el 20 de Noviembre de 2012, de www.belt.es

Bravo Acín, A. (2009). *La Tecnología RFID como herramienta para la gestión de stocks (vehículos) en una fábrica de Automóviles*. Proyecto fin de carrera, Universidad Carlos III de Madrid, Área de Ingeniería de Organización, Madrid, España.

Correa Espinal, A., & Gómez Montoya, A. (2009). Tecnologías de la información y comunicación en la gestión de almacenes. *Revista Avances en Sistemas e Informatica* , 114-118.

Correa Espinal, A., Alvarez Lopez, C., & Gomez Montoya, R. (2010). Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro. *Revista Estudios Gerenciales* , 115-141.

Cydia. (2012). Recuperado el 20 de Noviembre de 2012, de www.cydia.com

Dante I. Tapia, J. R. (2007). Identificación por Radiofrecuencia: Fundamentos y Aplicaciones. *Jornadas científicas sobre RFID* , 1-10.

ESIK. (2012). Recuperado el 15 de Octubre de 2012, de www.esik.es

Etiquetas Autoadhesivas Saadia . (2012). Recuperado el 12 de Diciembre de 2012, de www.easweb.com.ar

Futurointeligente. (2012). Recuperado el 30 de Noviembre de 2012, de www.futurointeligente.com

Gotor Carrasco, E. (2009). *Estado del Arte en Tecnologías RFID*. Tesis de fin de carrera, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Universitaria de Informática, Madrid, España.

Industrialopusnova. (2012). Recuperado el 25 de Noviembre de 2012, de www.industrialopusnova.com

Informe de vigilancia tecnológica Madrid: "Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): Aplicaciones en el ámbito de la salud". (2012). Recuperado el 30 de Noviembre de 2012, de www.madrimasd.org/tic/informes

Kimaldi. (2012). Recuperado el 20 de Diciembre de 2012, de www.kimaldi.com

Libera, N. (2010). *RFID: Tecnología, Aplicaciones y Perspectivas*. Malaga, España: Libera Networks.

Merchán, D., Torres, S., Burneo, R., & Vásconez, G. (2011). Aplicaciones de la tecnología RFID en la cadena de abastecimiento del calzado en el Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías* , 19-23.

Muñoz Herrera, P. (2008). Beneficios e impacto de la tecnología EPC ("Electronic Product Code") y su plataforma funcional RFID ("Radiofrequency Identification") dentro de la cadena de abastecimiento. *Revista Rhombus* , 81-94.

Nintendo. (2012). Recuperado el 20 de Noviembre de 2012, de www.nintendo.es

Rotter, P. (2008). Las tecnologías de identificación personal: la biometría. *Revista Bit* , 72-75.

Sáez Andrades, C. A. (2009). *Administración de bodegas y control de inventario*. Curso, Santiago, Chile.

Scssa. (2012). Recuperado el 20 de Noviembre de 2012, de www.scssa.com.ar

Securityinforwatch. (2012). Recuperado el 1 de Noviembre de 2012, de www.securityinfowatch.com

Serdoc. (2012). Recuperado el 30 de Noviembre de 2012, de www.serdoc.es

Sictranscore. (2012). Recuperado el 13 de Noviembre de 2012, de www.sictranscore.com.ar

Sistema FARO. (2012). Recuperado el 30 de Noviembre de 2012, de www.sistemafaro.net

Supplychainvar2012. (2012). Recuperado el 30 de Noviembre de 2012, de www.supplychain2012.blogspot.com

Trustedreviews. (2012). Recuperado el 1 de Noviembre de 2012, de www.trustedreviews.com

Zive. (2012). Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de www.zive.cz

Zoodata. (2012). Recuperado el 30 de Noviembre de 2012, de www.zoodata.com