



**Universidad Nacional de Córdoba**  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales  
Escuela de Ingeniería Industrial



Análisis de factibilidad para la implementación de  
sistema RFID dentro de una embotelladora

**GARZON, Facundo**  
**VARGAS, Germán Darío**



## Resumen

El presente proyecto consiste en un estudio para determinar la factibilidad de implementar tecnología *RFID* (Identificación por Radio Frecuencia) dentro de una embotelladora dedicada a la producción y distribución de productos de la línea Coca-Cola. Se profundizó en las características, diversidad y aplicaciones de la tecnología, mediante el contacto con compañías expertas en *RFID*, capacitación *online* y la consulta de bibliografía y publicaciones. Paralelamente, se llevaron a cabo relevamientos en campo, entrevistas con personal, y se analizaron los procesos de la compañía.

El contexto de crecimiento e innovación en el que se encuentra la embotelladora, sumado al conocimiento previo de los autores, tanto de la tecnología como de la operación de la empresa, permitieron identificar una oportunidad de mejora en procesos asociados a las áreas de producción y logística de la compañía, motivando el desarrollo de este trabajo, que consiste en un estudio de viabilidad técnica y económica, donde se definió un sistema de aplicación de la tecnología y se determinaron los beneficios que puede brindar a la empresa.

A partir de la investigación realizada, se identificaron potenciales aplicaciones de la tecnología en procesos distintos a los analizados en el presente trabajo. Como principal hallazgo del proyecto se obtuvo que es factible la implementación de la tecnología *RFID* en la embotelladora.

## **Abstract**

*This project is a feasibility study about the implementation of radio frequency identification (RFID) technology in a bottling plant dedicated to the production and distribution of Coca-Cola products. The project provides more insight on the characteristics, diversity and applications of the technology, through contact with experts in RFID companies, online capacitation, and the research of bibliography and publications. In parallel, field recognitions and interviews with staff were carried out, and the company processes were analyzed.*

*The context of growth and innovation in which the bottling plant is located , together with the prior knowledge of the authors, both on the technology as on the company*



*operation, allowed to identify an improvement opportunity in the company internal processes, encouraging the development of this job, which is a study of technical and economic viability, that defined a system in which the technology can be applied and that identified the benefits it provides to the company.*

*Based on the research carried out, we identified potential technology applications in other processes apart from those analyzed in this paper. The project main finding was that it is feasible to implement RFID technology in the bottling plant.*



## ***Dedicatoria***

Con estas palabras quisiéramos agradecer a todos aquellos que de una u otra forma colaboraron en el transcurso de la carrera y ejecución de éste proyecto.

Queremos dedicar este trabajo a un estras familias, en especial a nuestros padres: María Rosa, Ana, Jorge e Ignacio; por habernos brindado la posibilidad de estudiar esta carrera, habernos acompañado y apoyado durante la misma.

Un especial reconocimiento a nuestra Directora de Proyecto Integrador, Ingeniera Beatriz Pedrotti, por habernos guiado, orientado, y por su colaboración y seguimiento.

A Novias y amigos que mediante su compañía, comprensión y apoyo, facilitaron el camino que nos llevó al lugar en el que nos encontramos.

Quisiéramos destacar el aporte de Pedro Cecchi, y por último, agradecer a todos aquellos quienes colaboraron e hicieron posible el desarrollo de éste trabajo.

A todos ellos muchas gracias!!!!!!



## Índice

1	Introducción .....	1
2	Contextualización.....	4
2.1	La Organización .....	4
2.1.1	The Coca-Cola Company .....	4
2.1.2	Visión 2020 TCCC .....	5
2.1.3	Coca-Cola en Argentina.....	7
2.1.4	Embotelladora Andina.....	8
2.1.5	Embotelladora Del Atlántico S.A. ....	10
2.2	Introducción a la tecnología.....	17
2.2.1	Sistemas RFID.....	17
2.2.2	Historia de la tecnología .....	19
2.2.3	RFID en la actualidad .....	21
2.2.4	Antecedentes de RFID en Argentina .....	25
3	Marco Teórico .....	27
3.1	Herramienta Matriz FODA - SWOT .....	27
3.2	Cursograma analítico .....	28
3.3	Diagramas de Flujo .....	29
3.4	Criterios de Evaluación de proyectos .....	29
3.4.1	Valor Actual Neto (VAN) .....	30
3.4.2	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	30
3.4.3	Período de recuperación ( <i>payback</i> ).....	31
3.5	Tecnología RFID .....	31
3.5.1	Clasificación de los <i>tags</i> .....	33
3.5.2	Clasificación de los Lectores.....	41
3.5.3	Middleware (software).....	42
3.5.4	Electronic Product Code (EPC).....	43



3.5.5	Tecnologías Auto-ID .....	47
4	Problema Caso .....	49
4.1	Objetivo general .....	49
4.2	Objetivos específicos.....	49
4.3	Alcance.....	50
4.4	Análisis FODA de EDASA.....	51
4.5	Diagnóstico: Situación actual. Procesos involucrados.....	53
4.5.1	Producción:.....	53
4.5.2	Logística y Distribución .....	57
4.6	Oportunidades de mejora .....	61
4.6.1	Producción.....	61
4.6.2	Depósito.....	62
5	Capítulo 5: Análisis y Resultados.....	66
5.1	Análisis de viabilidad Técnica.....	66
5.1.1	Delimitación del alcance del proyecto.....	66
5.1.2	Selección de la tecnología y Diseño del sistema .....	69
5.1.3	Plan de Implementación. ....	82
5.2	Análisis de viabilidad Económica .....	83
5.2.1	Base de cálculo de costos. ....	83
5.2.2	Base de Cálculo de cantidades.....	85
5.2.3	Costos de operación sin proyecto.....	87
5.2.4	Costos con Implementación de RFID .....	88
5.2.5	Ahorro por implementación de RFID.....	91
5.2.6	Costo Actual vs. Costo con Proyecto.....	92
5.2.7	Detalle de la Inversión .....	92
5.2.8	Flujo de Fondos .....	96



5.2.9	Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recupero de Inversión (PrK).....	98
5.2.10	Escenarios.....	98
5.3	Resultados .....	100
6	Conclusiones .....	102
7	Bibliografía.....	105
8	Anexos.....	107
8.1	Anexo A1: Principales eventos en la historia del Grupo Andina.....	107
8.2	Anexo A2: Procedimiento DEP P-01 .....	107
8.3	Anexo A3: Procedimiento PPB-P02 .....	107
8.4	Anexo A4: Planillas auxiliares de control de producción .....	107
8.5	Anexo A5: Propuesta comercial 1 .....	107
8.6	Anexo A6: Propuesta comercial 2 .....	107
8.1	Anexo A1: Principales eventos en la historia del Grupo Andina.....	108
8.2	Anexo A2: Procedimiento DEP P-01 .....	109
8.3	Anexo A3: Procedimiento PPB-P02 .....	110
8.4	Anexo A4: Planillas auxiliares de control de producción .....	111
8.5	Anexo A5: Propuesta comercial 1 .....	112
8.7	Anexo A6: Propuesta comercial 2 .....	113



## 1 Introducción

Embotelladora del Atlántico Sociedad Anónima (EDASA) es una empresa dedicada a la producción y comercialización de bebidas gaseosas, jugos y aguas saborizadas de la línea Coca Cola. El centro de producción y distribución principal se encuentra ubicado en la periferia de ciudad de Córdoba, Argentina.

Siendo EDASA líder en el mercado que opera, se encuentra con el desafío constante de mantener dicha posición, para lo cual es indispensable la orientación a los resultados y la mejora continua. Una empresa que busca mantener el liderazgo no debe dejar de lado los avances tecnológicos y sus potenciales aplicaciones en el rubro que le incumbe, ya que esto podría capitalizarse por la competencia otorgando una ventaja competitiva.

Durante los últimos años la compañía se destacó por haber realizado importantes inversiones orientadas al aumento en la capacidad de producción y automatización de los procesos, realizadas en un contexto a nivel país donde la mano de obra tiene un gran impacto en la estructura de costos de cualquier empresa.

Los autores del presente trabajo, quienes desarrollan su actividad profesional en EDASA, en el marco de sus tareas diarias, y con una visión crítica de los procesos, detectaron oportunidades de automatizar operaciones con su consecuente mejora de productividad y reducción de costos. Estas oportunidades fueron descubiertas en la logística y manipulación del producto terminado dentro de la compañía.

Actualmente la empresa identifica sus productos en los envases individualmente a través de códigos que son impresos con tinta o laser, conteniendo información de lugar, línea, fecha y hora de fabricación. Estos envases luego son empacados en packs, cajones o cajas y posteriormente agrupados en pallets. Dentro de los depósitos de la empresa el producto se traslada en estos pallets y, debido a los altos volúmenes de producción y rotación del producto, el código antes mencionado no permite obtener una trazabilidad eficiente de su origen y sus posteriores movimientos.

Para registrar los productos dados de alta se lleva a cabo un proceso manual que depende de la intervención de los trabajadores, consumiendo tiempo de los mismos



en actividades que no agregan valor. Sin embargo la gran oportunidad de mejora se observa en las actividades del depósito ya que el mismo no cuenta con un sistema que le brinde información confiable respecto al origen, características, fechas y ubicación de sus existencias; arrojando como consecuencia que se insuman recursos en actividades que podrían minimizarse.

La identificación por radio frecuencia, conocida en inglés como Radio Frequency Identification y por sus siglas RFID, es una tecnología que ha tenido grandes avances en los últimos años y se han descubierto importantes beneficios al utilizarla en los procesos logísticos de las industrias. Consiste en la identificación de objetos mediante etiquetas o *tags* que contienen antenas y memoria, capaces de transmitir la información almacenada en las mismas mediante ondas de radio frecuencia que son captadas por lectores y procesadas por cualquier dispositivo que cuente con un software apto para utilizar esa información. En la actualidad, existen distintos tipos de tecnologías para identificar productos, como por ejemplo el código de barras, sin embargo RFID se diferencia de ellas por otorgar una mayor flexibilidad en la lectura y otros beneficios que serán profundizados en capítulos posteriores.

Los requerimientos y exigencias en la industria alimenticia van en aumento, y la trazabilidad juega un papel preponderante para garantizar la calidad del producto. El presente trabajo, está orientado a mejorar la trazabilidad del producto dentro de los límites de la compañía, incorporando una tecnología capaz de extenderse a aplicaciones que permitan un seguimiento del producto y otros activos de la empresa en toda la cadena de distribución.

Los autores plantean que una potencial solución de los inconvenientes de trazabilidad, confiabilidad de la información del producto, y consumo de recursos de manera ineficiente, sería incorporar la Identificación por Radio Frecuencia a los procesos de la compañía. Por lo tanto, se define como propósito de este trabajo determinar la viabilidad técnica y económica de implementar RFID en la embotelladora.

El desafío entonces está planteado, con el desarrollo de este trabajo se podrá concluir si es factible utilizar la tecnología propuesta, determinar si se podrán solucionar los problemas encontrados, y si los beneficios justifican la inversión necesaria para la implementación.



Para obtener los resultados, fueron necesarios trabajos de investigación de los procesos de la compañía y de la tecnología propuesta.

Para el primer caso, la investigación consistió en relevamientos in situ a través de los cuales los autores obtuvieron información objetiva del funcionamiento de los procesos de producción y logística, pudiendo presenciar las operaciones desarrolladas diariamente. Además se realizaron entrevistas con el personal involucrado que, mediante la experiencia y conocimiento de sus tareas, brindaron información adicional para profundizar el estudio. Finalmente, se realizó una recopilación de documentos internos de la compañía, tales como procedimientos, planillas y archivos digitales que reflejan las operaciones, actividades y procesos en análisis.

En cuanto a la investigación sobre la tecnología, al estar mayormente implementada en países desarrollados y cuyas aplicaciones aún se continúan descubriendo, las principales fuentes se encontraron en internet. Se navegó en sitios especializados y en páginas oficiales de compañías que desarrollan, implementan y asesoran sobre la tecnología, dos de origen Argentino, las cuales fueron contactadas por los autores, obteniendo un libro digital y la inscripción a un curso online tomado por los mismos.

Luego de la etapa de investigación, utilizando las herramientas adquiridas durante el cursado de la carrera de ingeniería industrial, se planteó una solución específica para los problemas detectados, mediante el diseño de un sistema de lectura de productos terminados en las instalaciones de la compañía, que automatizará actividades, optimizará recursos y brindará mayor confiabilidad en la información.

Se analizó la viabilidad técnica y económica de implementar el sistema diseñado utilizando la tecnología RFID. Lo que permitió llegar a los resultados y obtener las conclusiones que se podrán encontrar en los capítulos finales del trabajo.

Cabe destacar que, a pesar del alcance acotado para el desarrollo de este proyecto integrador, y cómo resultado de la investigación, se identificaron potenciales aplicaciones de la tecnología que ameritan un posterior análisis.

## 2 Contextualización

### 2.1 La Organización

En este apartado se intenta colocar en perspectiva a los lectores respecto a la compañía en la cual se basa el presente trabajo. Al tratarse de una empresa que opera bajo el sistema de franquicias de una multinacional, se comenzará por detallar los aspectos más relevantes de la corporación dueña de la marca: The Coca Cola Company (TCCC); para luego describir el entorno de la compañía bajo análisis: Embotelladora del Atlántico Sociedad Anónima (EDASA), que a su vez, pertenece a un grupo empresario denominado Grupo Andina.

La información detallada en los próximos párrafos fue obtenida de la página oficial de la compañía: [www.koandina.com](http://www.koandina.com), de presentaciones internas y del conocimiento adquirido en la experiencia laboral que los autores desarrollan dentro de EDASA.

#### 2.1.1 The Coca-Cola Company

El Dr. John Pemberton, ilustración 2-1, un farmacéutico e inventor de medicinas de Atlanta (EEUU), elaboró la Coca-Cola en Mayo de 1886, desde ese momento el mercado de las gaseosas revolucionó teniendo un crecimiento nunca imaginado, no solo en Estados



Ilustración 2-1

Unidos, sino también en Europa y en países como la Argentina.

Frank Robinson le puso el nombre de Coca-Cola, y con su caligrafía diseñó el logotipo actual de la marca. Al hacerse famosa la bebida en 1886 se le ofreció a su creador venderla en todo Estados Unidos. Pemberton aceptó la oferta, vendió la fórmula y su empresa en 23.300 dólares, abriéndose varias envasadoras en E.E.U.U. Más tarde un grupo de abogados compró la empresa e hizo que Coca-Cola llegara a todo el mundo. Desde ahí la empresa se convirtió en TCCC.

Años más tarde, en la década del 40' nace en Alemania la gaseosa con gusto a naranja de la empresa, denominada FANTA, y en la década de los 60' en EEUU

aparece la gaseosa SPRITE. The Coca-Cola Company es la mayor compañía mundial de bebidas, provee a consumidores con aproximadamente 500 marcas. A nivel mundial, es el proveedor número uno de bebidas gaseosas, bebidas de jugo, jugos, té listos para beber y café. Con un compromiso permanente para construir comunidades sustentables, es una compañía que promueve iniciativas que protegen el medioambiente, preservan los recursos y mejoran el desarrollo económico de las comunidades en las que opera. En la ilustración 2-2 se pueden observar las principales marcas de The Coca Cola Company.



Ilustración 2-2 Principales marcas registradas de TCCC

### 2.1.2 Visión 2020 TCCC

The Coca Cola Company logra su presencia en todo el mundo mediante el sistema de franquicias, delegando en sus franquiciados, las funciones de embotellado y distribución, por lo que toman el nombre de embotelladores. Estas funciones se desarrollan bajo rigurosos lineamientos y un estricto control de la casa matriz.

Los lineamientos que reflejan el camino que quiere transitar TCCC y por el que quiere guiar a sus embotelladores son aquellos que se observan en la Tabla 2-1 Visión 2020 de TCCC, donde se manifiestan los objetivos a los que quiere llegar la compañía para el año 2020.

HOJA DE RUTA PARA GANAR JUNTOS: TCCC Y NUESTROS SOCIOS EMBOTELLADORES			
Nuestra Visión	Nuestras Metas	Nuestras prioridades del sistema - consumidor / cliente y comercial / franquicia	Nuestras Métricas
<b>GANANCIA</b>	<b>Doblar los ingresos mientras se incrementan los márgenes del sistema</b>	<p><b>Maximizar el flujo de caja a largo plazo de la compañía y embotelladores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Impulsar las inversiones del sistema en ventas y ejecuciones en el mercado.</li> <li>● Operar el menor costo de fabricación y logística en todos los mercados.</li> <li>● Usar nuestro tamaño y pericia para crear economías de escala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Retorno total al poseedor de acciones.</li> <li>▪ Crecimiento de los beneficios económicos.</li> <li>▪ Sistema de flujo de caja.</li> </ul>
<b>GENTE</b>	<b>Ser un "best place to work"</b>	<p><b>Atraer, comprometer y retener a los mejores talentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aumentar el conocimiento de la gente y el movimiento de cruce en el sistema.</li> <li>● Inspirar a nuestra gente a ser apasionados embajadores de nuestras marcas.</li> <li>● Reclutar, desarrollar y promover a las mujeres y lograr la verdadera diversidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compromiso.</li> <li>▪ Elección del empleador.</li> <li>▪ Derechos en el trabajo.</li> <li>▪ Diversidad.</li> <li>▪ Retención.</li> </ul>
<b>CARTERA</b>	<b>Superar el doble de nuestras raciones a más de 3 mil millones al día. Ser el #1 en el negocio de las bebidas no alcohólicas listas para beber en todos los mercados y categorías que son de valor para nosotros</b>	<p><b>Desarrollar y desplegar el marketing más innovador y efectivo del mundo.</b></p> <p><b>Ganar con Coca-Cola:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Acelerar el crecimiento de nuestra marca registrada Coca-Cola, el epicentro de nuestro negocio</li> <li>● Actuar ahora para asegurar que la próxima generación de jóvenes se enamore de Coca-Cola</li> </ul> <p><b>Aumentar agresivamente el valor de nuestra cartera:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Adquirir o desarrollar marcas premium innovadoras y escalables.</li> <li>● Traer innovaciones al mercado más rápido.</li> <li>● Satisfacer a los consumidores mayores con las marcas y marketing adecuados.</li> <li>● Junto a nuestros embotelladores, utilizar nuevas tecnologías</li> <li>● Asegurar siempre que nuestros productos sean el "estándar dorado" de calidad.</li> </ul> <p>para reinventar nuestra fuente de negocio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Volumen y valor de las acciones.</li> <li>▪ Crecimiento de las raciones.</li> <li>▪ Salud de la marca.</li> <li>▪ Ranking de categoría.</li> <li>▪ Número de nuevas marcas mil millonarias.</li> <li>▪ Comercialización: Porcentajes / Velocidad / longevidad.</li> <li>▪ Índice de calidad</li> </ul>
<b>SOCIOS</b>	<b>Ser el socio de bebidas preferido y de más confianza</b>	<p><b>Pensar y actuar como una empresa integrada globalmente mientras intensificamos nuestro enfoque global. Convertirnos en parte crítica de las estrategias de crecimiento de nuestros socios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Alinear la estructura de nuestra franquicia para crear valor insuperable para nuestros clientes.</li> <li>● Enfocarnos en ventas y comercialización; ser flexibles en los métodos de entrega.</li> </ul> <p><b>Ganar en el punto de venta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Anticipar y atender los gustos locales, tradiciones y necesidades, proporcionando puntos de venta de productos y comunicaciones adaptados a sus compradores específicos.</li> <li>● Expandir las inversiones de consumo inmediato.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salud de la relación con el cliente</li> <li>▪ Crecimiento de las ventas al por menor</li> <li>▪ Viajes de compras con un producto de la compañía</li> <li>▪ Crecimiento del consumo inmediato</li> </ul>
<b>PLANETA</b>	<b>Lider en el uso sostenible del agua. Lider en embalajes, energía y protección del clima.</b>	<p><b>Crear Ventaja Competitiva cumpliendo nuestro compromiso de Vivir Positivamente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Comunidad</li> <li>● Mercado (prestaciones de bebidas y una vida activa y saludable)</li> <li>● Lugar de trabajo</li> <li>● Medio ambiente (embalaje climático y agua)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Seguimiento de la reputación</li> <li>▪ Performance ambiental</li> <li>▪ Historial de seguridad</li> </ul>
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	<b>Gestión del personal, tiempo y dinero para obtener la máxima eficacia.</b>	<p><b>Diseñar e implementar el sistema de negocios más efectivo y eficiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Reorientar los recursos para impulsar el crecimiento rentable</li> <li>● Estandarizar y simplificar los procesos de nuestro negocio, sistemas de datos e IT</li> <li>● Crear una ventaja de costos competitiva a través de toda la cadena de suministros</li> <li>● Construir una mejora continua y una cultura de gestión de costos</li> <li>● Minimizar nuestro consumo de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niveles de gasto impulsados por el mercado</li> <li>▪ Costos de la cadena de suministro.</li> <li>▪ Gastos generales por unidad</li> <li>▪ Uso total de energía</li> </ul>

Tabla 2-1 Visión 2020 de TCCC



### 2.1.3 Coca-Cola en Argentina

De la mano de un grupo de pioneros encabezados por Guillermo Marino Bekker, el 3 de agosto de 1942 llega Coca-Cola a la Argentina.

Los vendedores salen por primera vez a la calle en 15 triciclos y 4 camiones ofreciendo la nueva bebida. Una inusitada campaña de publicidad anuncia su arribo: “Coca-Cola es la pausa que refresca” y también “Coca-Cola refresca mejor”.

En diciembre se inaugura la primera planta, en la Avenida Córdoba 3162, Capital Federal. Ese mismo mes, la empresa Reginald Lee S.A. se hace cargo de la distribución de Coca-Cola en la zona sur del Gran Buenos Aires.

En 1943, un grupo de empresarios cordobeses da origen a INTI S.R.L., fundada con el objetivo básico de distribución del producto en nuestra provincia. Funcionaba como depósito en Humberto Primo N°477, ya que la bebida era traída de Buenos Aires. En 1944, INTI comienza el embotellado de los productos de The Coca-Cola Company.

En Septiembre de 1996, INTI es comprada por el Grupo Andina, de capitales chilenos, y el nombre de “INTI” se reemplaza por el de Embotelladora del Atlántico S.A. (EDASA)

Los Contratos de licencias son contratos internacionales del tipo que The Coca-Cola Company celebra con embotelladores fuera de Estados Unidos para la venta de concentrados y bases de bebidas para ciertas gaseosas y no gaseosas Coca-Cola. Según dicho Contrato Embotelladora del Atlántico tiene el derecho a producir y distribuir gaseosas Coca-Cola en nuestro territorio de licencia argentino. Aunque este derecho no es exclusivo, The Coca-Cola Company nunca ha autorizado a ninguna otra entidad a producir o distribuir gaseosas Coca-Cola u otros bebestibles Coca-Cola en el territorio destinado a cada embotelladora.

En la ilustración 2-3, se observan las embotelladoras autorizadas a operar en Argentina y la distribución del territorio para cada una de ellas:

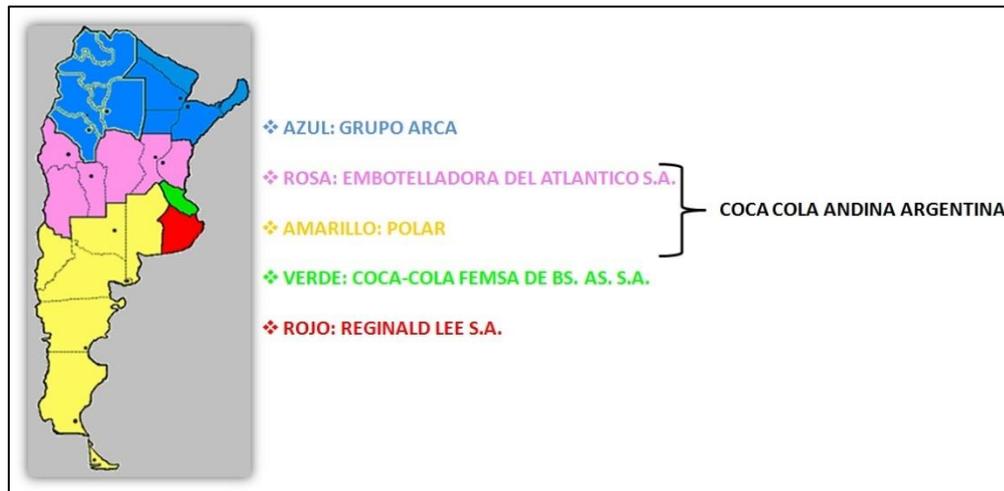


Ilustración 2-3 Franquicias TCCC en Argentina

#### 2.1.4 Embotelladora Andina

Embotelladora Andina S.A. es una sociedad perteneciente al Grupo Andina, está dentro de los diez mayores envasadores de productos de Coca-Cola en el mundo, atendiendo territorios franquiciados con 36 millones de habitantes, en los que entrega diariamente más de siete millones de litros de gaseosas, jugos y aguas envasadas. En Chile, la Sociedad tiene la franquicia para producir y comercializar los productos Coca-Cola, a través de Embotelladora Andina; en Brasil a través de Rio de Janeiro Refrescos; en Paraguay PARESA y en Argentina a través de Embotelladora del Atlántico S.A.

En la Ilustración 2-4 se observa, remarcado en rojo, el territorio en el que Embotelladora Andina desarrolla sus operaciones.



**Ilustración 2-4 Territorio Embotelladora Andina**  
Fuente: Presentación interna de la compañía

La propuesta de generación de valor de la empresa es ser líder en el mercado de bebidas analcohólicas<sup>1</sup>, desarrollando una relación de excelencia con los consumidores de sus productos, así como con sus trabajadores, clientes, proveedores y con su socio estratégico Coca-Cola.

Embotelladora Andina S.A. opera en Argentina a través de la Embotelladora del Atlántico Sociedad Anónima (EDASA), originalmente en las provincias de Mendoza, San Juan, Córdoba, San Luis, Santa Fé y Entre Ríos, es decir toda la región centro del país; y actualmente con la materialización de la fusión por adquisición de la

<sup>1</sup> La palabra analcohólica no se encuentra definida en el diccionario de la Real Academia Española pero es un término muy utilizado por los especialistas del rubro para describir las bebidas que no contienen alcohol.



embotelladora Polar S.A. producida en el año 2012, el territorio se extiende además a la región sur del país incorporando las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Rio Negro, Chubut, Neuquén, Santa Cruz y Tierra del Fuego.

Los hechos más relevantes de Embotelladora Andina en las últimas décadas se detallan en el Anexo A1.

### **2.1.5 Embotelladora Del Atlántico S.A.**

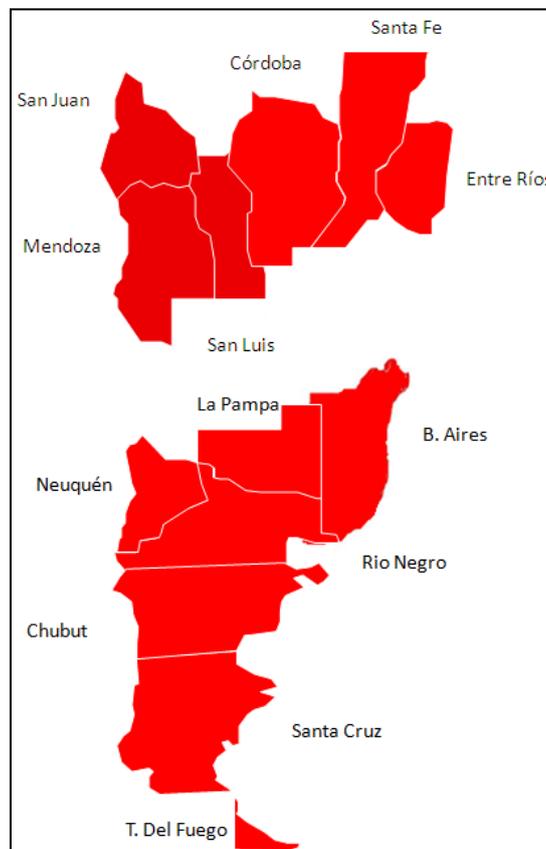
La planta industrial de EDASA se encuentra ubicada en la periferia de la ciudad de Córdoba, sobre la Ruta Nacional N° 19 que se dirige al este de la provincia. En la ilustración 2-5 se observa una foto satelital de la planta de comienzos del año 2013.

A continuación se repasa brevemente la historia del Grupo Andina en el territorio Argentino que derivó en lo que actualmente conocemos como EDASA:

- 1995 - Andina adquiere la franquicia de Coca-Cola para operar en Argentina en las provincias de Mendoza, San Luis, San Juan, Santa Fe y Entre Ríos.
- 1996 - Grupo Andina adquiere un porcentaje de Embotelladora del Atlántico, un porcentaje de INTI SAIC, el 100% del Complejo industrial PET y un porcentaje de CICAN (enlatador de productos Coca Cola).
- 1999 - Se inaugura la planta Montecristo en la ciudad de Córdoba.
- 2002 - Se centralizan las operaciones productivas en la planta de Córdoba.
- 2003 - La compañía absorbe a CIPET, quedando bajo la misma administración los negocios de gaseosas y empaques.
- 2012 - CIPET se convierte en una nueva sociedad llamada Andina Empaques Argentina S.A. desvinculándose de la administración de Embotelladora del Atlántico S.A. Debido a la fusión entre Coca-Cola Polar y Andina, Embotelladora del Atlántico S.A. se hace cargo de la operación en la región sur del país. La Ilustración 2-6 grafica el territorio en el que opera EDASA.



**Ilustración 2-5 Vista satelital planta principal EDASA**  
Fuente: Google Maps



**Ilustración 2-6 Territorio EDASA**  
Fuente: Presentación interna de la compañía



Embotelladora del atlántico S.A. produce y distribuye, bajo el nombre de fantasía “Coca Cola Andina Argentina”, los siguientes productos licenciados por TCCC: Coca-Cola, Coca-Cola Light, Coca-Cola Zero, Fanta Naranja, Fanta Naranja Zero, Sprite, Sprite Zero, Quatro Liviana Pomelo, Schweppes Citrus, Schweppes Tónica, Schweppes Pomelo, Schweppes Lima Limón, Crush Naranja, Bonaqua, Aquarius, Powerade, y Jugos Cepita.

EDASA opera con una planta de producción de nueve líneas destinadas a bebidas carbonatadas, Aquarius y Powerade, una línea destinada Bonaqua y 2 líneas destinadas a jugos Cepita; ubicada en Montecristo, Córdoba.

La empresa mantiene una posición clara de liderazgo en el mercado, constituido por gran parte de los habitantes del territorio en el que opera y que se refleja en los números de la tabla 2-2.

Parametro	Valor	Unidad de Medida
Habitantes en la Franquicia	16,6	Millones
Volumen de ventas Totales	167	Millones de Unit Case <sup>2</sup>
Volumen de ventas Gaseosas	153,4	Millones de Unit Case
Volumen de ventas Aguas	9,8	Millones de Unit Case
Volumen de ventas Jugos	3,8	Millones de Unit Case
Consumo anual per cápita Total	328	Botellas de 237cc
Consumo anual per cápita Gaseosas	303	Botellas de 237cc
Consumo anual per cápita Aguas	14	Botellas de 237cc
Consumo anual per cápita Jugos	11	Botellas de 237cc
Participación de Mercado Gaseosas	59,1	%
Resultado operacional (MM de USD)	66	Millones de USD
Territorio (KM2)	1.892	KM2
Clientes	72.000	-

**Tabla 2-2 Mercado Andina Argentina**  
Fuente: [www.koandina.com](http://www.koandina.com) - Memoria Anual 2012

<sup>2</sup> Unit Case: unidad de medida mediante la cual la industria mide su participación en el mercado. Un unit case equivale a un cajón de 24 botellas de 237 cc, es decir 5,68 litros.



A continuación se detalla la Misión y los Valores manifestados por EDASA:

## **Misión**

Ser líderes en el mercado de bebidas analcohólicas, desarrollando una relación de excelencia con nuestros clientes, proveedores y colaboradores, reforzando nuestra alianza con Coca Cola de Argentina a fin de aumentar el valor de nuestra empresa en forma sostenida en el largo plazo.

## **Valores**

- Potenciamos a las personas:

Promovemos la importancia de las personas como pilar básico del negocio y como nuestro factor de éxito futuro. Para Andina Argentina, respetar a las personas implica ofrecerles una perspectiva de desarrollo equilibrando sus expectativas profesionales y personales.

- Agregamos valor al negocio:

Generamos el máximo valor para los accionistas, rentabilizando el negocio en el corto y largo plazo a través del desarrollo de una relación de mutuo beneficio para la compañía y todos los actores con los que interactúa (medio ambiente, comunidad, clientes, consumidores, proveedores y contratistas), permitiendo así la sustentabilidad de los resultados.

- Fortalecemos la relación con Coca-Cola:

Reconocemos a la marca Coca-Cola como un importante activo estratégico y actuamos en coherencia con sus valores de marca. Por ello, garantizamos una relación de socios preferenciales con The Coca-Cola Company (TCCC), con derechos y deberes, y a través de una gestión eficiente, excelente y sustentable; pretendemos aprovechar todas las oportunidades de negocio que esta relación nos proporciona.

- Ejecutamos nuestros procesos con estándares de clase mundial:

Sostenemos la calidad de nuestro negocio a través de un proceso de innovación y aprendizaje en toda la cadena de valor. Mediante la aplicación de criterios y



estándares exigentes buscamos estar a la cabeza de los embotelladores de Coca-Cola<sup>3</sup>. (Koandina. Andina Argentina, 2013)

### **2.1.5.1 Organigrama de EDASA**

En la Ilustración 2-7 se observa el organigrama de la compañía donde se detalla con mayor profundidad y en color azul las áreas de más relevancia en el análisis del presente proyecto.

Se trata de una estructura jerárquica con tres niveles gerenciales, el de la gerencia general, las gerencias de comité y las llamadas gerencias de segunda línea. Siguiendo en orden descendente, continúan las jefaturas, supervisiones, y analistas y operarios.

EDASA cuenta con 3000 empleados, de los cuales 1300 trabajan en la planta de Córdoba. Haremos foco en las áreas de Producción y Logística que cuentan con 630 y 270 empleados respectivamente. Estos datos son aproximados y fueron proporcionados por un analista de control de gestión.

### **2.1.5.2 Lay Out EDASA**

A los fines de continuar profundizando sobre la empresa en análisis, en la ilustración 2-8 se incorpora el lay out completo de la planta, donde las principales referencias a tener en cuenta son las líneas de producción en colores variados y que se verán con mayor detalle en capítulos posteriores, las estibas de producto terminado en el sector de depósito detalladas en color rosa y las estibas de cajones provenientes del mercado en color celeste.

La planta cuenta con una superficie total cubierta de 130.000 m<sup>2</sup> de la cual, el espacio destinado a producción es aproximadamente de 19.850 m<sup>2</sup>, mientras que el sector de depósito de productos terminados es de 38.530 m<sup>2</sup>.

---

<sup>3</sup> Coca Cola Andina Argentina. [on line] Recuperado: [20/06/2012]. Disponible en internet: <<http://www.koandina.com>>

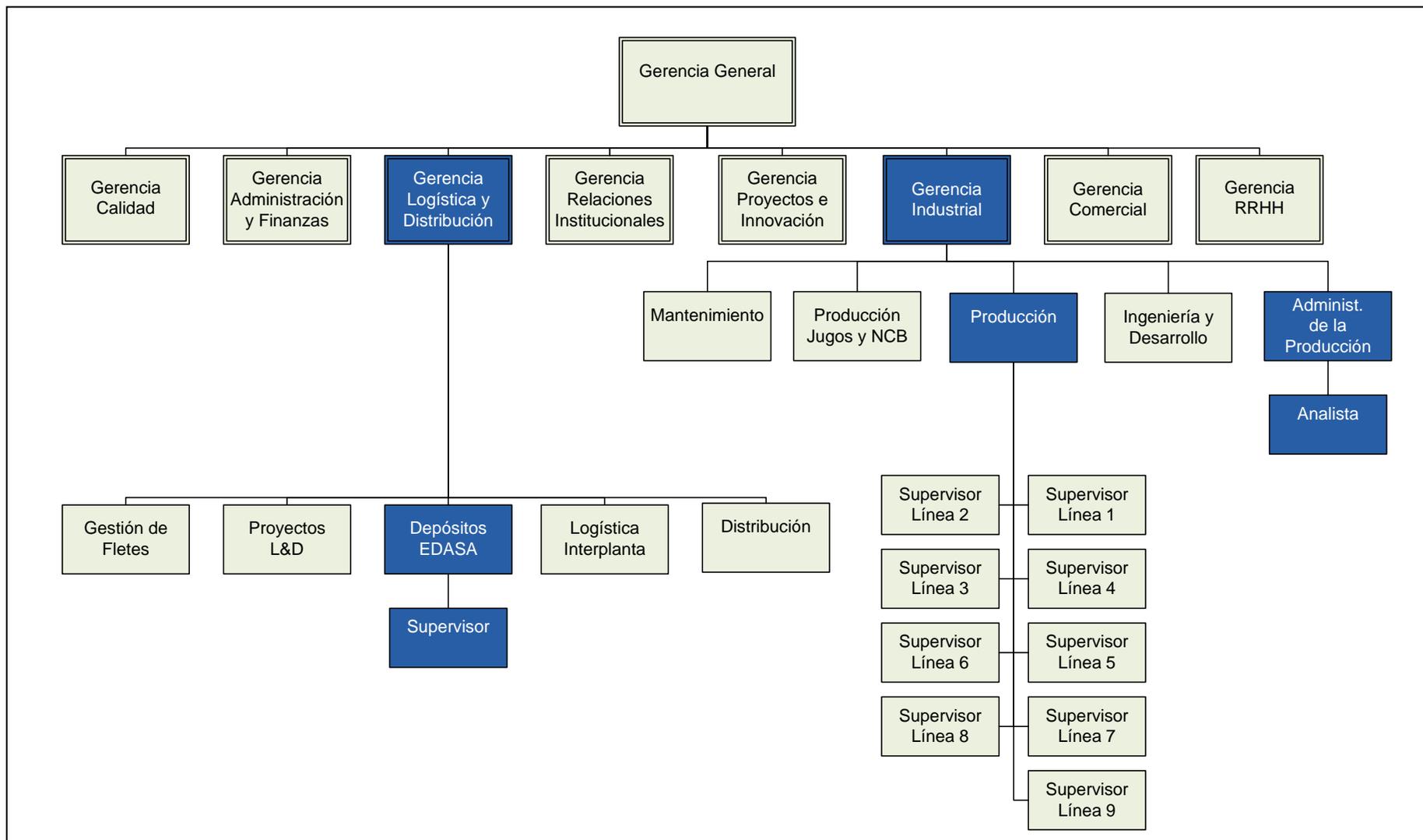
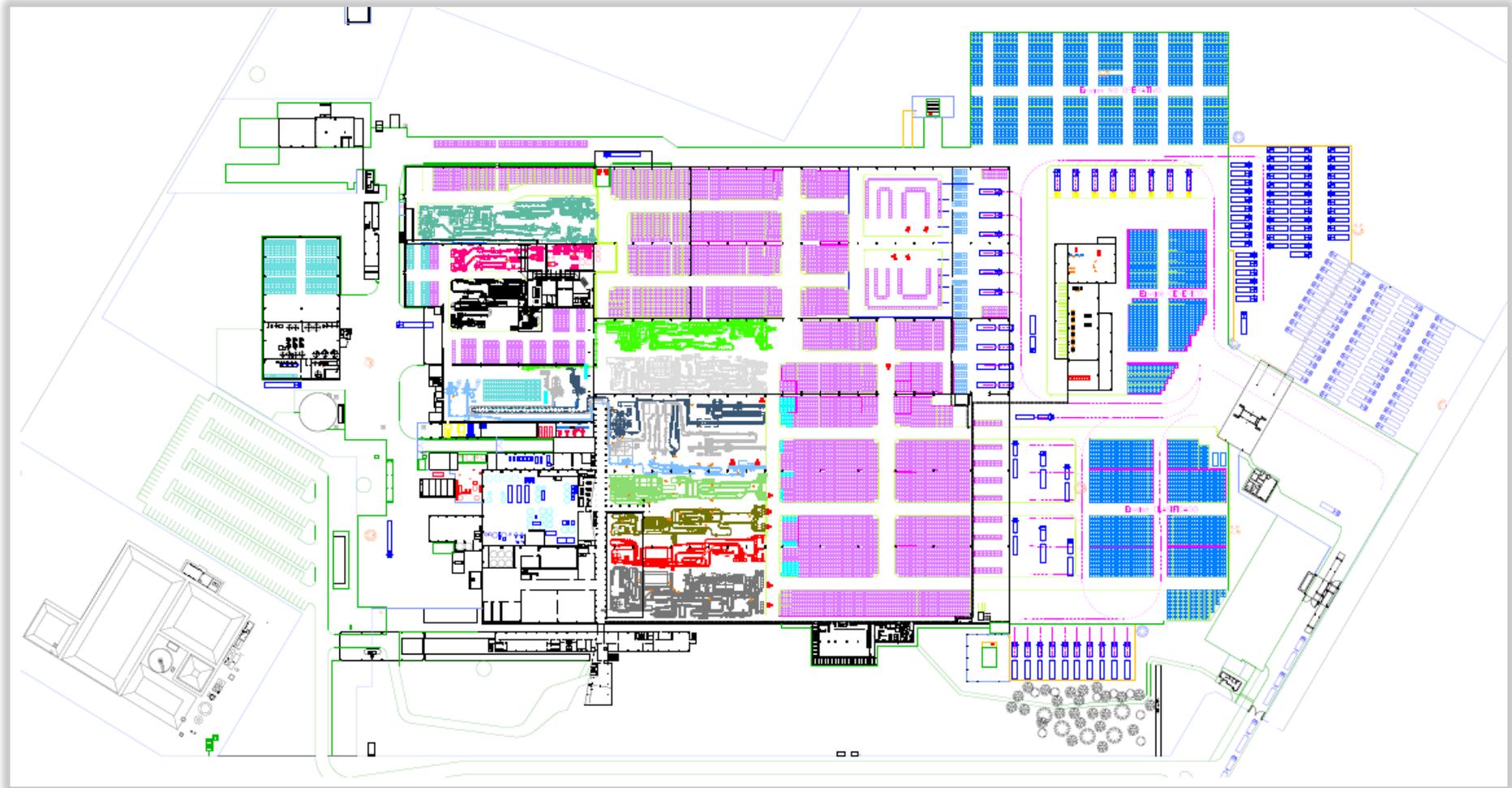


Ilustración 2-7 Organigrama EDASA



**Ilustración 2-8 Lay Out EDASA**  
Fuente: Departamento Ingeniería EDASA



## 2.2 Introducción a la tecnología

*Radio Frequency Identification* (RFID) o Identificación por Radiofrecuencia, es una tecnología basada en la captura automática de datos que utiliza ondas de radio para identificar, de manera única y simultánea, objetos, lugares, personas y animales.

A continuación se citan definiciones de distintas fuentes:

“La identificación por radiofrecuencia, RFID (*Radio Frequency Identification*) es una tecnología de auto identificación que permite enlazar el mundo virtual de las transacciones, reglas de negocio y procesos con el movimiento físico de los objetos.” (CARRAZCO GALLEGO & RODRIGUEZ MONROY, 2007)

“RFID (siglas de Radio Frequency IDentification, en español identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio.” (Wikipedia. RFID).

“RFID es una tecnología para la identificación de objetos a distancia, de forma confiable y rápida, sin necesidad de contacto o línea de vista por medio de ondas de Radio Frecuencia, que pertenece a las denominadas tecnologías de Auto-ID<sup>4</sup>.” (GALVIS & TABORDA, 2009)

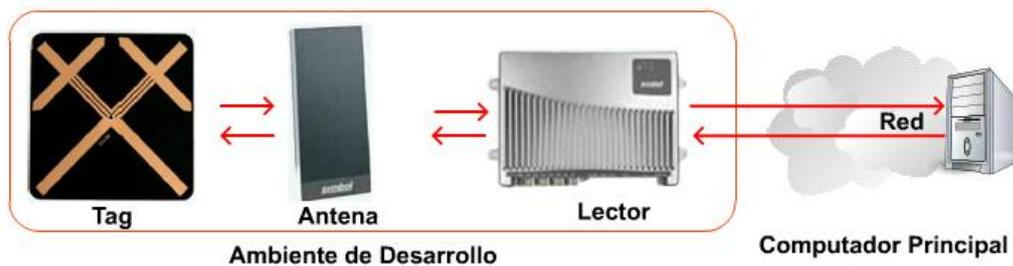
### 2.2.1 Sistemas RFID

Galvis y Taborda (2009) mencionan que un sistema RFID está compuesto por tres elementos: Un *tag* o etiqueta, un *reader* o lector y su antena, y un ordenador.

---

<sup>4</sup> Auto-ID es un término amplio que abarca los métodos de recolección de datos para ingresarlos, sin intervención humana alguna, a los sistemas dispuestos para esto. Dentro de las tecnologías que se consideran pertenecientes a las Auto-ID se incluyen: códigos de barras, métodos biométricos, RFID, tarjetas inteligentes y reconocimiento óptico de caracteres, entre otras aplicaciones. La identificación automática está a menudo acoplada con captura automática de datos. Es decir que las compañías quieren identificar elementos o ítems, capturar información sobre ellos y de alguna forma ingresar esos datos en un computador sin tener empleados digitándolos. El propósito de la mayoría de los sistemas de auto-ID es incrementar la eficiencia, reducir errores en la entrada de datos, y liberar personal para realizar funciones con mayor valor agregado. (GALVIS & TABORDA, 2009)

La etiqueta o *tag* que consiste en un microchip que va adjunto a una antena de RF la cual sirve para identificar unívocamente al objeto que lo porte mediante un *reader* o escáner, con su antena externa o integrada, el cual posee la capacidad de leer los datos almacenados en el *tag*. Una vez que el *reader* recibe los datos del *tag* éstos se envían hacia un ordenador, que funciona como un subsistema de procesamiento y almacenamiento de datos dentro del sistema RFID.



**Ilustración 2-9 Elementos RFID**

Fuente: eFalcom. Fundamentos de la tecnología RFID (2012)



**Ilustración 2-10 Ejemplos de elemento RFID**

Fuente: Dymeq.com

Muñoz Herrera Pablo en la revista Rhombus (2008) define que el *tag* o etiqueta está compuesta por una antena, un transductor de radio y un material encapsulado chip. El propósito de la antena es permitirle al chip, el cual contiene la información, transmitir la Información de identificación de la etiqueta. Existen varios tipos de



etiquetas. El chip posee una memoria interna con una capacidad que depende del modelo y varía de una decena a millares de bytes.

El *reader* o lector está compuesto por una antena, un transistor y un decodificador. El lector envía periódicamente señales para ver si hay alguna etiqueta en sus inmediaciones. Cuando capta una señal de una etiqueta (la cual contiene la información de Identificación de esta), extrae la información y se la pasa al subsistema de procesamiento de datos.

El subsistema de procesamiento de datos proporciona los medios de proceso y almacenamiento de datos.

### 2.2.2 Historia de la tecnología

Galvis y Taborda (2009) sintetizan la historia y explican que RFID, como toda tecnología, tuvo su proceso de desarrollo, que desde sus inicios estuvo ligado al progreso de tres tecnologías:

- Electrónica de Radio Frecuencia (RF): las investigaciones en este campo en lo que concierne a RFID comenzaron durante la Segunda Guerra Mundial y se extendieron hasta los años setenta
- Tecnología de la Información: los estudios en esta área empezaron a mediados de los años setenta y se prolongaron hasta mediados de los años noventa aproximadamente.
- Ciencia de los materiales: los avances en la ciencia y tecnología de los materiales finalmente redujeron los costos en la fabricación de etiquetas haciendo que se convirtiera en una tecnología comercialmente viable.

RFID no es una tecnología nueva, ya que existe desde 1940. Durante la Segunda Guerra Mundial, los militares estadounidenses utilizaban un sistema de identificación por radiofrecuencia para el reconocimiento e identificación a distancia de los actores: "*Friend or Foe*" (amigo o enemigo). Acabada la guerra, los científicos e ingenieros continuaron sus investigaciones sobre estos temas. En octubre de 1948, se publicó el artículo que se considera dio origen a la tecnología RFID como tal. El mismo fue



publicado por Harry Stockman, titulado “Comunicación por medio de la energía reflejada”.

Los años 50 y 60 fueron décadas de exploración para la tecnología RFID siguiendo los desarrollos tecnológicos en el área de la radio y los radares. En ésta época empezó a integrarse a las actividades comerciales.

Fue en los años 70 cuando RFID obtuvo los desarrollos más significativos, debido a que muchos laboratorios, compañías, inventores e instituciones educativas investigaron sobre este tema. En 1973 Charles Watson patentó la tecnología conocida como RFID pasiva, originalmente usada por Schlage para cerraduras de puertas. Esta tecnología pronto se expandió a lectores de carnets y aplicaciones de control de asistencia. Otros campos que encontraron su origen en esta época fueron los de monitoreo de animales, rastreo de vehículos y la automatización de procesos en la industria; fue mayor el interés por el etiquetado de animales en Europa, donde empresas como Alfa Laval y Nedap desarrollaron sistemas RFID para el etiquetado de animales.

Los años 80 se convirtieron en la década de la implementación de aplicaciones comerciales de RFID. Estados Unidos se enfocó en aplicaciones relacionadas con transporte, control de acceso y con animales en un menor grado. En Europa se interesaron más por los sistemas de corto alcance para rastreo de animales, aplicaciones en la industria y en los negocios, además se equiparon con tecnología RFID los peajes en las carreteras de Italia, Francia, España, Portugal y Noruega.

En los años 90 se da un amplio desarrollo de esta tecnología. Se generaron muchas innovaciones en el cobro electrónico de peajes, especialmente en Estados Unidos, donde se abrió el primer sistema de cobro electrónico de peaje en una autopista de alta velocidad, en Oklahoma en 1991. En 1994 todos los ferrocarriles de Estados Unidos utilizaban tecnología de RFID. La tendencia de los años 90 estuvo orientada hacia la estandarización de la tecnología, con el fin de garantizar la interoperabilidad de los dispositivos RFID; se buscaba que con el mismo dispositivo se pudiera acceder a varios servicios en diferentes lugares, ciudades, regiones, etc., que utilizaban esta tecnología.



Muchas compañías entraron en la competencia activa para el desarrollo de sistemas RFID. En esta década RFID tuvo tendencia a reducir su tamaño, debido al avance en el área de la fabricación de circuitos; tal fue el caso de las empresas IBM y Single Chip System que permitieron la construcción de *tags* más pequeños y eficientes.

### 2.2.3 RFID en la actualidad

De acuerdo a lo expuesto en el curso online “Fundamentos de la tecnología RFID” tomado por los autores en la pagina [www.efalcom.com](http://www.efalcom.com), un repentino aumento ha ocurrido recientemente en la investigación, manufactura y uso de la tecnología RFID debido a los avances de la fabricación de semiconductores, que ha reducido el costo, haciendo su uso económicamente viable en la cadena de suministro y en otras aplicaciones. En esta época los entusiastas de RFID se centran en cómo este tipo de tecnología puede mejorar la calidad de vida de las personas y en mejorar las aplicaciones ya existentes. Empezó a quedar claro que el objetivo de desarrollo de etiquetas a un costo muy bajo podría alcanzarse, con lo que RFID podía convertirse en una tecnología candidata a sustituir los códigos de barras existentes.

GIDEKEL (2006) en su libro *Telectrónica. Introducción a la Identificación por Radiofrecuencia*, sostiene que los límites de la tecnología RFID son conocidos, y están definidos por las leyes de la física. No obstante, a pesar de los mismos, existen en la actualidad formas efectivas de utilizar esta tecnología.

Los siguientes son algunos ejemplos de aplicaciones de la tecnología en el mundo real y de cómo la misma beneficia a sus usuarios. Además, enuncia las siguientes aplicaciones:

- Los centros de ski utilizan pulseras RFID para seguir individuos, conocer sus patrones y obtener información eliminando procesos manuales. Los beneficios de RFID en este tipo de aplicación son dobles. RFID provee mayor comodidad para el usuario y, al mismo tiempo, crea una operación más eficiente para el negocio. Ejemplos de esto son que los usuarios no deberán sacarse las camperas para sacar sus tickets de elevación porque el lector RFID puede fácilmente penetrar a través del abrigo, además si uno de ellos se pierde, se puede ir al centro de



informes y descubrir dónde y cuándo fue registrado por última vez, para saber dónde comenzar a buscarlo. Los beneficios para un centro de ski son que la velocidad de la gente fuera y dentro del elevador es acrecentada significativamente, y las líneas de espera son reducidas. Adicionalmente se obtiene mayor información acerca de cada esquiador, en relación a cuáles son sus patrones de conducta, debido a que pueden identificar y rastrear a cada uno conjuntamente con sus preferencias. Como un beneficio adicional, la falsificación de tickets también es eliminada.

- Una de las promesas más grandes para el uso de RFID se encuentra en la industria farmacéutica. Actualmente, el robo, falsificación y el desvío de prescripciones de medicamentos son algunos de los costos más elevados que enfrenta el sector. Una manera que tienen los fabricantes de frenar el robo y la falsificación es aplicar etiquetas RFID a prueba de violaciones. Las farmacias y los hospitales podrían verificar la validez de sus productos contra una base de datos segura.
- Otra aplicación es en la trazabilidad de productos industriales que consiste en adjuntar una etiqueta con un único identificador en un ítem para realizar su seguimiento y leer esta identificación en ubicaciones específicas mientras el ítem se mueve dentro de la planta. El *tag* que identifica el producto, cuando es asociado con el tiempo y hora de la lectura y la información de la ubicación, puede proveer información en tiempo real sobre el paradero de este ítem en un momento específico. Esta información es utilizada para seguir el movimiento del objeto durante su ciclo de vida. Es posible capturar información adicional, como aquella correspondiente al personal que desplazó el objeto de una locación a otra. Lo que resulta de utilidad, por ejemplo, para determinar la responsabilidad del personal en la operación del depósito. Adicionalmente se pueden asociar varias acciones con la actividad de seguimiento, como la generación una alarma si un objeto no está ubicado en una determinada ubicación en el momento preciso. Esta trazabilidad permite además llevar un control de fechas de caducidad ya que es más fácil tener una regulación de cuáles son los productos que se encuentran expirados; el *tag* puede almacenar esa información y tan solo basta con pasar un lector cerca para saber la información asociada al producto.
- Etiquetas RFID insertadas en etiquetas de identificación de equipaje aéreo pueden ser utilizadas para proveer una solución efectiva de seguimiento. Dado



que una etiqueta RFID tiene capacidad suficiente para almacenar información sobre el equipaje y los datos de la ruta, la información está disponible localmente, evitando cualquier necesidad de acceso al sistema central o a bases de datos. Las etiquetas RFID pueden ser leídas (a diferencia de los códigos de barra) en cualquier orientación (sin importar que el equipaje se encuentre mezclado), resultando en una lectura más veloz y exacta en comparación con la lectura de código de barras. La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) tiene que adoptar un estándar para la industria que permita reemplazar las etiquetas actuales de equipaje de código de barra con RFID. Esta aplicación no ha sido todavía ampliamente desplegada en forma comercial. El seguimiento de equipaje aéreo es un ejemplo de una aplicación emergente perteneciente a este tipo frecuente de aplicación (es decir, el seguimiento y trazabilidad de un ítem).

- Las plantas de procesamiento químico manejan muchas clases diferentes de químicos a diario. Los productos químicos arriban desde diferentes proveedores y luego son consumidos o procesados en la planta. La planta transporta los productos químicos fabricados desde estos químicos a distribuidores y clientes. Los químicos usados, muchas veces, son reciclados. Algunos de los químicos pueden ser peligrosos y, por consiguiente, debe ser tomado en cuenta un cuidado especial cuando se los manipula. En relación a la recepción de un químico peligroso por parte de un proveedor, es recomendable que cierta información crítica siempre esté disponible, como por ejemplo: ¿Cuál es el tipo de químico, sus componentes y otras propiedades como la concentración?, ¿Cuándo arribó el transporte al dock de carga?, ¿Quién lo ordenó?, ¿Cuándo y dónde fue ubicado por última vez dentro de la planta?, etc. Generalmente, la información más relevante sobre la sustancia química es también almacenada en la etiqueta, por lo que puede ser localmente leída junto con su identificación; de este modo se asegura que la información crítica sobre el producto químico esté siempre disponible, incluso en caso de que la conexión de la red de trabajo se caiga.
- Las grandes líneas aéreas cuentan con un inventario de medio millón de partes, lo que representa más de un billón de dólares en materiales. Este control de los inventarios actualmente es realizado manualmente, resultando en un alto grado de error (y por lo tanto, un alto costo de mantenimiento de inventarios). (GIDEKEL, 2006).

Por otro lado, Galvis y Taborda (2009) exponen que:

- Una aplicación la está implementando Mobil, quien dota a los clientes frecuentes de sus gasolineras en Estados Unidos de un llavero, denominado *Speedpass*, que cuenta con un pequeño chip de identificación que le permite agilizar el proceso ya que luego de llenar el tanque de combustible, los compradores se acercan a un escáner para que el costo de su compra se cargue a su tarjeta de crédito.
- Se está posicionando en el mercado la dotación de hospitales con manillas de identificación de pacientes, estas permiten a los doctores obtener información completa y al instante del estado de salud de una persona, su última valoración y un historial completo con afecciones sufridas anteriormente, evitando con esto cometer errores humanos que puedan ocasionar muertes accidentales. (GALVIS & TABORDA, 2009)

Este conjunto de aplicaciones y otras que no se mencionan hacen que el mercado de la identificación por radiofrecuencia crezca a una tasa casi constante; este fenómeno ha hecho que se formulen proyecciones a corto plazo como el ilustrado en la ilustración 2-11, realizada por Idtechex<sup>5</sup> para mostrar el crecimiento de RFID:

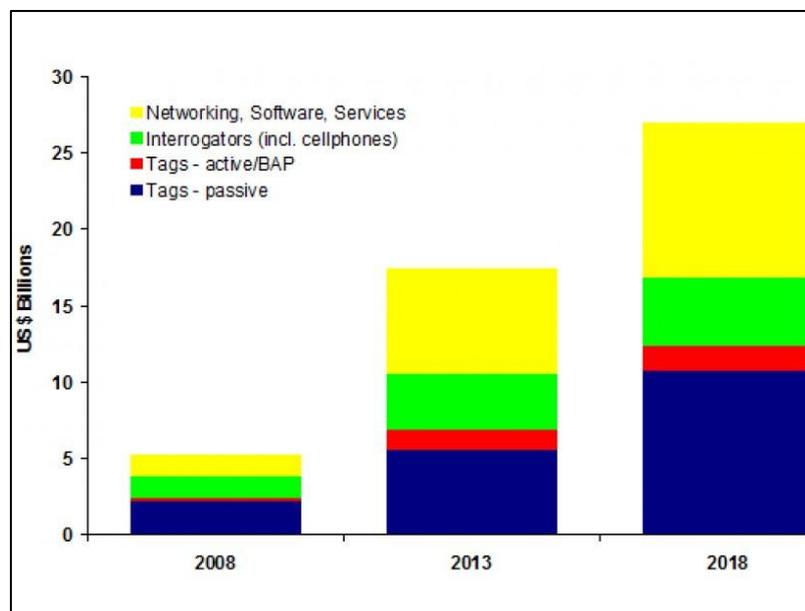


Ilustración 2-11 Proyección de crecimiento RFID

<sup>5</sup> Idtechex: Empresa dedicada a la investigación en tecnologías emergentes. [www.idtechex.com](http://www.idtechex.com)



Entre los principales fabricantes de *tags*, *readers* y *software* para RFID en el mundo se encuentran:

TAGSENSE<sup>6</sup>: Compañía consultora, desarrolladora e integradora de soluciones y aplicaciones a través del uso de tecnología RFID, para el monitoreo, rastreo e identificación de activos, productos y personas.

Algunos de sus principales clientes son: MasterCard, Siemens, Becton-Dickinson, US Postal Service y la NASA.

TEXAS INSTRUMENTS<sup>7</sup>: Empresa tradicional en el mercado de los dispositivos electrónicos que tiene una gama de productos haciendo uso de la tecnología RFID.

IBM: Empresa que produce dispositivos electrónicos para PC y, además, se vincula al mercado RFID con productos de la línea IBM RFID Services (IBM - Servicios de RFID).

LSI INGENIERÍA<sup>8</sup>: Empresa de tecnología enfocada al desarrollo de sistemas integrales de seguridad y control de acceso; emplea diferentes tecnologías de punta para la Industria. (GALVIS & TABORDA, 2009)

#### **2.2.4 Antecedentes de RFID en Argentina**

GIDEKEL (2006) en su libro expone una de las aplicaciones más conocidas de RFID en Argentina: el caso Zucamor. Zucamor es un fabricante de papel y envases de cartón corrugado, que cuenta actualmente con tres plantas, una dotación de 600 empleados, una producción de 200 millones de metros cuadrados e ingresos por ventas superiores a los U\$S 70 millones. Zucamor cuenta entre sus clientes estratégicos a empresas de la talla de Avon, Swift, Molinos, Quilmes y Unilever, entre otros.

El piloto implementado en Zucamor cubre dos etapas: La primera (instalada y en funcionamiento) involucra la identificación de producto terminado y su seguimiento a través de los diversos procesos dentro de la planta hasta alcanzar el despacho del producto al cliente. La segunda involucra la implementación de la tecnología en un

<sup>6</sup> <http://www.tagsense.com>

<sup>7</sup> <http://www.ti.com/rfid/>

<sup>8</sup> <http://lsiingenieria.com>



cliente estratégico para declarar la recepción y el consumo del producto terminado en tiempo real.

El proceso implementado opera de la siguiente forma: al finalizar un pallet de producto terminado, el operador obtiene del sistema SAP los datos referidos al producto y su orden de producción correspondiente. Esta información es grabada en el chip conjuntamente con la impresión de los datos visibles por el operador en texto y código de barras en una impresora RFID.

A continuación, el operador aplica la etiqueta en el ángulo inferior izquierdo del pallet y libera la cinta transportadora para que lo traslade hasta el siguiente punto. A lo largo de este trayecto el pallet es leído por un lector que realiza el control del producto terminado y declara el pasaje del mismo hacia el depósito.

En caso de que el pallet tuviera algún defecto, es retirado de la línea y trasladado por un auto elevador hacia la zona de “reproceso” donde es leído por otra antena del lector RFID.

Finalmente, todos los pallets despachados a clientes son leídos en el dock de carga donde se han instalado dos antenas de alto rendimiento que permiten cubrir la carga lateral de camiones con un rango total de lectura de ocho metros de distancia. (GIDEKEL, 2006)



### **3 Marco Teórico**

Este capítulo tiene como fin brindar a los lectores información sobre algunas de las herramientas adquiridas por los autores, durante el cursado de la carrera de ingeniería industrial, y utilizadas para el desarrollo del trabajo.

Al mismo tiempo se exponen los conceptos sobre la tecnología en estudio que se consideran indispensables para la comprensión del análisis que compete al presente documento.

A continuación los autores describirán las herramientas utilizadas para el desarrollo del proyecto.

#### **3.1 Herramienta Matriz FODA - SWOT**

El Análisis FODA es una metodología de estudio de la situación competitiva de una empresa en su mercado (situación externa) y de las características internas (situación interna) de la misma, a efectos de determinar sus Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas. La situación interna se compone de dos factores controlables: fortalezas y debilidades, mientras que la situación externa se compone de dos factores no controlables: oportunidades y amenazas.

Es la herramienta estratégica por excelencia más utilizada para conocer la situación real en que se encuentra la organización.

El análisis FODA lo podemos resumir en una matriz, en cada cuadrante podemos identificar acciones a seguir para fortalecer la posición de la empresa:

		ANALISIS INTERNO	
		Fortalezas <sup>2</sup>	Debilidades
ANALISIS EXTERNO	Oportunidades (O)	Opciones estratégicas (FO)	Opciones estratégicas (DO)
		Aquí se generan opciones que utilizan las fortalezas para aprovechar las oportunidades	Aquí se generan opciones que utilizan las oportunidades porque se superan
	Amenazas (A)	Opciones estratégicas (FA)	Opciones estratégicas (FD)
		Aquí se generan opciones que utilizan las fortalezas para evitar las amenazas	Aquí se generan opciones que minimizan las debilidades y evitan las amenazas

**Cuadro 3-1**

Fuente: Johnson, Acholes, & Whittington (2006)

### 3.2 Cursograma analítico

“El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda” (Kanawaty, 1996)

Los hechos a los que hace mención la definición citada y sus respectivos símbolos son los siguientes:

Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación. Símbolo: ○

Inspección: Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad. Símbolo: □

Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro. Símbolo: ⇨

Depósito provisional o espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite. Símbolo: D

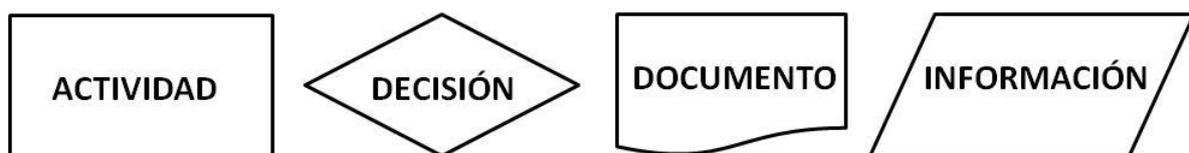
Almacenamiento permanente: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia. Símbolo:  $\triangle$

Actividades combinadas: Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo. Símbolo: se combinan los símbolos de las dos actividades.

### 3.3 Diagramas de Flujo

El diagrama de flujo es la representación gráfica del algoritmo o proceso. Se utiliza en disciplinas como programación, economía, procesos industriales y psicología cognitiva.

Estos diagramas utilizan símbolos con significados definidos que representan los pasos del algoritmo, y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y fin de proceso.



### 3.4 Criterios de Evaluación de proyectos

Considerando la naturaleza del presente trabajo resulta apropiado desarrollar brevemente los criterios de evaluación que serán aplicados en el estudio de viabilidad económica.



SAPAG CHAIN Nassir y Reinaldo (2008) explican que las principales técnicas de medición de la rentabilidad de un proyecto individual son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión.

### 3.4.1 Valor Actual Neto (VAN)

Es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

$Y_t$ : Flujo de ingresos del proyecto

$E_t$ : Flujo de egresos del proyecto

$I_0$ : Inversión inicial en el momento cero (0) de la evaluación

$i$ : Tasa de descuento

Al aplicar este criterio, el VAN puede tener un resultado igual a cero, indicando que el proyecto renta justo lo que el inversionista exige a la inversión; si el resultado fuese positivo esto indicaría que el proyecto proporciona esa cantidad de remanente sobre lo exigido. Si el resultado fuese negativo debe interpretarse como la cantidad que falta para que el proyecto rente lo exigido por el inversionista.

### 3.4.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

El criterio de la tasa interna de retorno evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.

Los autores antes citados, utilizan la definición que se expresa a continuación de Bierman y Smidt para aclarar la intención del criterio:



“Representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo se pagara con las entradas en efectivo de a inversión a medida que se fuesen produciendo”

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

Donde  $r$  representa la Tasa Interna de Retorno.

La tasa calculada se compara con la tasa de descuento de la empresa. Si la TIR es igual o mayor que esta, el proyecto debe aceptarse, y si es menor, debe rechazarse.

### 3.4.3 Período de recuperación (*payback*)

“Es frecuente que el empresario desee recuperar rápidamente, o dentro de un período máximo, el desembolso realizado en el proyecto. El período de recuperación se determina contando el número de años que han de transcurrir para que la acumulación de los flujos de fondos previstos iguale a la inversión inicial” (RASSIGA, 2008)

## 3.5 Tecnología RFID

En este apartado los autores profundizarán en los conceptos de la tecnología que consideran relevantes para la comprensión del proyecto. La información volcada es producto de un trabajo de investigación y selección de las siguientes fuentes:

CARRAZCO GALLEGO & RODRIGUEZ MONROY (2007); GALVIS & TABORDA (2009); GIDEKEL (2006); MUÑOZ HERRERA (2008); eFalcom. Fundamentos de la tecnología RFID (2012); BUENO DELGADO *et. Al.* (sin definir)

RFID es un término genérico usado para describir la tecnología que utiliza ondas de radio para la identificación automática de ítems individuales.

El principio de funcionamiento de esta tecnología, consiste en la emisión, por parte del lector, de una señal electromagnética, que al ser recibida por la etiqueta hace que ésta responda mediante otra señal en la cual se envía la información contenida en la etiqueta de manera codificada, tal como se ilustra en la Ilustración 3-1.

Luego, el lector convierte las ondas que retornan del tag RFID a una forma digital que puede ser procesada por una computadora y sus aplicaciones de negocios.

Las comunicaciones entre lectores y etiquetas están gobernadas por protocolos y estándares emergentes, como por ejemplo el estándar de la Generación 2 de UHF para su aplicación en la cadena de abastecimiento.

RFID permite el intercambio de información sin necesidad de contacto directo, de la interacción del usuario, de línea de vista y con más versatilidad, confiabilidad, velocidad y eficiencia, comparada con otras tecnologías que encajan dentro de las llamadas tecnologías de Auto-ID, tales como el código de barras, reconocimiento óptico de caracteres (OCR), reconocimiento de voz y reconocimiento de huella dactilar.

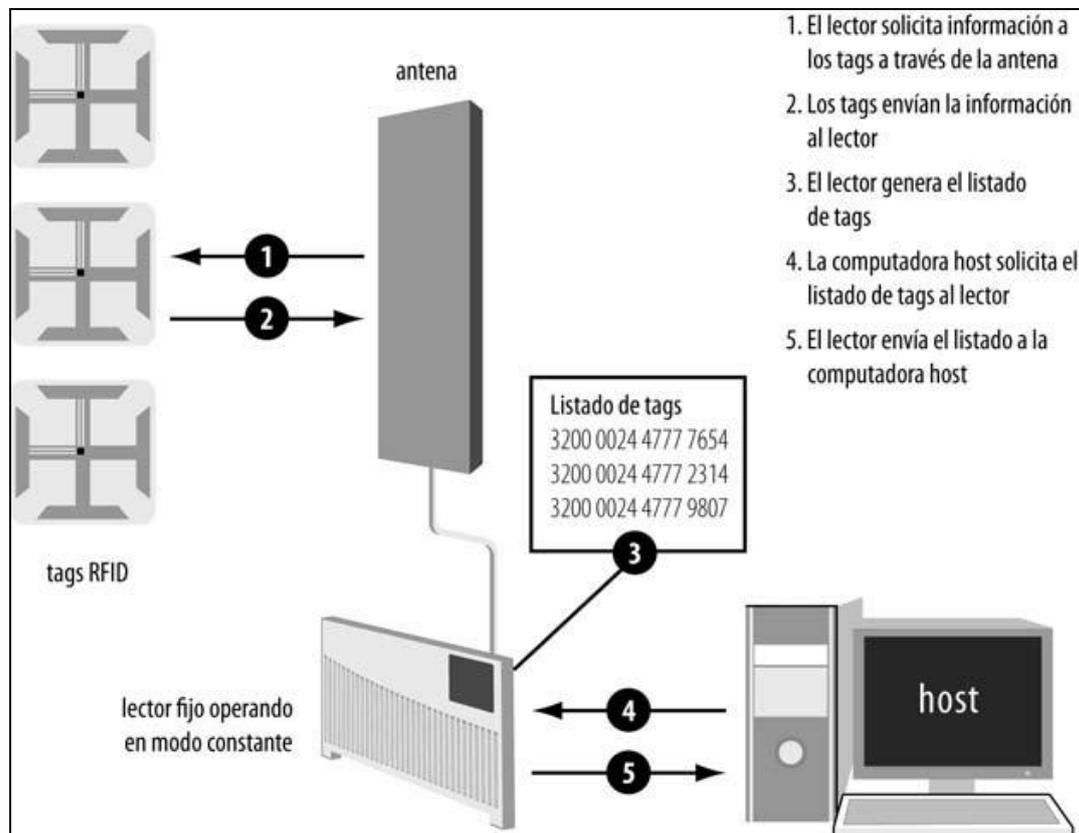


Ilustración 3-1 Principio de funcionamiento RFID

### 3.5.1 Clasificación de los tags

Es posible clasificar los tags de acuerdo a sus características según los cuatro campos de análisis que se detallan en el cuadro 3-2.

<b>Energía:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pasivos</li><li>• Semipasivos</li><li>• Activos</li></ul>	<b>Protocolo:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Estandarizados</li><li>• Propietarios</li></ul>
<b>Frecuencia:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 125/134 KHz</li><li>• 5-7 MHz</li><li>• 13,56 MHz</li><li>• 433 MHz</li><li>• 860-960 MHz</li><li>• 2,45 GHz</li></ul>	<b>Memoria:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tags de lectura/escritura (R/W)</li><li>• Tags de solo lectura</li><li>• Anticolisión</li></ul>

Cuadro 3-2 Clasificación de tags

#### 3.5.1.1 Energía

Aunque los tags activos y pasivos son considerados RFID y a menudo se habla de ellos intercambiamente, los tags activos tienen fundamentalmente diferente tecnología de los pasivos. Aunque ambos utilizan energía de radio frecuencia para comunicar el tag con el lector, el método de energizar el tag es diferente. Los tags activos utilizan una fuente de poder interna (usualmente una batería) dentro del tag para energizar continuamente el tag y sus circuitos de comunicaciones de RF, mientras que los pasivos dependen de la energía de RF transferida desde el lector al tag para energizarlo.

## Tags Pasivos

Los tags pasivos no cuentan con una fuente de alimentación interna, por lo que utilizan la energía suministrada por el reader para realizar sus procesos internos de funcionamiento. El reader emite una onda electromagnética que induce una corriente en la antena del tag y, por ende, un voltaje que polariza al microchip, el cual realiza sus funciones para que el tag pueda responder al reader con la información que éste le solicitó. Básicamente, la etiqueta refleja la onda transportadora y emite la señal de respuesta en ese reflejo por medio de una modulación en amplitud (AM). Debido a la ausencia de la batería el alcance de este tipo de tag es restringido, hasta 5 m. Se caracterizan por su bajo costo y por ser de tamaño y peso relativamente pequeños.



Ilustración 3-2

## Tags semi-pasivos

Este tipo de *tag* posee una batería que mantiene al microchip alimentado constantemente, por lo tanto, el procesamiento de la información es muy rápido, y la energía que toma de la onda electromagnética la utiliza exclusivamente para la comunicación con el *reader*, para reflejar la señal de manera similar a los *tag* pasivos. Como la batería no es utilizada para energizar la transmisión de señales RF si no sólo a la polarización del microchip y otros sensores, se extiende el tiempo de vida útil de estos.



Ilustración 3-3

El rango de lectura de estos *tags* puede alcanzar hasta los 30 mts

La batería puede permitir al *tag* otras funcionalidades tales como el monitoreo de condiciones ambientales (temperatura, sismos), por otro lado, son usualmente mas complejos y por ello más costosos aunque esto puede valer la pena por la mayor funcionalidad.



## Tags activos

Los tags activos contienen su propia batería que suministra la alimentación para el microchip y también refuerza el retorno de la señal de respuesta al reader mediante un transmisor proporcionando un mayor alcance, entre 100 y 300 mts. Esto hace que este tipo de tags sean capaces de monitorear continuamente y en tiempo real algunas condiciones u objetos que se estén sensando en un entorno o aplicación específica. Estas etiquetas se caracterizan principalmente por poseer grandes capacidades de memoria y tiempos de procesamiento de datos mucho más rápidos comparados con otro tipo de tags. Sin embargo, la duración de la batería limita la vida útil de la etiqueta; el tiempo de vida promedio es de 10 años. Este tipo de tag es utilizado para ítems de alto valor.

Aplicaciones		
Pasivos	Semi-Pasivos	Activos
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Seguimiento a nivel Caja</li> <li>● Activos de bajo valor</li> <li>● Registro de Libros en Biblioteca</li> <li>● Seguimiento de Equipaje</li> <li>● Ganado</li> <li>● Monitoreo de Corto Rango (Puntos de Embotellamiento, portales)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Monitoreo de condiciones ambientales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Activos críticos o de alto valor</li> <li>● Monitoreo de amplio rango</li> <li>● Monitoreo de área</li> <li>● Monitoreo de Vehículos</li> <li>● Monitoreo de sensores</li> </ul>

Tabla 3-1 Aplicaciones de tags

### 3.5.1.2 Frecuencia

Existen actualmente diversos sistemas de RFID operando en distintas frecuencias, y cada uno de ellos presenta ventajas y desventajas en relación a los otros, por lo que resulta necesario analizar la aplicación, para determinar cuál de ellos se adapta mejor a las condiciones y exigencias que se planteen.

Dicha frecuencia va a depender del tipo de material con el cual se va a operar, el rango de lectura y la velocidad de la misma.

Los rangos utilizados son los siguientes:

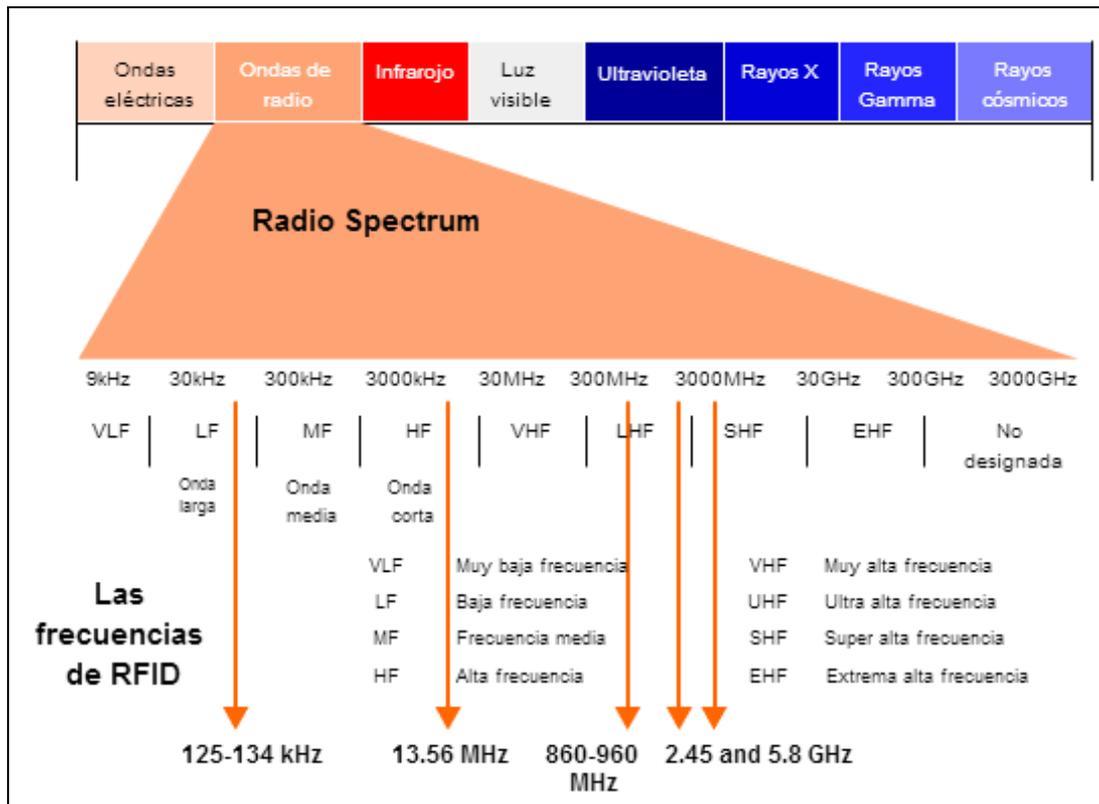


Ilustración 3-4 Espectro de Frecuencias

### Tags de Baja Frecuencia

125 KHz, operando en la banda de LF (low frequency), es el sistema menos susceptible a los líquidos y metales, su velocidad de comunicación es baja, lo que lo hace deficiente para operar en entornos donde haya más de un tag presente en el campo de la antena. Su rango máximo de lectura no supera los 60cm y su utilización más frecuente está asociada a controles de accesos e identificación de animales.

Normalmente para este tipo de frecuencia se utilizan tags pasivos con rango de lectura limitado y bajos costos para el sistema.

### Tags de Alta Frecuencia

13.56 MHz, utiliza la banda de HF (High frequency), su respuesta en presencia de líquidos es buena, la velocidad de comunicación es aceptable para sistemas estáticos o de baja velocidad, su rango máximo de lectura es alrededor de un metro,



sus principales aplicaciones se encuentran en librerías e identificación de contenedores.

### **Tags de Ultra Alta Frecuencia**

868 - 928 MHz, opera en la banda de UHF (ultra high frequency), sus principales inconvenientes se encuentran en la interferencia provocada por metales y líquidos. Entre sus puntos positivos está el rango de lectura (que alcanza hasta 5 metros), su velocidad de lectura (1500 Tags/seg.) y el bajo costo de los tags (se espera llegar a los 5 centavos de dolar por unidad). Sus principales aplicaciones se encuentran en la cadena de abastecimientos, tele-peajes e identificación de pallets y equipajes.

En este rango de frecuencias se encuentran sistemas con tags pasivos o activos.

### **Tags de Microondas**

2.4 - 5.8 Ghz, trabaja en la banda de UHF, si bien su velocidad de transmisión es buena, su rango de lectura no es mayor a 3,5 metros. Este tipo de sistemas no se encuentran muy difundidos y su aplicación principal se encuentra en sistemas de tele-peaje.

#### **3.5.1.3 Memoria**

La clasificación de los *tags* en lo que respecta a la memoria, depende de la capacidad de los mismos a ser leídos o escritos en una o más oportunidades y si esto puede realizarse con varios al mismo tiempo.

#### **Tags de lectura/escritura (R/W)**

Este tipo de dispositivo cuenta con una memoria con capacidad de modificar parcial o totalmente los datos almacenados dentro del tag. Este tipo de tag es ideal para aplicaciones que requieran la reutilización de etiquetas u objetos que requieran la actualización de la información contenida.



## **Tags de solo lectura**

Los datos almacenados no se pueden modificar; estos contienen poca información y se asemejan a los códigos de barras; debido a que sólo almacenan un número de serie. Este tipo de memoria es asociado frecuentemente a los tags pasivos.

## **Anticolisión**

Se trata de etiquetas especiales que permiten que un lector identifique varias al mismo tiempo, habitualmente las etiquetas deben entrar una a una en la zona de cobertura del lector.

Las etiquetas más sencillas necesitan ser leídas de una en una, ya que si se sitúa más de una dentro del rango de alcance de la antena del lector, ambas interferirán entre sí y no podrá realizarse la lectura. Obviamente este tipo de etiquetas son más baratas y para muchas aplicaciones son más que suficientes. Sin embargo, existen aplicaciones en las que puede ser necesario leer varias etiquetas a la vez. Para este tipo de aplicaciones se han desarrollado etiquetas anticolisión que permiten la lectura de varias etiquetas situadas en el rango de alcance de la antena. Además la lectura es bastante rápida.

### **3.5.1.4 Protocolos de lectura**

Un protocolo es el esquema de interface aéreo inalámbrico entre el tag y el lector, básicamente un lenguaje que permite que el tag y el lector se comuniquen entre sí. Los protocolos son definidos por los fabricantes de tags o por varias organizaciones que fijan estándares.

## **Propietarios**

Son aquellos desarrollados por fabricantes en particular, son de desarrollo rápido, pueden ser simples, requieren de menos política, pero al utilizarlos estamos atados a un solo proveedor. Ejemplos: Phillips I-Code; TI Tag-It; Micro-ID; Checkpoint Performa; SCS Dura-label; Intermec Intellitag.



## **Estandarizados o abierto**

Desarrollados por comités de organizaciones, de desarrollo más lento, interviene mucha política, tienden a tener mayor funcionalidad. Buenos estándares provocan adopción de múltiples proveedores, baja el costo y el riesgo. Ejemplos: ISO 14443 (A/B); ISO 18000; EPC Clase 1; EPC Clase 0, etc.

### **3.5.1.5 Factores que dictan el desempeño de los tags**

Diferentes tecnologías de RFID, aún tags que operan en la misma frecuencia, pueden tener un muy amplio y diferente nivel de rendimiento. Entre los factores que dictan el desempeño están:

#### **Sensibilidad del tag**

Es la habilidad de un chip para ser energizado y para maximizar la fuerza de la señal para enviar su identificación de vuelta al lector. A mayor sensibilidad del chip mayor el rango de lectura.

#### **Tamaño y forma**

En general, el tamaño del tag está asociado a la antena, las etiquetas más grandes poseen rangos de lectura más extensos.

Diferentes formas de antena proveen sustancialmente diferentes niveles de desempeño.

#### **Cantidad de antenas**

Dos antenas bipolares pegadas a un solo chip resultan en un desempeño del tag que es menos sensible a la orientación. Esto es importante en ambientes de lectura al azar.

#### **Velocidad**

- a) La velocidad a la cual el lector colecta las identificaciones. Velocidades altas incrementan la confiabilidad de lecturas y posiblemente imponen menos carga a



los procesos de negocio. Los tags disponibles hoy en día tienen velocidades de lectura que van desde los 20 tags/segundo a sobre 1000 tags/segundo.

- b) La velocidad a la cual se mueve el tag respecto del lector. Se relaciona con la cantidad de tiempo que el tag se encuentra dentro del rango de lectura.
- c) Redundancia de la lectura: Es el número de veces que un tag puede leerse dentro del área de cobertura. Si una etiqueta puede responder correctamente al menos tres veces a los requisitos de lectura (mientras se encuentra dentro del rango de lectura), las posibilidades de que sus datos sean captados sin error son elevadas.

### **La posición de la etiqueta en relación a otras etiquetas**

Las etiquetas pueden interferirse entre ellas cuando son aplicadas unas muy cerca de otras. Hay una amplia variación de desempeño en ambientes de alta densidad. Los mejores tags disponibles trabajan con efectividad aún situados a un centímetro entre ellos.

### **Interferencia**

Las tasas de lectura serán afectadas por diferentes fuentes de emisión de ondas de RF, por la proximidad a otras etiquetas y por la composición de los embalajes.

Tags y lectores bien diseñados se desempeñan con efectividad en ambientes de RF ruidosos.

### **Materiales**

Cuando los tags están pegados a materiales basados en metales y agua ven afectado negativamente su rango de lectura, sin embargo esto puede superarse. Si aún un pequeño espacio se deja entre el tag y el activo, el rango de desempeño mejora dramáticamente. Los materiales más amigables parecen ser cartón, ropa y plástico.

### **Principales criterios a tener en cuenta a la hora de seleccionar los tags:**

- Activos vs pasivos
- Frecuencias
- Velocidad
- Material del objeto a identificar

- Rango de lectura
- Colisiones
- Orientación del tag
- Costo
- Ambiente donde los tags serán usados, adjuntos, almacenados

### 3.5.2 Clasificación de los Lectores

Los lectores comúnmente se seleccionan de acuerdo a las características de los tags a utilizar, siendo compatibles con su frecuencia, memoria y protocolo. Adicionalmente, es fundamental considerar las condiciones bajo las cuales se desea realizar la identificación del objeto, para esto existen los tipos de lectores que se describen a continuación.

#### 3.5.2.1 Lectores fijos

Son ventajosos para ser colocados en puertas y portales de centros de acopio, ya sean de materias primas o de producto terminado. También se ubican en bandas transportadoras de líneas de producción y puntos de venta, para el monitoreo constante de los artículos que están siendo procesados y de los productos que son adquiridos por el consumidor.



Ilustración 3-5 Lector Fijo

### 3.5.2.2 Lectores móviles

Consisten en terminales portátiles, empleadas para procesos por excepción, en el seguimiento de activos cuando estos son fijos, o en colección remota de datos, y en instalaciones de baja escala. Aplicaciones en bodega (control de inventario, “picking”, etc.) y para la actualización de datos en línea.



Ilustración 3-6 Lectores Móviles

### 3.5.3 Middleware (software)

Los datos del tag leídos por el hardware RFID deben ser entregados a las aplicaciones de los procesos de negocios. El software para lograr esto se divide en tres capas:

- Manejo de dispositivos
- Aplicaciones intermedias (middleware)
- Aplicaciones empresariales

El middleware opera entre los lectores y sus aplicaciones empresariales de negocios, maneja a los lectores, es básicamente todo el software menos el de los dispositivos y las aplicaciones de negocios.



Ilustración 3-7

Las funciones del middleware se podrían enumerar en las siguientes:

- Control, configuración y monitoreo de cientos de dispositivos.
- Operación de los dispositivos: comandar al lector para leer y escribir los tags
- Filtraje y limpieza de los datos del tag
- Enrutamiento e integración de datos: qué dato se pasa a qué receptor
- Servicios aplicaciones de eventos: responde a eventos generados por las aplicaciones de negocios.
- Traducción de datos

### 3.5.4 Electronic Product Code (EPC)

La tecnología RFID se utiliza desde hace años, pero con sistemas propietarios y locales (en el ámbito de una empresa determinada). En la actualidad el objetivo es trazar y localizar cualquier producto en cualquier parte del mundo. La solución es combinar RFID e Internet: mediante RFID se lee la información del producto y mediante Internet se transporta esta información a cualquier parte del mundo. Además es necesario un formato común para la información del producto. El Auto ID-Center<sup>9</sup> ha desarrollado lo que se conocerá de ahora en adelante como EPC (“Electronic Product Code”) o Código Electrónico de Producto. La Tecnología del EPC se desarrolló con base en los principios de la Comunicación a través de frecuencias de radio, incorporando a dicha aplicación los principios de identificación única para cada producto y la simplificación de la información contenida en el “tag”.

<sup>9</sup> Los estándares para la tecnología Auto-ID están siendo diseñados e impulsados por el Auto-ID Center, una asociación única entre más de 98 empresas internacionales y seis de las universidades de investigación líderes del mundo. Fundado en 1999, el Auto-ID Center es una organización independiente, sin fines de lucro de investigación mundial con sede en el Instituto de Tecnología de Massachusetts.

El EPC es “un nuevo sistema de identificación y seguimiento de mercancías en tiempo real basado en la radiofrecuencia de identificación (RFID) y al que se asocia una serie numérica unitaria e inequívoca a cada objeto”

Se entiende por EPC, la “estandarización” del RFID, pero no solo eso, sino que el sistema EPC involucra muchos más aspectos dentro de su estándar, como lo son el software, el sistemas de información y la red por la que viaja la información de cualquier producto, entre otros mecanismos.

Esta tecnología incorpora la misma información que hoy se maneja en los códigos de barras, instrumento con el cual todos estamos familiarizados, y partiendo de estos datos básicos se anexan otros que permiten identificar cada unidad de producto o cada ítem de manera única.

Como el UPC<sup>10</sup>, el código EPC está dividido en números que identifican el fabricante y un número serial correspondiente al producto y su versión. Los rangos de memoria del código EPC van desde los 64 a los 256 bits, con cuatro campos distintivos como se muestra en la Ilustración 3-8. Lo que diferencia al EPC del código de barras UPC es su número serial, el cual permite la identificación de un ítem en forma univoca.



Ilustración 3-8 Formato de EPC

<sup>10</sup> El Código Universal de Producto (UPC) es una simbología de código de barras (es decir, un tipo específico de código de barras) que se utiliza ampliamente en América del Norte, Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, y en otros países para el seguimiento de los artículos comerciales en las tiendas.

EPCglobal se formó en octubre de 2003 como la organización sucesora del Auto-ID Center, el objetivo principal del grupo en la actualidad es tanto el de crear un estándar mundial para RFID como el uso de Internet para compartir datos a través de la Red EPC global que será definida posteriormente.

EPCglobal clasifica los tags de acuerdo a la funcionalidad implementada de la siguiente forma:

Clase 0	Pasivos, data escrita una sola vez en manufactura, de solo lectura	} Gen 1
Clase 1	Pasivos, programables en fábrica o campo una sola vez, de ahí solo lectura	
Clase 2	Pasivos, lectura escritura, memoria para usuario e inscripción	} Gen 2
Clase 3	Semi-pasivos, sensores a bordo, lectura escritura, memoria de usuario	
Clase 4	Activos, lectura escritura, sensores a bordo, capa a capa, se comunica con otros tags activos y con lectores en la misma banda de frecuencias	
Clase 5	Esencialmente los lectores, lectura escritura, pueden energizar otros tags de clases 0, 1, 2 y 3, se comunican con clase 4 y 5 inalámbricamente	

Los tags que mejor se adaptan a los procesos dentro de la cadena de suministro son los EPC Clase 1 Gen2, que fueron publicados en diciembre de 2004 y validados por la ISO<sup>11</sup> reflejados en la ISO 18000-6C. Las principales características de estos tags son las siguientes:

- Interface aéreo optimizado para funcionar en cualquier país
- Fuerte algoritmo anticolidión
- Mayor seguridad en los datos escritos en el tag mediante una avanzada tecnología de encriptación
- Banda de frecuencia de operación 860 – 960 Mhz
- De 96 a 256 bits de memoria disponibles en el tag
- 32 bits para corrección de errores y un comando de destrucción

<sup>11</sup> International Standard Organization



### 3.5.4.1 Red EPCglobal

El código electrónico del producto forma parte de un entramado denominado EPCglobal Network o “Internet de los Objetos” que, empleando *tags* o chips lectores de RFID y un conjunto de mecanismos informáticos de acceso a datos, permite automatizar totalmente los procesos operativos y obtener a través de esta herramienta toda la información relativa al elemento identificado con EPC de manera rápida y eficaz.

Hace a la cadena de distribución más eficiente al habilitar el compartir datos de productos en forma segura y transparente a lo ancho de la cadena.

Es necesaria ya que RFID introducirá una gran cantidad de datos nuevos, además muchos participantes desearán compartir y recibir datos EPC.

La Red EPCglobal está conformada por seis elementos imprescindibles:

- a) Código electrónico de producto
- b) Etiqueta EPC
- c) Lectores EPC
- d) Software personalizado EPC (EPC Middleware): gestiona la información de lectura básica para la comunicación con los servicios de información EPC y los sistemas de información de las compañías existentes.
- e) Sistemas de información EPC (EPC IS): estas plataformas de servicios permiten a los usuarios intercambiar los datos incluidos en el EPC con los interlocutores del mercado, por medio de la Red EPCglobal.+
- f) Servicios Discovery: corresponden al conjunto de servicios que permiten a los usuarios encontrar datos relacionados con un EPC específico y solicitar acceso a estos.

### 3.5.5 Tecnologías Auto-ID

Como se ha mencionado anteriormente, RFID pertenece al grupo de tecnologías denominadas Auto ID. La tabla 3-2 realiza un cruce de las tecnologías Auto ID y sus parámetros:

		TECNOLOGIA					Sistemas RFID
		Código de Barras	OCR	Reconocimiento por Voz	Procedimientos Biométricos	Tarjetas Inteligentes	
<b>P A R A M E T R O</b>	Capacidad de Datos (Bytes)	1-100	1-100	-	-	16-64k	16-64k
	Densidad de Datos	Baja	Baja	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
	Captura de datos	Buena	Buena	Costosa para el sistema	Costosa para el sistema	Buena	Buena
	Captura de datos por personas	Limitada	Simple	Simple	Difícil	Imposible	Imposible
	Influencia de suciedad/humedad	Muy alta	Muy alta	-	-	Puede afectar	Ninguna
	Influencia por bloqueo de línea de vista	Falla total	Falla total	-	Puede afectar	-	Ninguna
	Influencia de la dirección y la posición	Baja	Baja	-	-	Unidireccional	Ninguna
	Degradación / Desgaste	Limitada	Limitada	-	-	Contactos	Ninguna
	Precio de Adquisición	Muy bajo	Medio	Muy alto	Muy alto	Bajo	Medio
	Costo de operación	Bajo	Bajo	Ninguno	Ninguno	Medio	Ninguno
	Modificación o copia No Autorizada	Fácil	Fácil	Posible	Imposible	Imposible	Imposible
	Velocidad de lectura (procesamiento de datos incluido)	Baja ~4s	Baja ~3s	Muy baja >5s	Muy baja >5-10s	Baja ~4s	Muy rápida ~0,5s
Alcance	0-50cm	<1cm	0-50cm	Contacto directo	Contacto directo	0-100m dependiendo	

**Tabla 3-2 Tecnologías Auto ID**



### 3.5.5.1 RFID vs. Código de Barras

Los autores consideran relevante realizar un comparativo entre la tecnología con mayor difusión e implementación en el mercado, código de barras, y la propuesta de RFID. La tabla 3-3 es un resumen de la información del tema de referencia.

Atributo	RFID	Código de Barras
Capacidad	Almacena mayor cantidad de información	Espacio limitado
Identificación	Permite la identificación individual de cada ítem, hasta el último nivel de referencia.	Se realiza la identificación generica del producto
Actualización	Lectura / escritura	Sólo lectura
Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"><li>• No requiere linea de vision</li><li>• Cualquier objeto fisico sera identificado de la misma manera.</li><li>• La información adicional relacionada con el producto no debe estar contenida en el tag</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requiere linea de visión para lectura</li><li>• Cada aplicación y/o tipo de empaque requiere diferentes estructuras de datos y simbologías.</li><li>• Siempre deben estar impresos sobre la superficie del objeto identificado</li></ul>
Lectura	Lectura simultanea	Una lectura por vez
Tipo de lectura	Lee a traves de diversos materiales y superficies	lee solo en superficies
Precisión	No requiere intervención humana. 100% Automático	Requiere intervención humana
Durabilidad	Soporta ambientes agresivos	Puede dañarse facilmente
Acceso a la Información	On Line de acceso expedito (EPC Network)	Limitado
Costo etiqueta	Depende del tipo de etiqueta pero parte de precios más elevados (alrededor de USD 0,2)	Mas económica (alrededor de USD 0,001)

Tabla 3-3 RFID vs. Código de Barras



## 4 Problema Caso

En este capítulo los autores buscaran reflejar los motivos por los que la tecnología RFID puede brindarle a la compañía soluciones en los procesos de producción, estibado y seguimiento del producto terminado dentro del depósito. Estos procesos serán descritos en función a los objetivos y al alcance del proyecto, planteados a continuación, profundizando en las oportunidades de mejora detectadas que llevaron a la realización del trabajo.

A medida que se avanza en el capítulo, se develará que implementar tecnología de Radio Frecuencia en los procesos delimitados por el alcance, merece al menos, un estudio que permita determinar si dicha implementación traerá beneficios que justifiquen la inversión necesaria.

### 4.1 Objetivo general

Determinar la viabilidad técnica y económica de implementar la tecnología RFID en la embotelladora, que permita optimizar las operaciones en el depósito principal y así mejorar el nivel de servicio de la compañía, al mejorar la calidad de información disponible y aumentando la eficiencia de procesos mediante automatización.

### 4.2 Objetivos específicos

- a) Automatizar el alta de producción para evitar el error humano
- b) Incrementar exactitud en los inventarios, con el fin de mantener cifras confiables entre los traslados de producción y depósito.
- c) Aumentar los controles en los procesos internos de la compañía garantizando calidad de datos e información.
- d) Reducir tiempos de horas hombre en procesos que no agregan valor al producto, pudiendo destinar el mismo a otras tareas.
- e) Introducir la tecnología RFID en la compañía para luego extender su aplicación.

### 4.3 Alcance

Los autores han definido que el alcance de este proyecto, será analizar la factibilidad de implementar la tecnología RFID en el seguimiento de productos con envases descartables, también llamados PET<sup>12</sup>, desde la finalización del proceso productivo hasta el egreso del depósito, mediante la aplicación de etiquetas a nivel de *pallet*.

Dicho alcance considera un 37,4% del volumen total de producción de la planta, tal como se puede observar en el gráfico a continuación:

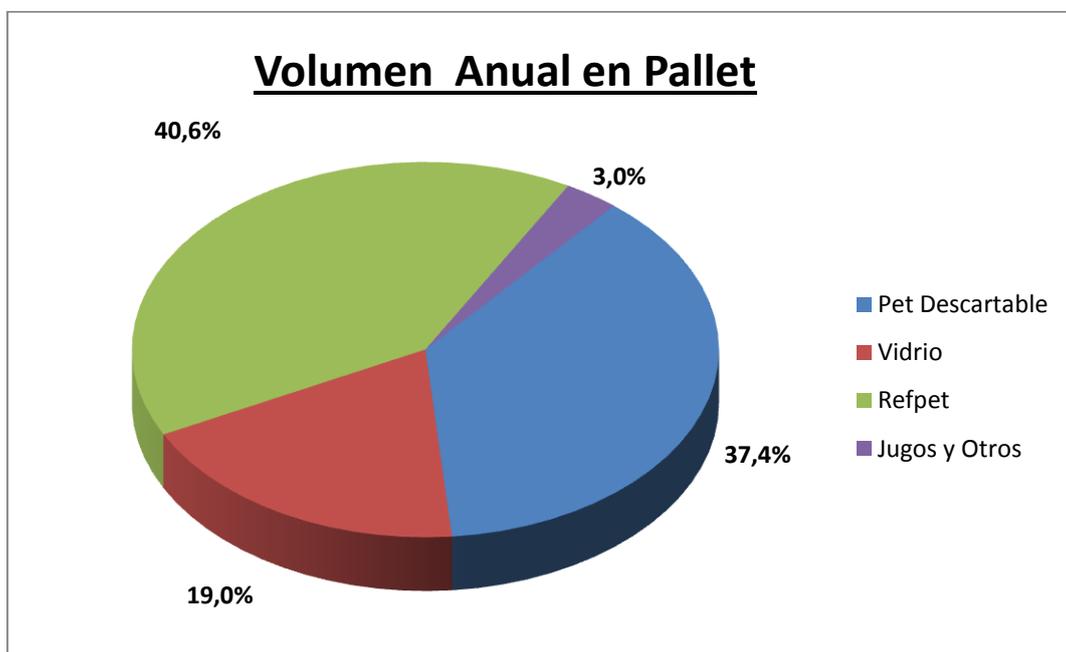


Ilustración 4-1 Volumen de Producción Anual según tipo de envases

<sup>12</sup> Sigla en inglés del Tereftalato de Polietileno, material con el que están compuestos los envases no retornables.



#### **4.4 Análisis FODA de EDASA**

Resultó de gran utilidad realizar un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa donde se desarrolla el estudio, esto ayudó a obtener un diagnóstico de la situación de la compañía. El mismo fue focalizado en el alcance y dimensiones que competen a este proyecto, sin dejar de lado las funcionalidades y potenciales aplicaciones de la tecnología RFID.

En el análisis realizado en el cuadro 4-1, se puede observar que existen posibles dificultades y complicaciones para llevar a cabo una implementación como la propuesta, por ejemplo el desafío que implica el cambio cultural en las personas que desempeñan sus actividades en los procesos involucrados y el impacto que puede tener la posible reacción del sindicato. Sin embargo, se debe destacar que la mayor parte de las condiciones externas e internas están dadas para que se pueda ejecutar un proyecto de estas características.



		ANALISIS INTERNO	
		Fortalezas (F)	Debilidades
<b>ANALISIS FODA</b>		Compañía en etapa de crecimiento e inversión. Sistema de gestión SAP Lay Out favorable para la incorporación de nuevas tecnologías Relación con los clientes Conocimiento del mercado Posición de la marca	Falta de automatización en procesos de movimiento de PT Resistencia al cambio de la MO Bajo nivel de control en algunos procesos internos Pérdida de producto por vencimiento en depósito Costo de MO elevado Poca disponibilidad de RRHH capaces de desarrollar proyectos
<b>ANALISIS EXTERNO</b>	<b>Oportunidades (O)</b>	<b>Opciones estratégicas (FO)</b>	<b>Opciones estratégicas (DO)</b>
	Disponibilidad de nuevas tecnologías Crecimiento en la participación del mercado Tendencias favorables en el mercado Clientes aptos para incorporar nuevas tecnologías	Adoptar nuevas tecnologías para agilizar procesos Nuevos procesos con integración del cliente	Aumentar la confiabilidad de los datos internos Contratación de terceros especialistas
	<b>Amenazas (A)</b>	<b>Opciones estratégicas (FA)</b>	<b>Opciones estratégicas (FD)</b>
	Bajo poder de negociación con el sindicato Restricciones en las importaciones Contexto inflacionario Fuerte competencia a nivel de precios y productos similares Restricciones para girar divisas	Invertir en aumentos de productividad Diferenciarse con la competencia Aumento de competitividad Anticipar inversiones	Reducir la MO en procesos que no agregan valor Convenio con proveedores para reducir costos de aprovisionamiento Reducir costos de operaciones actuales Automatizar procesos

**Cuadro 4-1 Análisis FODA EDASA**



## 4.5 Diagnóstico: Situación actual. Procesos involucrados.

Como ya se ha mencionado, Embotelladora del Atlántico es una sociedad que posee una franquicia para la producción y comercialización de bebidas licenciadas por The Coca Cola Company. A grandes rasgos los procesos macro de la compañía son: Abastecimiento, Producción, Logística y Distribución, y Comercialización.

El alcance del proyecto está encuadrado en los procesos de Producción y, Logística y Distribución.

### 4.5.1 Producción:

En la actualidad, EDASA, cuenta con doce líneas destinadas a la fabricación de los distintos productos de la línea Coca Cola en todos sus formatos.

El volumen total de producción se puede dividir en tres grandes grupos, dependiendo el envase del producto a elaborar:

- Producto con envase Tetra Brick<sup>13</sup>, en donde se envasa toda la línea de Jugos.
- Producto con envase Retornable, en donde se encuentra incluido, producto con envase de vidrio y productos con envase de Ref Pet (plástico Retornable). (Salvo el caso de botellas de vidrio volumen 237cc que son productos descartables)
- Producto con envase No Retornable, todo producto envasado en botellas PET descartables.

El proceso productivo es el mismo para los dos últimos grupos mencionados anteriormente, el mismo consta de una etapa de llenado, en donde puede existir o no el proceso de carbonatación, dependiendo del producto que se esté embotellando. Instantáneamente seguido del llenado se produce el tapado de la botella.

---

<sup>13</sup> Nombre comercial del envase de cartón producido por la empresa Tetra Pak.



Luego mediante transportes, las botellas son controladas por inspectores de nivel y tapa rechazando las que no cumplan con las condiciones de calidad requeridas por el sistema Coca Cola. Las que cumplen con los parámetros de calidad requeridos pasan al proceso de empaquetado o encajonado y posteriormente al paletizado, para luego ser retirado de la línea y ser estibado considerando normativas internas de apilabilidad que se observan en el Procedimiento DEP-P01 (Anexo A2).

Para lograr el producto terminado las distintas líneas se abastecen de Jarabe de producto terminado, que proviene de la sala de bebidas, donde se realiza la dilución del concentrado en conjunto con el endulzante mediante la incorporación de agua tratada, el mismo es trasladado desde la sala, a las distintas líneas mediante cañerías sanitarias que alimentan directamente las llenadoras.

Esta etapa es común a todas las líneas, independientemente del tipo de envase que lleve el producto final.

Por otro lado, según el tipo de envase, las líneas operan de la siguiente manera:

### **Tetra Brick**

Dentro de la planta se cuenta con dos líneas que están dedicadas a la producción de este tipo de producto. Al tratarse de una producción totalmente diferente al resto de los productos, el sector de la planta destinada a los mismos se considera una unidad individual.

En este caso estas líneas cuentan con un almacén propio, desde donde se alimentan de los distintos insumos, que consisten básicamente en bobinas de tetra brick, tapas, y sorbetes. Las máquinas son unidades compactas en donde se confecciona el envase y se cierra luego del llenado. Incorporándole luego los sorbetes dependiendo del formato a producir. Los envases de 200cc se empaquetan cada seis unidades y a su vez 4 paquetes forman una caja, mientras que los envases de litro se agrupan en cajas de seis, ambos formatos luego son paletizados. Los productos son almacenados en un depósito particular diseñado para éste tipo de producto.



## Líneas de Producto Retornable

Los envases para éstas líneas tienen dos orígenes, uno cuando se trata de envases nuevos provenientes directamente del proveedor, denominados *pallet* a granel; y otro por el recupero de envases del mercado. Todos estos envases son incorporados a las líneas para ser lavados e inspeccionados, aquellos que superan los chequeos avanzan a la llenadora. Luego del llenado, en el traslado a través de los transporte a la zona de encajonado existen contadores, los cuales son utilizados para realizar el alta de la producción.

El producto terminado es colocado en cajones, los cuales previamente son sometidos a un proceso de control y lavado. Los cajones son organizados mediante transportes para luego ser paletizados<sup>14</sup> y trasladados al depósito.

Para este caso se cuenta con cinco líneas dedicadas a la producción de producto retornable, de las cuales tres están destinadas a la producción en envase de vidrio y dos a la producción en envase RefPet<sup>15</sup>.

## Líneas de Producto No Retornable

En este último grupo, en el cual se basará el desarrollo del presente trabajo, los envases son provenientes de la planta de soplado, en donde partiendo de las preformas se llega a las botellas mediante sopladoras, las mismas son trasladadas hasta las respectivas líneas mediante transportes neumáticos aéreos. En este caso los envases ingresan directamente a las distintas llenadoras, en donde se produce el llenado y tapado para luego ser controladas por los inspectores anteriormente mencionados. Las botellas que se encuentran dentro de los parámetros requeridos por el sistema Coca Cola son transportadas hasta la etiquetadora donde se le agrega la identificación. Una vez etiquetadas ingresan a los hornos donde se arma el pack, que luego es acomodado, paletizado y estrichado<sup>16</sup>. Posteriormente es llevado al depósito. De la misma manera que en el caso de producto Retornable, en los transportadores existen contadores que son utilizados para realizar el alta de la producción.

<sup>14</sup> Dispuestos uno encima de otros sobre un *pallet*.

<sup>15</sup> Abreviatura de productos PET retornables

<sup>16</sup> Es el recubrimiento plástico que se le coloca a los productos apilados en pack sobre el *pallet*.



A los fines de simplificar la comprensión del proceso antes descrito, se desarrolló el cursograma analítico de operación que se observa en la figura 4-1.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DE: OPERACIÓN( X ) MATERIAL( ) EQUIPOS ( )									
Objeto: Productos PET Actividad: Embotellado Lugar: Lineas de Producción Planta Industrial									
			Proc	Insp	Trans	Alm	Dem	O/T	
I	DESCRIPCIÓN	QUIEN	○	□	⇒	▽	D	⊖	OBSERVACIONES
1	Almacen de preformas					X			
2	Traslado a Sopladora				X				En transportes neumáticos
3	Soplado		X						
4	Inspección de envases			X					
5	Traslado a Llenadora				X				En transportes neumáticos
6	Llenado		X						
7	Transporte				X				En cintas transportadoras
8	Control de nivel y tapas			X					
9	Transporte				X				En cintas transportadoras
10	Pulmon						X		
11	Transporte						X		En cintas transportadoras
12	Etiquetado		X						
13	Transporte				X				En cintas transportadoras
14	Pulmon						X		
15	Transporte				X				En cintas transportadoras
16	Agrupamiento							X	
17	Empaquetado		X						
18	Transporte				X				En cintas transportadoras
19	Palletizado		X						
20	Transporte				X				En cintas transportadoras
21	Estrichado		X						
22	Transporte				X				En cintas transportadoras
23	Retiro de Punta de Linea		X						Con auto elevador
24	Traslado a depósito				X				Con auto elevador
25	Estibado					X			Con auto elevador
<b>TOTAL</b>			7	2	10	2	2	1	

**Figura 4-1 Cursograma analítico**



Para cumplir con el volumen de producción de producto no retornable, se cuenta con cinco líneas de producción. De los cuales cuatro están destinadas a la producción de productos carbonatados o también llamadas gaseosas que se observan en la Ilustración 4-5 (página 60) y una destinada a la producción de sensibles o productos sin gas. Ya sean bebidas saborizadas o agua.

## **4.5.2 Logística y Distribución**

El área de Logística es la responsable y encargada de almacenar y manipular el producto terminado (PT). Desde el retiro de los pallets en las puntas de línea una vez que los mismos están completos, ya sea con cajones o con producto descartable hasta el estibado por sector de los mismos en el depósito, dependiendo del tipo de producto.

Por otro lado, organiza las cargas y entregas de los productos, teniendo en cuenta los planes de carga, los cuales surgen de la demanda de los clientes.

Adicionalmente, debe mantener actualizados los stocks y la rotación del producto.

### **4.5.2.1 Distribución**

Para hacer que el producto llegue a cada uno de los clientes, Embotelladora del Atlántico cuenta con diversas modalidades de Distribución, tales como Distribución Directa, “Cross Docking” y Entrega Remota.

En el cuadro siguiente se puede observar cada uno de los tipos de distribución con su peso relativo sobre el volumen total que distribuye la Compañía.

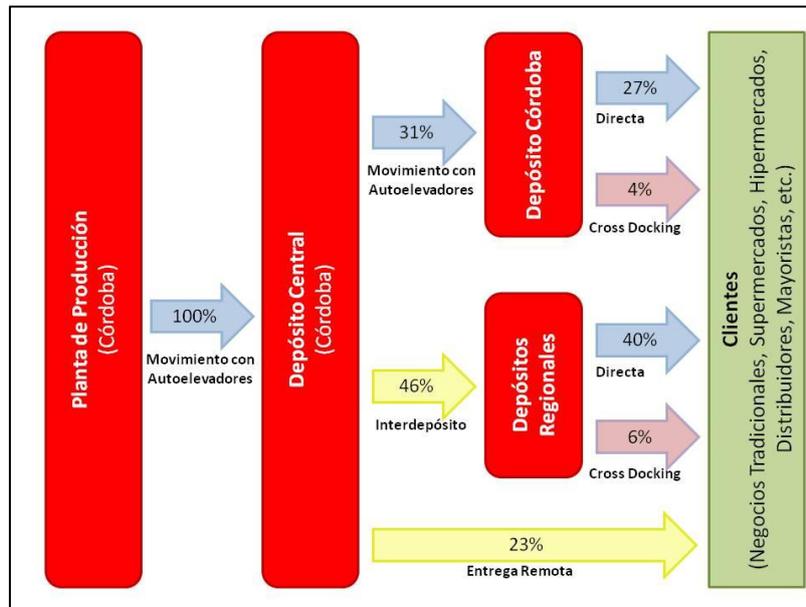


Ilustración 4-2 Modalidades de Distribución

La modalidad de Distribución es seleccionada en función de características particulares de cada cliente como ser volumen de compra, frecuencia de entrega, distancias, etc.

La distribución Directa, se realiza con camiones pequeños que van de 8 a 12 pallets, que tienen como programa visitar aproximadamente 50 clientes diarios. Estos son cargados en depósitos propios de Embotelladora del Atlántico ya sea de depósito central como de los depósitos regionales, este último caso tiene asociada una operación de distribución Interdepósito para trasladar el producto desde el depósito central hasta el depósito regional. Esta modalidad, la cual incluye la Logística Inversa de regreso de envases, cajones, pallets y chapadur<sup>17</sup> al depósito central. Para la misma se utilizan camiones semirremolques de 30 pallets de capacidad, los cuales recorren más de 200.000 kilómetros al año.

En lo que respecta a Distribución *Cross Docking*, es una variante de la entrega Directa, que Embotelladora del Atlántico utiliza para algunas ciudades que se encuentran aproximadamente a 100 km de un depósito propio y que además tienen un volumen de entrega superior a los 14 pallets diarios. La misma consiste en cargar, en depósitos regionales camiones chasis y acoplados. Al llegar a la ciudad en la que se desea realizar la distribución, el chasis comienza el reparto y la carga

<sup>17</sup> Tablero de fibras de madera utilizado como divisor en los distintos pisos del paletizado.

del acoplado es transferida a otro chasis de 10 pallets con el cual se realiza otra Distribución directa convencional.

**Entrega Remota:** Es la entrega directa a grandes clientes, consiste en la distribución que se realiza desde el depósito central a un solo cliente con un camión de más de 22 pallets, sin importar la distancia a la que se encuentre el mismo. En general para este tipo de distribución se utilizan camiones semirremolques.



Ilustración 4-4 Camión chasis



Ilustración 4-3 Camión con acoplado

#### 4.5.2.2 Deposito

Con la información de Planificación Logística y de Tráfico se procede al pre armado de carga, este proceso consiste en retirar el producto del sector de estiba y trasladarlo a los sectores de carga, luego el armado de la misma varía de acuerdo a los distintos clientes de destino. Para los clientes de Distribución Directa, la carga tiene un mix de productos más variado y a su vez, sea realiza un proceso de *picking* en el cual se parte de pallets puros (un mismo producto) para armar pallets mixtos, mientras que para las restantes modalidades de envío las cargas son armadas con pallets puros.

Se realizan inventarios de manera periódica cuyo objetivo es determinar la cantidad de producto terminado que se encuentra en el depósito, el resultado se cruza con el stock disponible en el sistema y se actualiza el mismo. Para esto se insume gran cantidad de personal en el recuento ya que es realizado de forma manual. Cómo complemento diariamente personal de depósito recorre el mismo relevando fechas de vencimiento y ubicación del PT para asegurar la rotación y disminuir los derrames por vencimiento.



4.5.1

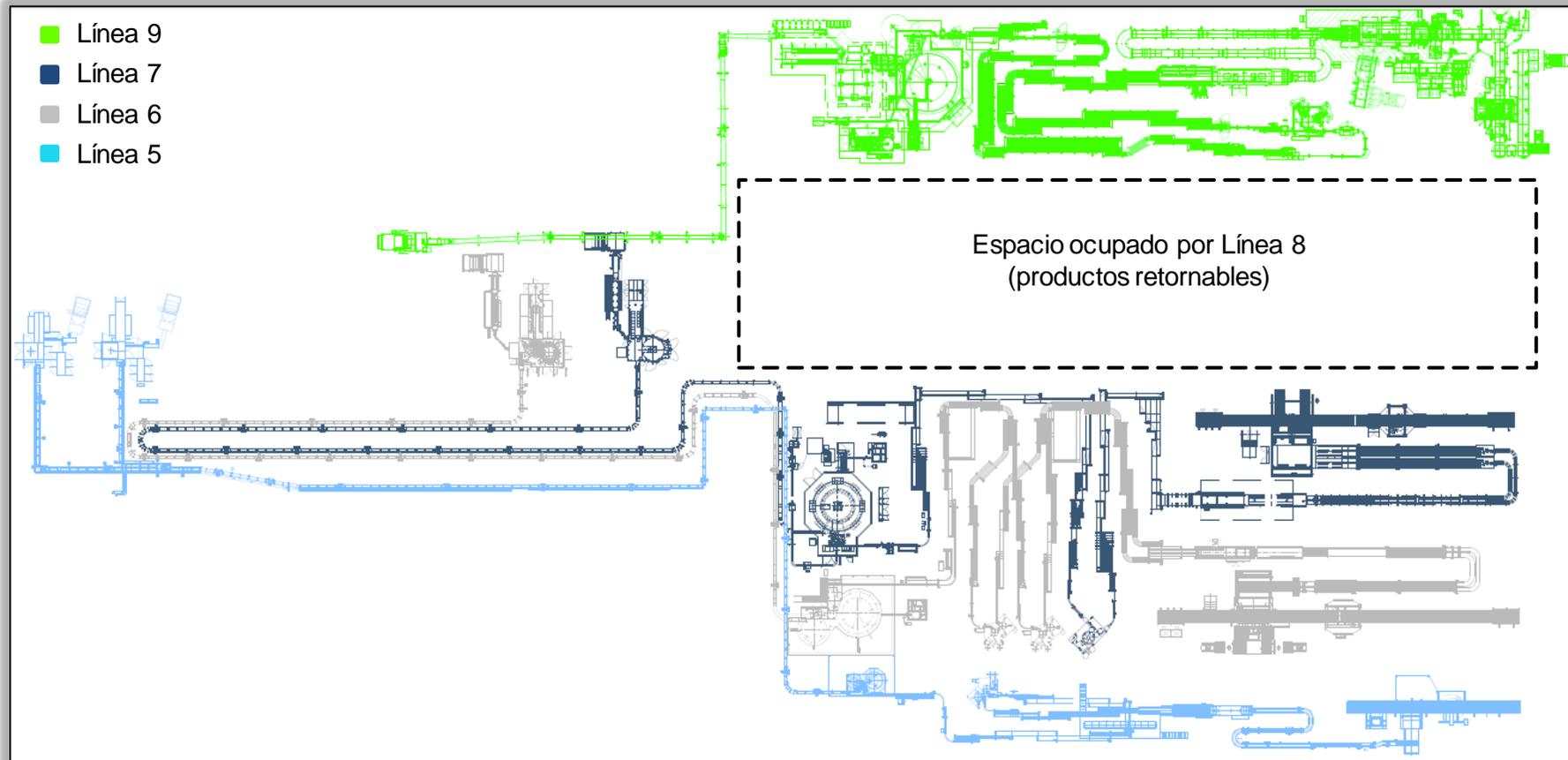


Ilustración 4-5 Líneas de producción destinadas a productos carbonatados no retornables



## 4.6 Oportunidades de mejora

Habiendo descripto los procesos de la embotelladora que son alcanzados por el presente proyecto, luego de un análisis que consistió en el estudio del procedimiento de la compañía PPB-P02 (Anexo A3), y entrevistas con los Jefes de Producción y de Depósito, se identificaron las actividades que serán beneficiadas con la aplicación de la tecnología en estudio.

### 4.6.1 Producción.

En la ilustración 4-7 se detallan actividades y decisiones que se llevan a cabo desde el comienzo de la producción hasta el traslado del producto hacia el depósito. Se profundizará sobre aquellas que serán afectadas por el proyecto.

- Registro de producción: El operador de la llenadora registra los siguientes datos: valor del contador neto, valor del contador bruto, hora de relevamiento, código del producto embotellado, equipos que causaron detenciones de la línea y cantidad de minutos agrupados por equipo si correspondiera, rotura de producto después de los contadores y observaciones varias. El registro será en el sistema de planillas auxiliares de control de producción (Anexo A4), para cada proceso o línea con una frecuencia mínima de una vez cada 60 minutos, más una vez en cada corte, largada de lote de producción o parada de línea. El contador Bruto está ubicado a la salida de la llenadora y el contador Neto se ubica posterior a los rechazadores que detectan niveles, tapas, y otros parámetros de calidad.
- Alta de Producción: El Analista de Administración de la Producción carga en SAP<sup>18</sup> las planillas del día anterior registradas hasta las 22 hs, ya que la jornada productiva es tomada a partir de dicho horario, e informa el alta de PT mediante el mismo sistema. El principal propósito por el que lo realiza un Analista dependiente del área mencionada, es para llevar control sobre los insumos y materias primas de modo que no haya faltantes en las líneas. Sin

---

<sup>18</sup> Software desarrollado por la compañía SAP AG cuyo acrónimo proviene de *Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung* ("Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos").



embargo, esto provoca que los responsables de depósito asuman los productos que producción informa que se estibarón, sin haber un control cruzado entre las áreas.

- Traslado de PT desde la línea al lugar de estiba: Los autoelevadoristas retiran el producto desde el final de línea y lo trasladan al sector determinado para cada una de ellas. El lugar exacto donde depositará el PT será según disponibilidad de espacio. Las condiciones de almacenamiento y manejo para asegurar la calidad e integridad del producto están determinadas en el procedimiento DEP-P01 (Anexo A2)

#### 4.6.2 Depósito.

De igual modo que para las actividades de producción, se procederá a detallar las actividades que se realizan en el depósito, graficadas en la ilustración 4-8, y de las cuales se profundizará sólo sobre las que serán optimizadas con el proyecto:

- Relevamiento y Control de Fechas: Esta actividad es realizada por un operario que recorre el depósito registrando la ubicación de los productos y las fechas de vencimiento de los mismos. Con esta información se realiza una Hoja de Ruta utilizando el sistema *First In First Out (FIFO)* o *First Expired First Out (FEFO)* según corresponda, la cual indica a la operación de armado de carga, de que sector tomar la mercadería dependiendo el cliente de destino.
- Reordenamiento de estibas: El reordenamiento lo realiza el operario a partir del relevamiento y control de fechas de manera cíclica, utilizando un auto elevador. Esto permite ordenar los productos para evitar vencimientos y generar espacios para el que proviene de las líneas. Sin embargo, debido al gran volumen manipulado, no se logra generar disponibilidad de espacio para el 100% de los PT proveniente de las líneas, lo cual provoca que no se genere la rotación adecuada para evitar vencimientos.
- Armado de carga: Planeamiento Logístico, en función a lo informado por el área Comercial y de Producción, determina las cargas a realizar. Esta información es transmitida a Tráfico quién asigna los camiones a cargar y

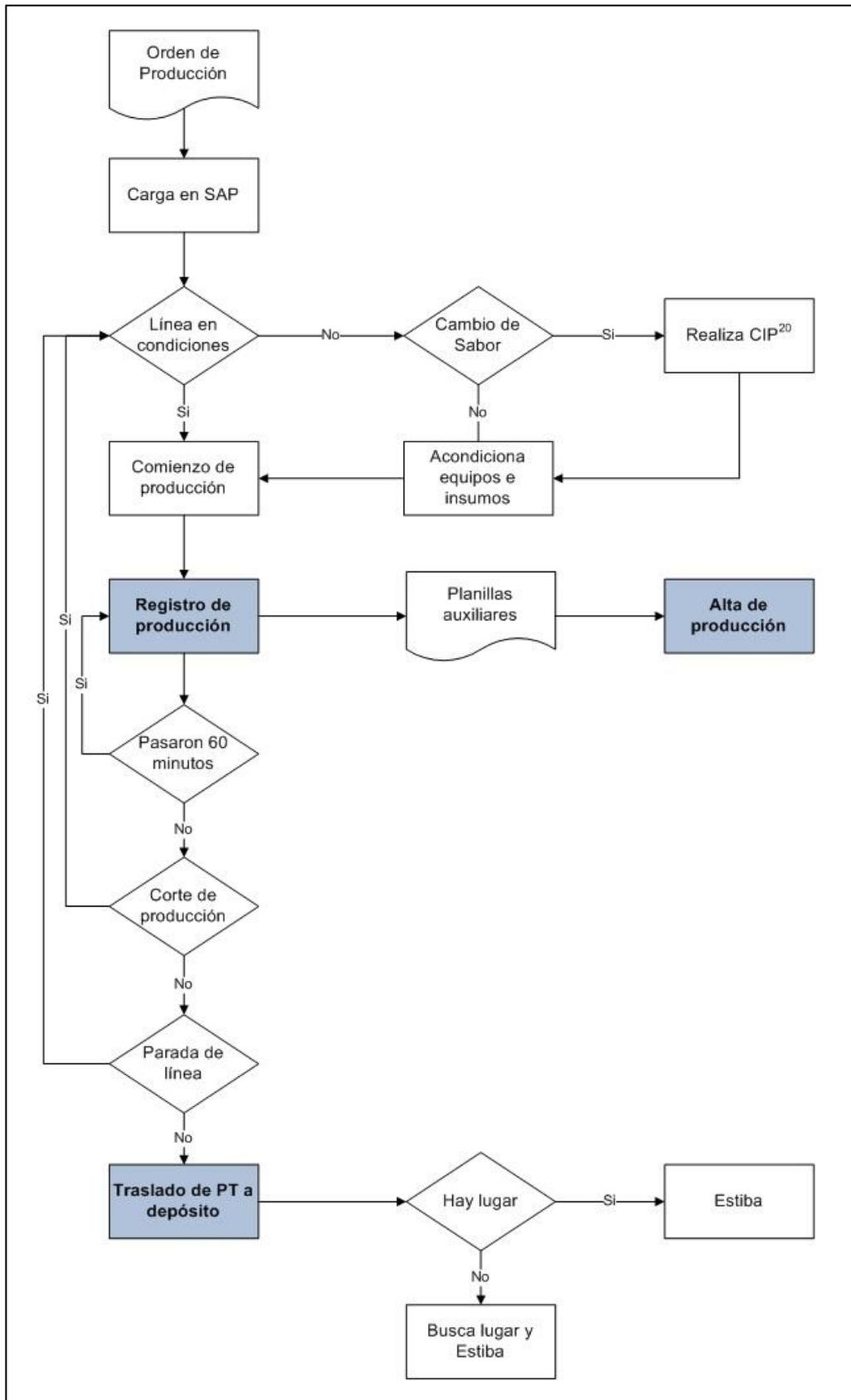


genera el documento de transporte. Los supervisores de depósito reciben la información de Planeamiento logístico, de tráfico, y en conjunto con la Hoja de Ruta realizan el Plan de Carga que es transmitido a los operadores de auto elevadores, éstos se dirigen hacia las estibas, toman el producto y cargan los camiones. Una vez finalizada la carga, se lo informan a los supervisores.

- Baja de depósito: Con la confirmación de los operadores de auto elevadores, los supervisores de depósito validan los productos colocados en cada uno de los camiones, lo informan en SAP para la baja de depósito y generan un remito que acompañado del documento de transporte son entregados al transportista para que se dirija a expedición.
- Inventario Mensual: Es realizado por personal de depósito y voluntarios de toda la empresa. Se sectoriza el depósito y se relevan las existencias. Lo relevado es contabilizado en SAP y de haber diferencias con lo previamente cargado, se realizan los ajustes correspondientes en el sistema, quedando el stock consolidado.
- Derrame por vencimiento: Habitualmente se encuentra producto dentro del depósito cuya fecha de expiración ha caducado. Este producto es trasladado a la isla ecológica<sup>19</sup> donde es derramado.

---

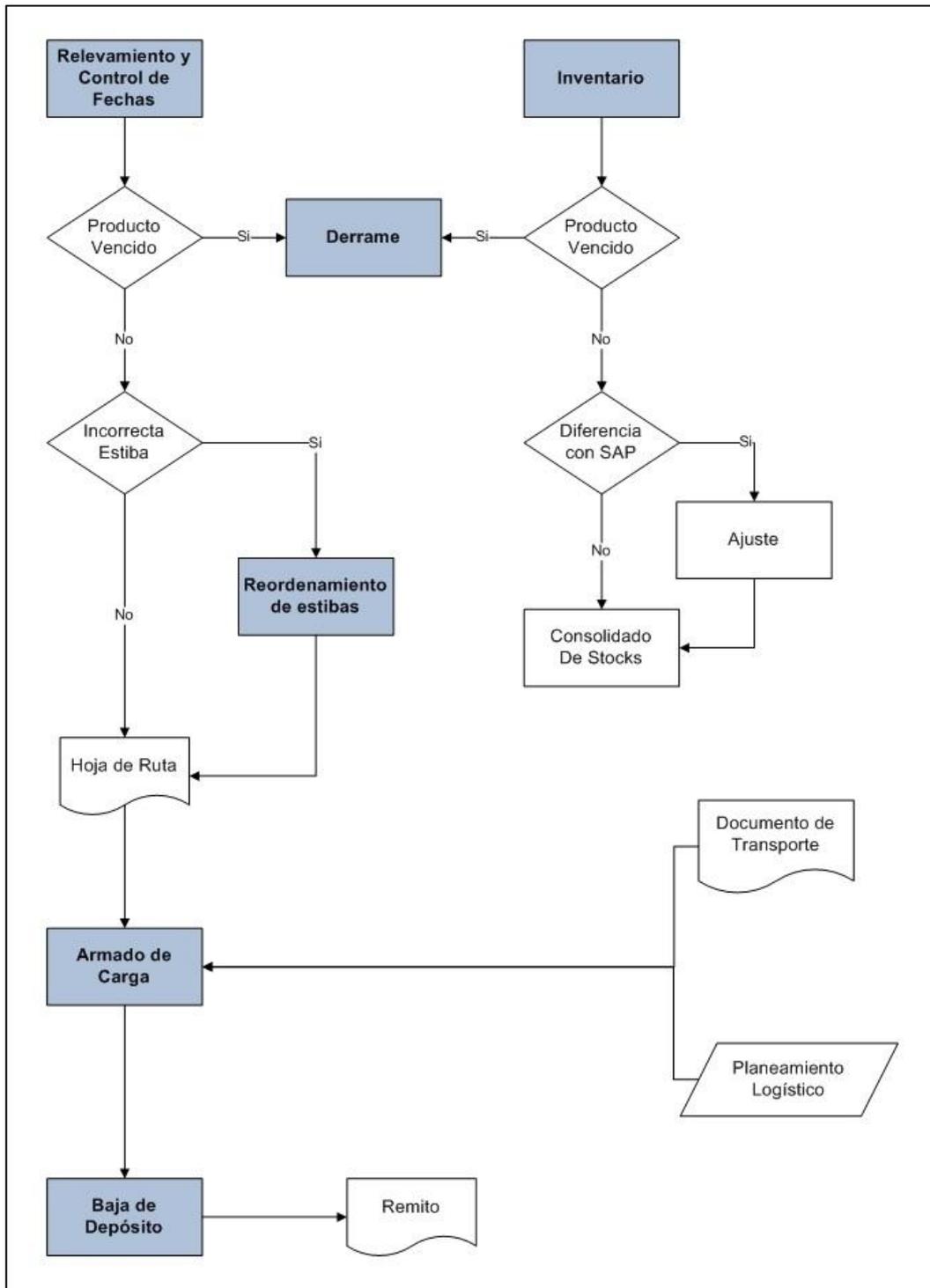
<sup>19</sup> Sector dónde se tratan los residuos. El servicio es tercerizado.



4.6.1

Ilustración 4-6 Diagrama de Flujo Producción

<sup>20</sup> Cleaning in Place (CIP): Proceso de sanitación in situ sin desmontaje de de equipamiento y piping por donde circula producto.



4.6.2

Ilustración 4-7 Diagrama de flujo depósito



## 5 Capítulo 5: Análisis y Resultados

Debido a la problemática planteada anteriormente y considerando las aplicaciones de la tecnología que se ha descrito, el desafío consiste en determinar la posibilidad de incorporar la misma y definir si es posible obtener beneficios y mejoras en el proceso actual. Se plantea entonces, etiquetar los productos terminados con tecnología de identificación por radio frecuencia.

### 5.1 Análisis de viabilidad Técnica

Este apartado se centra en determinar si es posible técnicamente incorporar RFID a los procesos detectados con oportunidades de mejora. Para lograr esto es necesario definir el tamaño del proyecto, es decir el alcance del mismo; seleccionar las variantes de la tecnología que queremos incorporar y luego diseñar un sistema de funcionamiento que se amolde a los procesos de la compañía.

#### 5.1.1 Delimitación del alcance del proyecto

De acuerdo a lo explicado en el apartado 4.4.1 el producto terminado es empaquetado y luego paletizado. Vamos a llamar niveles a cada una de estas presentaciones en las que encontramos el PT. La forma de cada nivel varía según los tipos de producto, por ejemplo el empaque de los productos Tetra Brick son cajas, para el caso de productos Retornables cajones y, *packs* formados con termo contraíble para No Retornables.

La primera decisión respecto al alcance, es establecer a qué nivel se va a identificar el PT. Se debe tener en cuenta el costo variable que significa identificar el producto por el consumo de las etiquetas o *tags*, este costo se prorratea según la cantidad de producto que se identifica con cada etiqueta, es decir, es menor el costo que se le adiciona al producto cuando se identifica en los niveles superiores. Considerando que en la planta productiva y en los depósitos de la compañía el producto se



traslada a nivel pallet, y teniendo en cuenta el costo variable antes mencionado, no se consideran viables, a priori, las alternativas de identificación a nivel producto o a nivel cajón, caja o pack, según corresponda; se deja abierta la posibilidad de un posterior análisis para determinar la viabilidad de identificar el PT a este nivel de modo de contar con trazabilidad hasta el cliente. Se define entonces, identificar los productos a nivel pallet.

Al tratarse de un proyecto de incorporación de nueva tecnología con la inversión que esto implica, considerando la envergadura de la planta, y por la complejidad que presentaría el desarrollo sobre tres procesos productivos diferentes en forma simultánea, se decidió hacer foco sólo en uno de ellos. Es decir, debemos decidir si identificamos productos Tetra Brick, Retornables o No retornables.

Se definió no avanzar en el grupo de productos Tetra Brick por su bajo volumen de producción, significan un 3% del volumen total que se observa en la ilustración 4-1. Además, se trata de un proceso independiente con almacén y depósito propio, donde se está implementando un proyecto de automatización mediante auto elevadores automáticos.

En esta instancia, nos encontramos con la posibilidad de identificar paletizados de producto retornable o no retornable.

En ambos casos se puede colocar la identificación a la tarima de madera, sin embargo esto requiere un estudio adicional de donde debe aplicarse el *tag* para evitar que sea dañado por la operación diaria, ya que las tarimas sufren golpes por auto elevadores y roces durante el retiro, traslado y estibado de las mismas en el depósito. Por lo expuesto, los autores optaron por descartar esta posibilidad en el análisis que compete a éste trabajo.

El paletizado de productos retornables está compuesto por cajones independientes, por lo tanto, la identificación debería realizarse en uno de ellos. Si bien se trasladan en conjunto sobre la misma tarima, existe la posibilidad, por casos excepcionales, de que el cajón identificado sea separado o bien sufra alguna modificación la base. Por otro lado, al ser retornables, los cajones regresan a planta para ser re utilizados luego de su lavado, lo que implica una potencial modificación en el proceso para asegurar la eliminación o modificación de la etiqueta. Finalmente, debido a que el

parque de cajones de propiedad de la empresa es adquirido de distintos proveedores, que cada uno tiene sus propios modelos, no es estandarizado; esto se traduce en que las estibas no tienen patrones homogéneos, es decir las caras laterales del conjunto paletizado nunca son iguales. Esto genera que sea imposible la calibración de un equipo que pueda identificar el conjunto.

A diferencia de lo expuesto respecto a los productos retornables, la identificación de productos descartables resulta mucho más simple, debido a que luego del paletizado, se realiza el estrichado formando un nuevo conjunto al que se puede identificar colocándole una etiqueta sobre el mismo *streech*.

Considerando lo anteriormente detallado, se concluye que la alternativa más viable para realizar el análisis que compete a este trabajo, es la de identificación a nivel pallet de producto no retornable. La ilustración 5-1 demuestra sintéticamente el camino de decisión tomado por los autores.

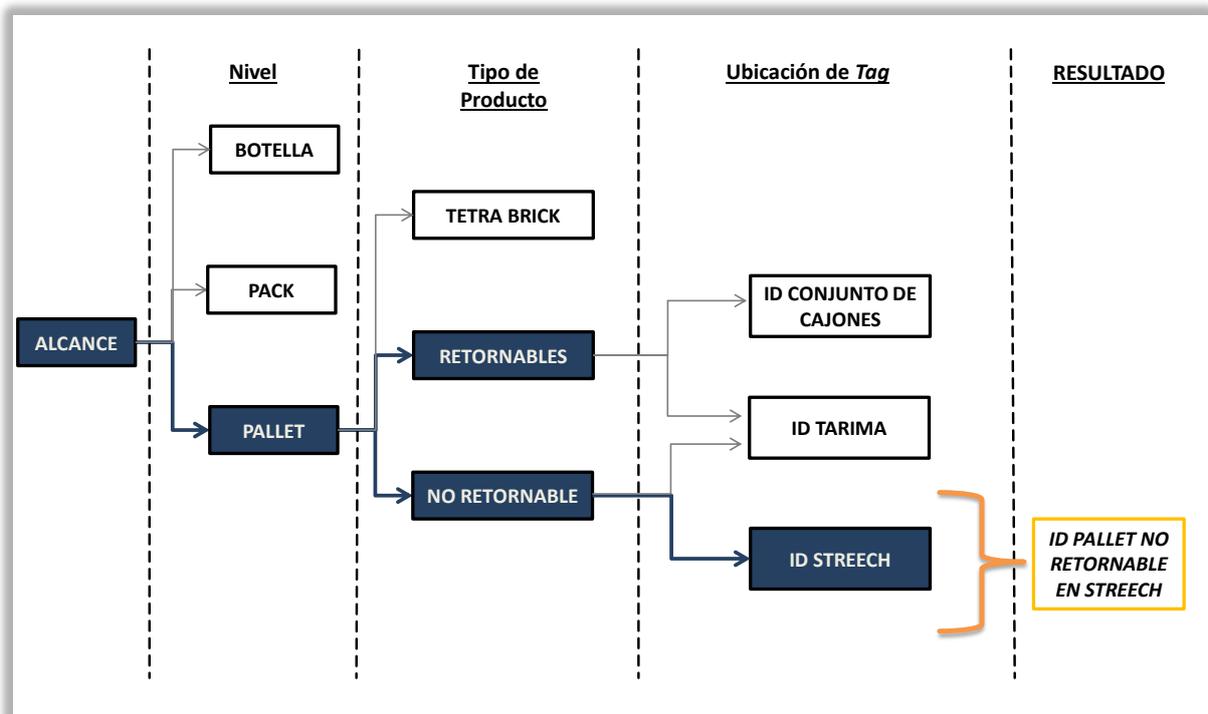


Ilustración 5-1 Delimitación del alcance



## 5.1.2 Selección de la tecnología y Diseño del sistema

En el apartado 3 del presente trabajo se profundizó sobre las posibilidades que brinda RFID, quedando expuesto que, cuando se decide utilizar ésta tecnología, se debe definir y seleccionar dentro del gran abanico de alternativas disponibles.

La definición debe basarse en la solución que se busca encontrar y la funcionalidad que los decisores pretenden de la tecnología, para lo cual se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Procesos actuales: Explicados y profundizados en los puntos 4.4 y 4.5, permitieron realizar el diagnóstico y detectar las oportunidades de mejora.
- Velocidad de producción por línea: Necesaria para dimensionar los equipos impresores/aplicadores de etiquetas, los lectores y el tipo de tag.

Teniendo en cuenta que se trata de un proyecto de mejora de productividad, los cálculos deben realizarse tomando como base la velocidad de la llenadora de cada línea, considerada el cuello de botella en la producción y el parámetro de diseño de cualquier equipo que se incorpora al proceso productivo.

Velocidad de producción		
Lineas PET	Botellas / hora	Pallets / hora
Línea 5	12000	18
Línea 6	24000	36
Línea 7	36000	55
Línea 9	36000	55

Tabla 5-1 Velocidades de producción

Las velocidades indicadas en la tabla 5-1 corresponden a las máximas de producción de las distintas líneas, y a la capacidad de producción de pallets por línea tomando como referencia al formato de mayor rotación que es 1.500cc.

- Lay out de líneas y depósito: Para identificar el flujo de autoelevadores, lugares de tránsito y de estiba, de modo de definir los puntos de lectura y de control necesarios que garanticen la eficiencia del sistema.

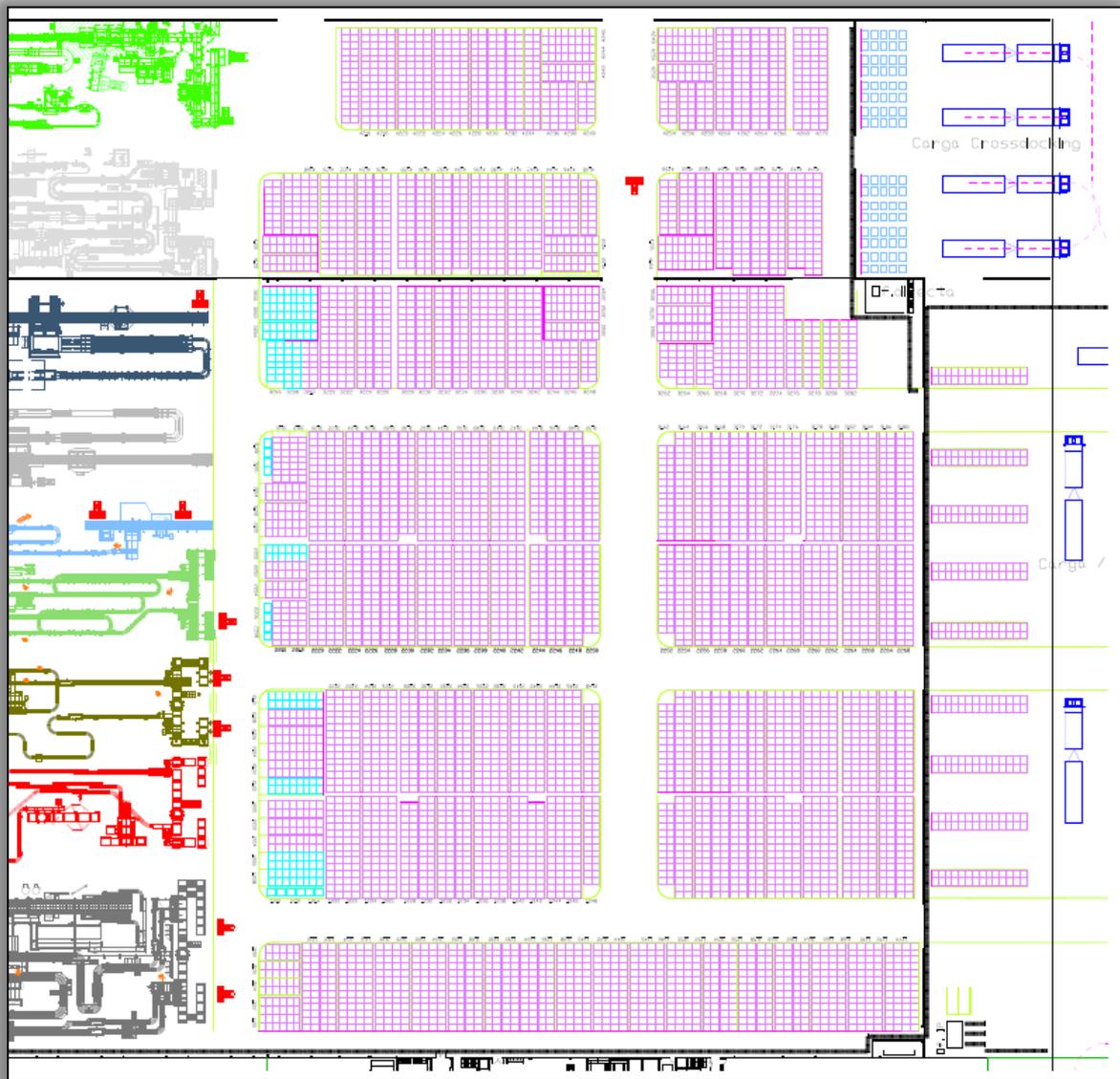


Ilustración 5-2 Lay out punta de líneas y depósito

### 5.1.2.1 Selección del tipo de Tag

Esta definición es la más importante en cuanto a la tecnología, ya que el sistema RFID deberá adecuarse a los tags con los que debe operar.



De acuerdo a lo investigado, las opciones para identificar el PT son tags activos o tags pasivos. Como se expuso en el capítulo 4, los primeros son de mayor costo y aplicados comúnmente a identificación de bienes de mayor valor por lo que resulta inviable utilizarlos ya sea en la tarima o en el *streech* que son descartables. Se definió avanzar con las alternativas en tags pasivos.

La determinación de la frecuencia está basada en el tipo de producto a identificar y, las distancias y las velocidades de lectura necesarias. Si bien para identificación de líquidos se recomienda utilizar tags de baja frecuencia, la operación demanda una velocidad de lectura que éstos no brindan, por lo tanto se opta por la utilización de tags de UHF, acompañados de un sistema que garantice el 100% de efectividad en la lectura.

El protocolo seleccionado es del tipo EPC Class1Gen2, y surge como recomendación de utilizar un consumible que permite la compatibilidad de múltiples fabricantes, con la flexibilidad y beneficios que esto implica.

En base a la investigación desarrollada por los autores, se llegó a la conclusión de que las etiquetas debían reunir las siguientes características para cumplir con los requerimientos de la operación:

- Legibilidad: Para permitir la lectura en ocasiones de inventario o en las que los lectores automáticos no pueden captar la información y deba cargarse manualmente.
- Flexibilidad en la aplicación: Debe ser una etiqueta que permita su utilización por parte de los aplicadores automáticos como de los operadores para casos de contingencia como fallas en los equipos o en el sistema.

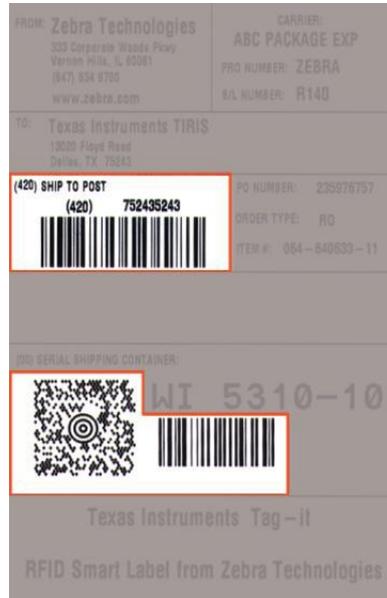
Se seleccionaron las etiquetas autoadhesivas conocidas comúnmente como *Smart Label*, cuyo tamaño habitual ronda los 100x150mm o 100x200mm. Estas constan de los siguientes componentes:

- Textos legibles que informarán los principales datos del producto como ser: Código del producto, Descripción, Lote, USCC (Código único de pallet), Fecha de vencimiento, etc.
- Código de barras que permitirán la operación de contingencia cuando por algún motivo la identificación no pueda procesarse en forma automática.

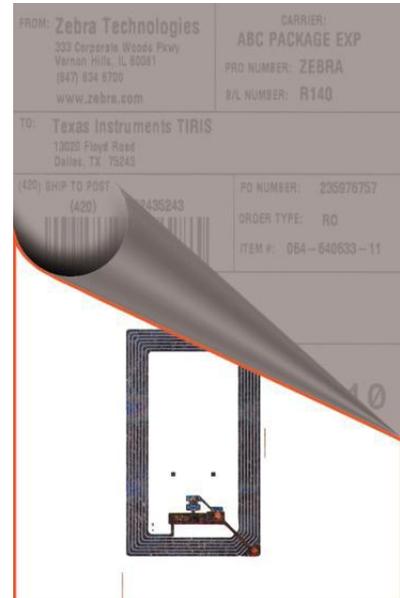
- Tag RFID ó identificación electrónica que permitirá la captura de los movimientos del producto sin intervención manual.



5-3 Textos legibles



5-4 Código de barras



5-5 Tag RFID

Se concluye entonces que la identificación del producto terminado será con las etiquetas Smart Label que cuentan con *Tags* RFID UHF pasivos, compatibles con el estándar EPC Class1Gen2.

### 5.1.2.2 Selección de los lectores.

Los lectores deben ser funcionales con los tags seleccionados, por lo tanto sus características técnicas como la frecuencia y el protocolo, están definidas por defecto.

Se cuenta con dos alternativas para leer la información del PT. Una es mediante portales fijos a través de los cuáles debería trasladarse el pallet para leer la información de la etiqueta.



**Ilustración 5-6 Lector fijo o portal**



**Ilustración 5-7 Lector fijo o portal**

La otra, mediante lectores móviles montados en los auto elevadores para que al tomar el pallet se realice la lectura.

Se definió por la segunda alternativa ya que otorga más beneficios y flexibilidad permitiendo realizar lecturas en momentos posteriores al retiro de la mercadería desde las líneas.

La Ilustración 5-8 resume el camino de decisión que siguieron los autores para la determinación de la tecnología.

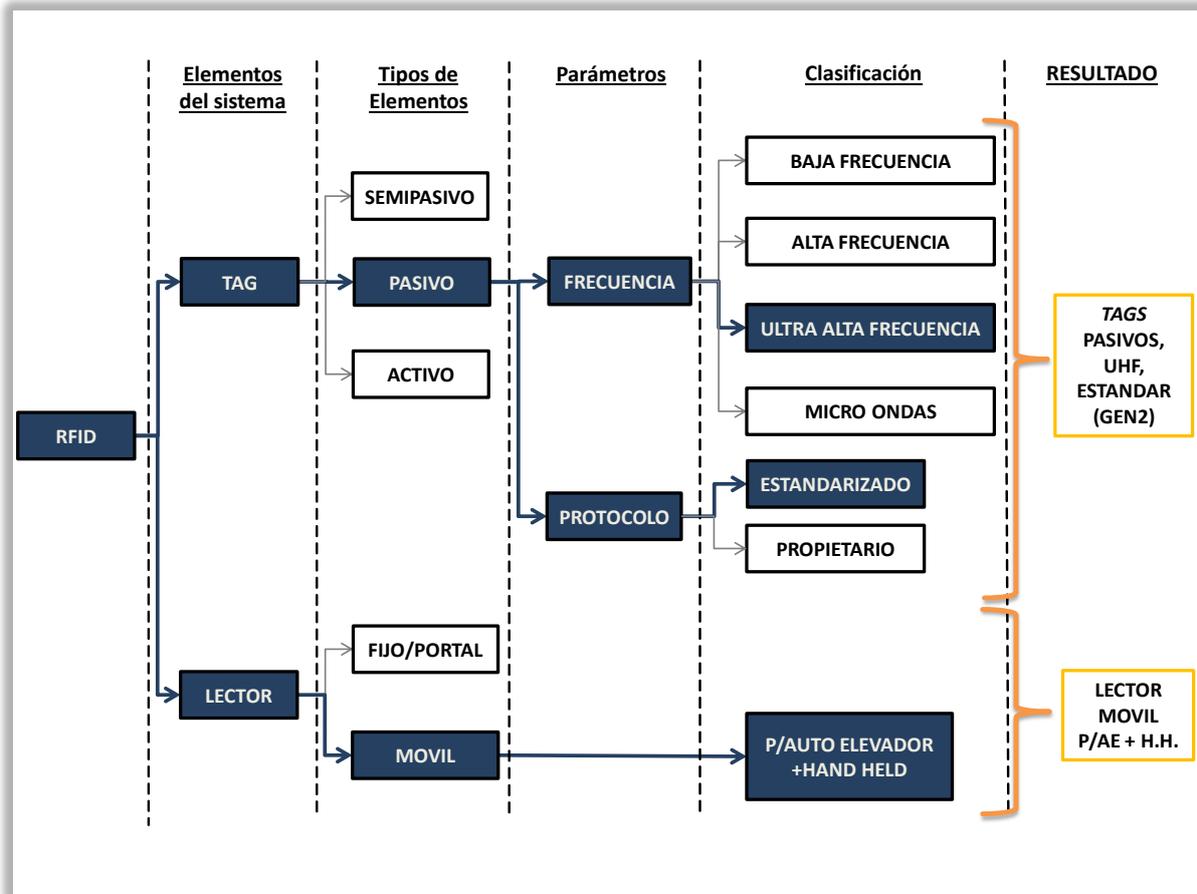


Ilustración 5-8 Selección de la tecnología

### 5.1.2.3 Sistema propuesto

El sistema acorde a la etiqueta seleccionada y a la operación diaria de la planta, mediante el cual se implementa la tecnología, tiene el siguiente principio de funcionamiento:

- En punta de línea luego del proceso de *stretching* se colocan impresores/aplicadores RFID donde se generan localmente desde la plataforma de gestión<sup>21</sup> etiquetas para cada uno de los pallets de producto terminado a dar de alta. Como se observa en la Ilustración 5-10, estos impresores/aplicadores deberán montarse lateral a cada una de las líneas, del lado donde toman el producto los auto elevadores antes que los pallets

<sup>21</sup> Plataforma de gestión se refiere al *software RFID* con el que se puede gestionar la información proporcionada por etiquetas y lectores.

puedan ser retirados. La información que se incorporará en la etiqueta es tomada del sistema SAP de acuerdo a las órdenes de producción cargadas en el mismo.

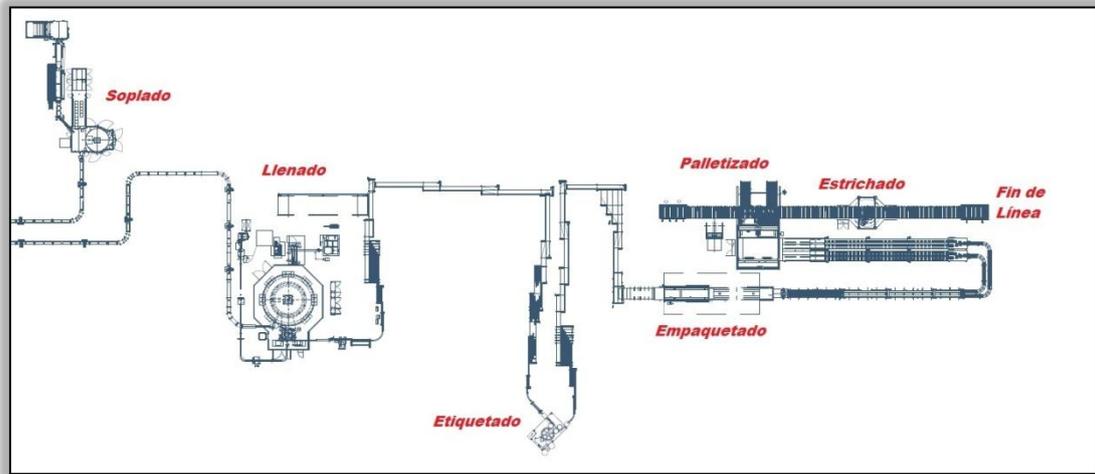


Ilustración 5-9 Línea de Producción

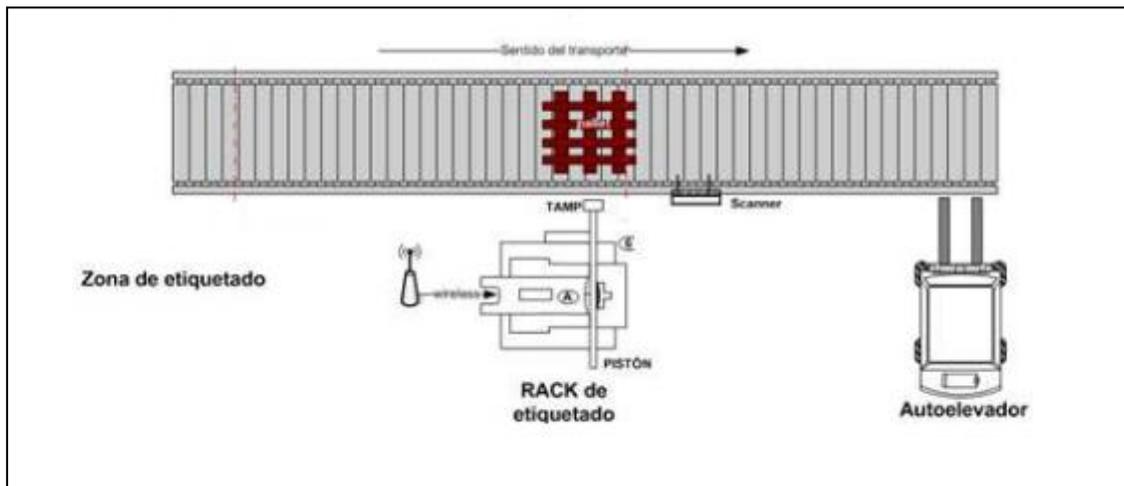


Ilustración 5-10 Esquema de punta de línea



Ilustración 5-11 Impresor aplicador



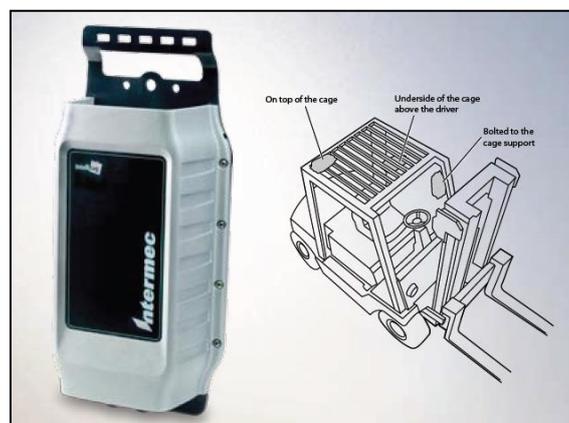
Ilustración 5-12 Pallet etiquetado

- Una vez identificados los pallets se procede a leer la información del PT mediante los lectores montados en los auto elevadores. La lectura, asociada al sistema de gestión, permitirá realizar el alta del producto *online*, lo que significa la solución al primer objetivo específico planteado en el proyecto.



Ilustración 5-13 Fotomontaje lectura con AE

Todos los auto elevadores específicamente afectados al movimiento de pallets de producto PET, serán equipados con tecnología adecuada para la captura de datos RFID y el manejo de información contra la plataforma de gestión. Se equipa a los mismos con antenas y lectores RFID autónomos que, por un lado, capturen el dato de los identificadores RFID asociados a los pallets transportados, obteniendo la información que se cargó en la etiqueta y, al mismo tiempo, recolecten datos acerca de su circulación por pasillos internos, ingresos a Depósito Principal, Estibas o salidas a Expedición.



**Ilustración 5-14 Lector y posibles ubicaciones**

Adicionalmente una terminal de datos móvil permitirá al operador del auto elevador obtener información del proceso y reportar a la plataforma de gestión en tiempo real. Sin embargo, se buscará que la utilización de esta terminal sea la menor posible debido a que se busca el mayor automatismo en el proceso.



**Ilustración 5-15**



Ilustración 5-16 Fotomontaje auto elevador equipado

- El seguimiento dentro del depósito sería posible colocando tags pasivos robustos en puntos estratégicos de manera que al circular el AE emita una señal de localización devuelta por las etiquetas y capturada por las antenas montadas en el móvil.



Ilustración 5-17

Los puntos estratégicos oficiaran de “puntos de control” y son los siguientes:

- Fronteras entre envasado y depósito.
- Calles internas y pasillos
- Portones o fronteras entre depósito y Expedición
- Sectores de estiba



Ilustración 5-18 Fotomontaje tags de localización para calles

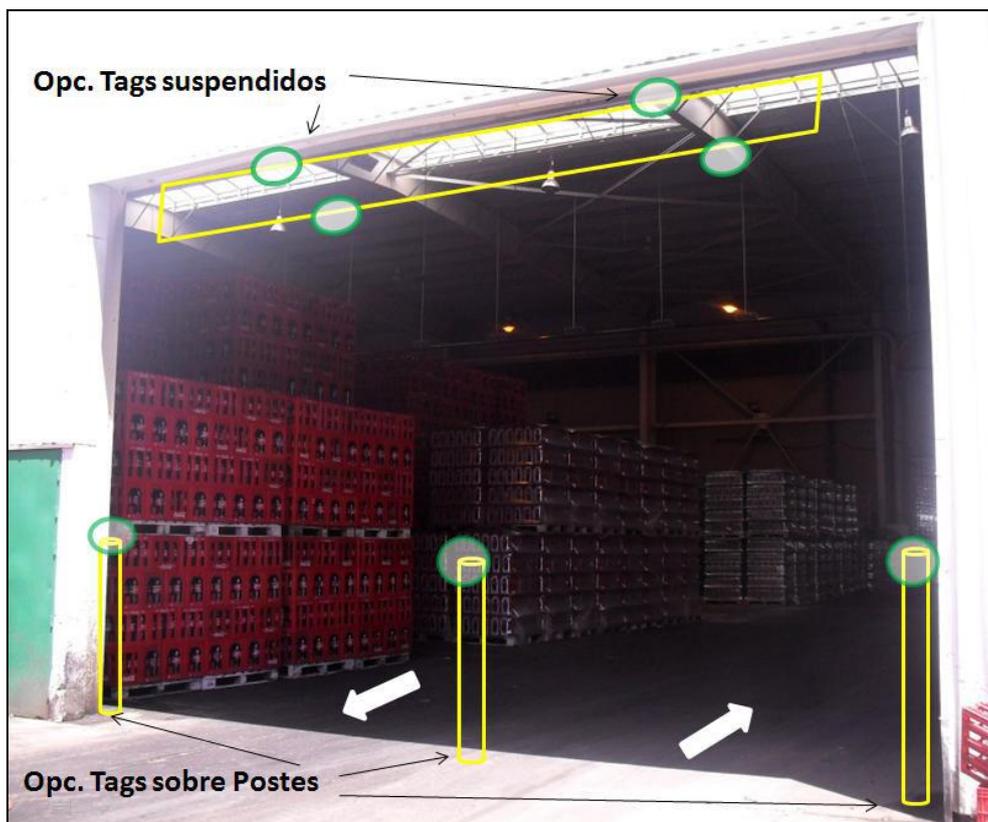


Ilustración 5-19 Fotomontaje tags de localización para portones



Ilustración 5-20 Fotomontaje tags de localización para estibas

Combinando la tecnología propuesta con una adecuada integración a la plataforma de gestión podrá conocerse en tiempo real el movimiento de pallets de producto terminado desde las líneas de Envasado, su ingreso a Depósito Principal y su salida hacia Expedición con la consecuente baja del depósito.

Además, con la captura de datos tanto de los pallets transportados como de los “puntos de control” sería posible realizar un Tablero de Control que permitiera obtener la existencia y ubicación de pallets en las estibas. De esta manera podrían implementarse posteriormente reglas de negocio que disparen, por ejemplo, alertas sobre productos próximos a vencimiento, estibas no habilitadas para almacenar determinado tipo de producto terminado, producto terminado en cuarentena no apto para despacho, etc.

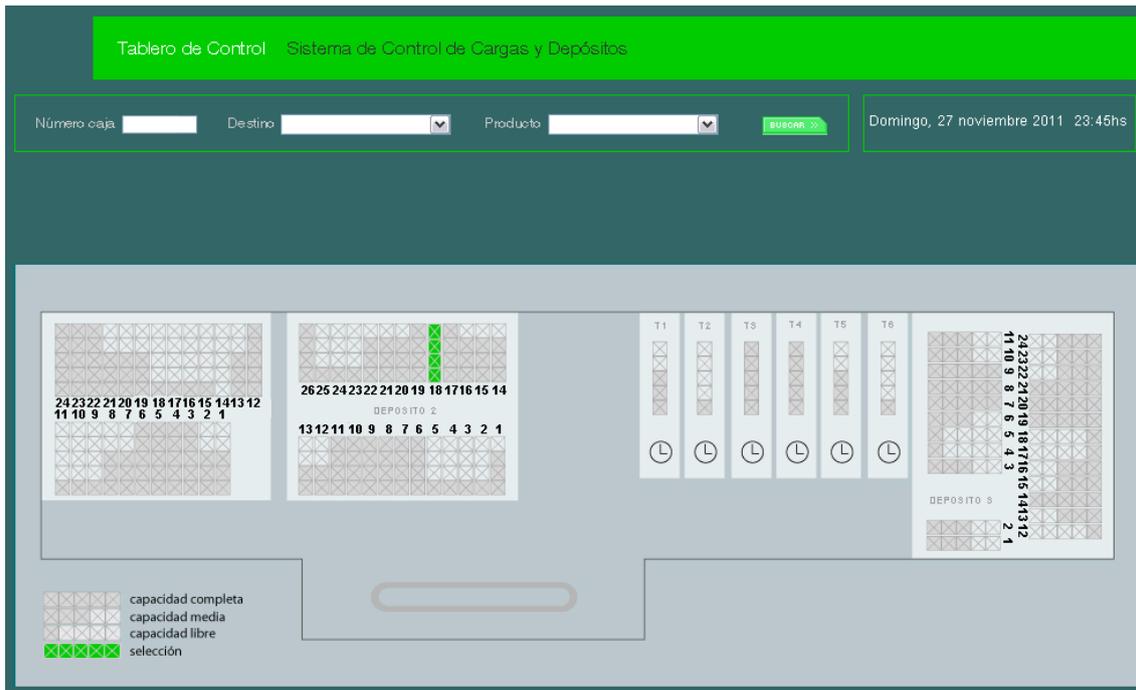


Ilustración 5-21 Ejemplo de tablero de control

- Por último, para que el sistema funcione es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

Cobertura de red *Wi-Fi* en todos los sectores por los que circula el producto. El cumplimiento de este requisito fue corroborado con el Jefe de Tecnología de la planta.

El software RFID debe integrarse con SAP de modo que haya flujos de información (lotes de producción, productos en producción, etc.). Esta integración fue validada por distintos proveedores de la tecnología.

#### 5.1.2.4 Contacto con proveedores de la Tecnología.

De acuerdo a lo expuesto por Rassiga (2008), resulta conveniente para el análisis técnico conocer la opinión de expertos con experiencia previa en proyectos similares a los se intenta llevar a cabo.



Los autores establecieron contacto con una reconocida empresa, cuyo nombre no se revela por motivos de confidencialidad, dedicada a desarrollar aplicaciones de RFID, radicada en la ciudad de Buenos Aires.

Se compartieron los objetivos, oportunidades de mejora y la solución propuesta con los profesionales de la mencionada empresa, de modo de conocer la opinión, profundizar el análisis y obtener una propuesta económica para desarrollar el proyecto. Como respuesta se obtuvo la validación de que la tecnología se encuentra disponible y una propuesta a medida de lo solicitado por los autores. El detalle se observa en el Anexo A5.

### **5.1.3 Plan de Implementación.**

Dado el extenso alcance planteado para este proyecto, que involucra cuatro líneas de producción, auto elevadores, áreas de depósito, y actividades de depósito y producción, se propone realizar, como primer paso, la implementación en un sector acotado como prueba piloto.

La prueba consiste en adaptar una línea de producción para identificar mediante tags RFID una serie de pallets; instalar tags de localización en calles y posiciones de estiba en un área acotada del depósito; y equipar los auto elevadores afectados a la línea seleccionada con lectores RFID.

Posteriormente con la colaboración de personal de la compañía, se comienza la operación bajo el sistema propuesto, y se estudia la mejor manera de montar estos equipos en forma permanente para garantizar el funcionamiento del sistema planteado.

Una vez ajustados los parámetros y definidos los detalles necesarios para que el sistema cumpla con los requerimientos, se procede a equipar el resto de las instalaciones contempladas dentro del alcance del proyecto.

Con el sistema en funcionamiento, el paso siguiente será evaluar el nivel de servicio del mismo mediante indicadores que permitan identificar si los resultados cumplen



con los objetivos y beneficios planteados. Algunos ejemplos de indicadores son los detallados en la Tabla 5-2.

Indicador	Formula	Detalle
Etiquetado	$\frac{\text{Pallets etiquetados automáticamente}}{\text{Pallets producidos}}$	<i>Este indicador representa el grado de automatismo en la identificación del PT</i>
Alta de producción	$\frac{\text{Lecturas correctas}}{\text{Pallets Producidos}}$	<i>Indica el grado de confiabilidad en las altas de producción</i>
Orden de estiba	$\frac{\text{Estibas correctas}}{\text{Estibas totales}}$	<i>Representa el grado de ordenamiento dentro del depósito</i>
Derrame	Derrame por vencimiento	<i>Cantidad de producto derramado por vencimiento debido a la falta de rotación del producto</i>

**Tabla 5-2 Indicadores Propuestos**

## 5.2 Análisis de viabilidad Económica

Una vez definida las características de la tecnología y diseñado el sistema a utilizar, se procede a realizar un análisis de costo beneficio de la inversión necesaria para la implementación.

En primer lugar debemos identificar los costos involucrados en los procesos actuales, para luego realizar un contraste con los costos que implicarían operar con el proceso propuesto. Esto nos va a permitir determinar si es viable para la compañía la inversión.

Los costos se componen de dos variables principales, el valor monetario del recurso utilizado y la cantidad asociada a dicho recurso. Ambas variables serán definidas y detalladas en los puntos iniciales de este capítulo.

### 5.2.1 Base de cálculo de costos.

Los valores considerados para el análisis de costos, que a su vez son comunes a las áreas de Producción y Depósito, son los que se describen a continuación.



### **Costos asociados al personal**

Los costos empresa del personal involucrado a los procesos analizados, fueron obtenidos de una entrevista con el Gerente del área de Planeamiento Estratégico y son detallados a continuación:

- Costo de Operario: el valor mensual del mismo es de \$ 28.400,00
- Analista de operaciones: su valor mensual corresponde a \$ 14.100,00
- Costo de Supervisor: el costo mensual asociado a un supervisor es de \$ 29.600,00
- Costo por Inventario: Se abona un fijo por persona de \$ 400 y además se reconoce un día laboral por la realización de esta tarea, tomando el costo empresa de un analista, fue valorizado en \$ 640,91.

### **Costos asociados a la utilización de los auto elevadores**

Los costos relacionados a la utilización de auto elevadores fueron obtenidos de los contratos negociados por el área de Compras de la empresa, en la cual desempeñan su actividad los autores.

- Alquiler de Auto Elevador: Valor mensual de un Auto Elevador doble, correspondiente al utilizado en las operaciones analizadas, es de \$18.200,00
- Costo del litro de Gas licuado del petróleo (GLP), combustible utilizado en los AE es de \$ 1,99 por litro.

### **Costos asociados al derrame de producto vencido**

Dentro de los costos relacionados al derrame de producto terminado por vencimiento, existe uno asociado al servicio de derrame, y otro a producción.

- Servicio de derrame, obtenido del contrato que cuenta la empresa con el proveedor dedicado a esta tarea y es igual a \$ 0,16 por litro derramado,
- Costo de producción, para el estudio los autores calcularon un costo promedio ponderado equivalente a \$1,80 por litro, ya que el costo de producción depende de cada formato y fueron proporcionados por la Jefa de Control de Gestión.



## 5.2.2 Base de Cálculo de cantidades

### 5.2.2.1 Producción

Para determinar los costos actuales, debemos remitirnos a las actividades descritas en el apartado 4.5.1.

- Registro de la producción: Para definir la mano de obra asociada a esta actividad, en un primer momento los autores realizaron un relevamiento in situ del tiempo insumido, el cual luego fue validado con el Jefe de producción. Para el relevamiento de contadores, se obtuvo que la operación insumía 10 minutos por línea, es decir 40 minutos para las cuatro líneas en estudio. Por lo tanto, en cada hora de producción se insume 0.67 horas hombre. Por otro lado la cantidad de horas promedio mensuales de producción, según información proporcionada por el Gerente de Planeamiento Estratégico, es de 600 hs. Finalmente, tomando 176 horas laborales por mes, se obtiene el equivalente de 2.28 personas para realizar esta tarea.
- Alta de producción: La información vinculada a la ejecución de esta actividad, fue obtenida de una entrevista entre los autores y el analista de producción que ejecuta esta tarea, el cual informó que el tiempo insumido para dicha práctica es de 30 minutos diarios, lo que equivale a 0,06 del tiempo mensual de un analista.
- Traslado de Producto terminado: En esta operación intervienen 2 recursos distintos, por un lado mano de obra operativa y por otro se encuentra el alquiler de auto elevadores y el consumo que generan los mismos. Tres de las cuatro líneas en estudio, utilizan un auto elevador para el traslado del PT, mientras que la restante utiliza dos. El consumo de un AE fue proporcionado por el Jefe de taller quien lleva un registro. El mismo es de 80 lts de GLP cada 6 horas, o sea de 320 lts por día. Tomando como base de análisis 25 días de trabajo, debido a mantenimientos y reparaciones, el consumo mensual por AE es de 8.000 lts. lo que asciende a 40.000 lts para los 5 equipos. Teniendo en cuenta que la planta trabaja en tres turnos, se necesitan 15 personas para ejecutar esta tarea.



### 5.2.2.2 Depósito

En este caso, los costos serán consecuencia de las actividades descriptas en el apartado 4.5.2.

A excepción de la información referida a derrame de producto vencido dentro del depósito que se obtuvo de un analista de calidad, los datos del resto se obtuvieron de una entrevista realizada por los autores al Jefe y dos supervisores de Depósito.

- Relevamiento y control de fechas: Tal como se menciona en capítulo 4.5.2 esta operación es realizada por una persona dedicando 2 hs diarias. Al ser una tarea que se realiza en tres turnos, el tiempo insumido asciende a 6 hs, con lo cual en el mes equivale a 0,75 de un recurso.
- Reordenamiento de estibas: Esta tarea es realizada por la misma persona que realiza el relevamiento y control de fechas, que insumiendo las seis horas restantes de su tiempo, en tres turnos, equivale a un valor de 2,25 personas por mes. Por otro lado dentro de esta actividad se debe considerar el alquiler de un AE, y el consumo del mismo, que es equivalente a 6000 lt/mes ya que para esta tarea se encuentra activo el 75% del tiempo disponible.
- Armado de Carga: Para el armado de carga de producto descartable se utilizan 5 auto elevadores que requieren de 15 operadores para cubrir los tres turnos. Y el consumo de GLP asociado es de 40.000 lts.
- Baja de producto de depósito: En promedio, el despacho de camiones diarios es de 80 unidades para la totalidad de productos, para el cálculo de esta actividad, los autores definieron aplicar el 37,4% que corresponde al volumen de productos PET indicado en el punto 4.3. El tiempo que le lleva a un supervisor realizar la baja de producto cuando es retirado del depósito es equivalente a 10 minutos por camión. Considerando que se despacha durante 25 días al mes, se obtiene que para la baja de producto descartable, el tiempo mensual requerido es de 124,67 horas equivalente a 0,71 de un supervisor.
- Inventario Mensual: Esta actividad es realizada una vez al mes e intervienen 40 personas por las cuales la empresa paga un adicional. Por otro lado, se debe considerar el día laboral reconocido.



- Derrame: para el cálculo de este costo se recurrió a las actas de derrame de producto vencido, labradas por personal de calidad. De donde se obtuvo que en promedio se derraman 30.400 litros/mes con sus respectivos costos.

### 5.2.3 Costos de operación sin proyecto

Habiendo definido las bases de cálculo para el análisis, estamos en condiciones de resumir los costos de la compañía para desarrollar las actividades en estudio. Dicho resumen se observa en la tabla 5-3.

AREA	ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	COSTO DEL RECURSO	COSTO POR RECURSO	COSTO ACTIVIDAD
Produccion	Registro de Producción	Operario	2,28	\$ 28.400,00	\$ 64.868	\$ 64.868
	Alta de Producción	Analista	0,06	\$ 14.100,00	\$ 881	\$ 881
	Traslado de PT a estiba	Operario	15,00	\$ 28.400,00	\$ 426.000	\$ 596.600
		Auto Elevador	5,00	\$ 18.200,00	\$ 91.000	
		Ltr. Combustible	40.000,00	\$ 1,99	\$ 79.600	
Subtotal Produccion						\$ 662.349
Depósito	Relevamiento y Control de Fechas	Operario	0,75	\$ 28.400,00	\$ 21.300	\$ 21.300
	Reordenamiento de Estibas	Operario	2,25	\$ 28.400,00	\$ 63.900	\$ 94.040
		Auto Elevador	1,00	\$ 18.200,00	\$ 18.200	
		Ltr. Combustible	6.000,00	\$ 1,99	\$ 11.940	
	Armado de Carga	Operario	15,00	\$ 28.400,00	\$ 426.000	\$ 596.600
		Auto Elevador	5,00	\$ 18.200,00	\$ 91.000	
		Consumo	40.000,00	\$ 1,99	\$ 79.600	
	Baja de Depósito	Supervisor	0,71	\$ 29.600,00	\$ 20.967	\$ 20.967
	Inventario Mensual	Adicional Analista	40,00	\$ 400,00	\$ 16.000	\$ 41.636
		Día Analista	40,00	\$ 640,91	\$ 25.636	
	Derrame	Litros Derrame	30.413,00	\$ 0,16	\$ 4.866	\$ 59.609
		Litros Producción	30.413,00	\$ 1,80	\$ 54.743	
	Subtotal Deposito					
<b>COSTO TOTAL MENSUAL</b>						<b>\$ 1.496.503</b>
<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>						<b>\$ 17.958.030</b>

Tabla 5-3 Costos Operación Actual



## 5.2.4 Costos con Implementación de RFID

Para determinar los costos de operación una vez implementada la tecnología, es necesario tener en cuenta que habrá reducciones y a su vez adicionales con respecto a los valores actuales.

### 5.2.4.1 Reducción de Costos

Con la propuesta desarrollada por los autores, se eliminarán algunas de las actividades que hoy se llevan adelante asociadas a producción y depósito, por otro lado, debido a que mediante esta tecnología se podrá identificar los lotes y su ubicación en el depósito, se garantiza la eliminación de los costos asociados al derrame de PT por vencimiento, ya que la rotación del producto estará regida por la información suministrada por el sistema de gestión.

AREA	ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	COSTO DEL RECURSO	COSTO POR RECURSO	COSTO ACTIVIDAD
Producción	Registro de Producción	Operario	2,28	\$ 28.400,00	\$ 64.868	\$ 64.868
	Alta de Producción	Analista	0,06	\$ 14.100,00	\$ 881	\$ 881
Subtotal Produccion						\$ 65.749
Depósito	Relevamiento y Control de Fechas	Operario	0,75	\$ 28.400,00	\$ 21.300	\$ 21.300
	Reordenamiento de Estibas	Operario	2,25	\$ 28.400,00	\$ 63.900	\$ 94.040
		Auto Elevador	1,00	\$ 18.200,00	\$ 18.200	
		Ltr.Combustible	6000,00	\$ 1,99	\$ 11.940	
	Baja de Depósito	Supervisor	0,71	29600	\$ 20.967	\$ 20.967
	Derrame	Litros Derrame		30.413,00	\$ 0,16	\$ 4.866
Litros Producción			30.413,00	\$ 1,80	\$ 54.743	
Subtotal Deposito						\$ 195.917
<b>COSTO TOTAL MENSUAL QUE SE ELIMINA</b>						<b>\$ 261.666</b>
<b>COSTO TOTAL ANUAL QUE SE ELIMINA</b>						<b>\$ 3.139.994</b>

Tabla 5-4 Reducción de Costos



### 5.2.4.2 Costos Adicionales

A continuación se detallan los aspectos que se tuvieron en cuenta en la determinación de los costos adicionales para utilizar el sistema propuesto.

#### Licencias de software

Al tratarse de software desarrollados a pedido y a medida de la necesidad, no requieren de actualizaciones periódicas ni pagos de licencias.

#### Consumibles

De acuerdo a los pronósticos de producción informados por la empresa para el corriente año, la cantidad de pallets a etiquetar son los detallados en la Tabla 5-5.

Sabor	Empaque						
	Pet 1000	Pet 1500	Pet 2000	Pet 2250	Pet 500	Pet 750	Total general
Aquarius		39.107			13.029		52.136
Coca Cola	10.982	45.396	58.003	63.031	30.251		207.662
Coca Cola Light		6.872		4.930	1.835		13.638
Coca Cola Zero		9.700		7.840	3.479		21.019
Crush Lima Limón				755			755
Crush Naranja				3.947			3.947
Fanta Limón				1.619			1.619
Fanta Naranja		7.660	9.046	5.625	6.643		28.975
Fanta Naranja Zero		4.269			582		4.851
Fanta Pomelo		136		896	730		1.762
Powerade					8.291	1.487	9.778
Schweppes Citrus		857					857
Schweppes Lima		1.313		1.132			2.445
Schweppes Pomelo		347		217			564
Schweppes Tónica		580		290			870
Sprite	3.383	14.355	15.620	10.735	10.605		54.697
Sprite Zero		3.214		1.931	770		5.915
<b>Total Anual Pallets</b>	<b>14.364</b>	<b>133.807</b>	<b>82.668</b>	<b>102.948</b>	<b>76.214</b>	<b>1.487</b>	<b>411.488</b>
<b>Total Mensual Pallets</b>	<b>1.197</b>	<b>11.151</b>	<b>6.889</b>	<b>8.579</b>	<b>6.351</b>	<b>124</b>	<b>34.291</b>

Tabla 5-5 Producción Pet 2013 (Pallet)



Los costos resultantes para etiquetar la cantidad de pallets a producir están calculados en siguiente tabla:

<b>COSTO CONSUMIBLES</b>	
Costo unitario Tags RFID	USD 0,20
Tasa de Cambio	5,3
<b>Costo Mensual</b>	<b>\$ 36.348</b>
<b>Costo Anual</b>	<b>\$ 436.182</b>

Tabla 5-6 Costo Consumibles

### Mantenimiento de equipos

Los únicos equipos que requieren de un mantenimiento periódico son los impresores/aplicadores. Esto es para realizar un mantenimiento preventivo que consta de intervenciones mecánicas básicas como por ejemplo, limpieza y lubricación. De acuerdo a la información suministrada por los fabricantes, estas tareas deben realizarse de manera bimestral. La Tabla 5-7 Indica los costos necesarios para el mantenimiento.

<b>MANTENIMIENTO DE IMPRESORES/APLICADORES</b>	
Cantidad Equipos	4
Horas por intervención	3
Cantidad de intervenciones anuales	6
Costo MO Mecánica	\$ 85,00
Insumos por intervención (10% costo MO)	\$ 8,50
<b>COSTO ANUAL</b>	<b>\$ 6.324,00</b>
<b>COSTO MENSUAL</b>	<b>\$ 527,00</b>

Tabla 5-7 Costos Mantenimiento



Como resultado del análisis realizado en el punto 5.2.4.2, se obtiene que los costos adicionales asociados a los consumibles y al mantenimiento de los impresores aplicadores son los aplicados en la Tabla 5-8.

<b>COSTOS ADICIONALES</b>	
COSTO CONSUMIBLES	\$ 36.348
MANTENIMIENTO	\$ 527
SOFTWARE (LICENCIAS)	\$ -
<b>ADICIONAL MENSUAL</b>	<b>\$ 36.875</b>
<b>ADICIONAL ANUAL</b>	<b>\$ 442.506</b>

Tabla 5-8

### 5.2.5 Ahorro por implementación de RFID

El ahorro resultante de aplicar la solución propuesta se obtiene de la diferencia entre la reducción de costos y los costos adicionales antes detallados y se resume en la tabla que se detalla a continuación:

<b>AHORRO</b>	
REDUCCIÓN DE COSTOS	\$ 261.666
COSTO ADICIONAL	\$ -36.875
<b>AHORRO MENSUAL</b>	<b>\$ 224.791</b>
<b>AHORRO ANUAL</b>	<b>\$ 2.697.488</b>

Tabla 5-9

## 5.2.6 Costo Actual vs. Costo con Proyecto

El siguiente gráfico permite observar una comparación entre los costos anuales de operar sin la tecnología, identificados con las barras color azul, y los costos anuales utilizando la solución propuesta, los cuales se identifican en el grafico con las barras en color rojo.

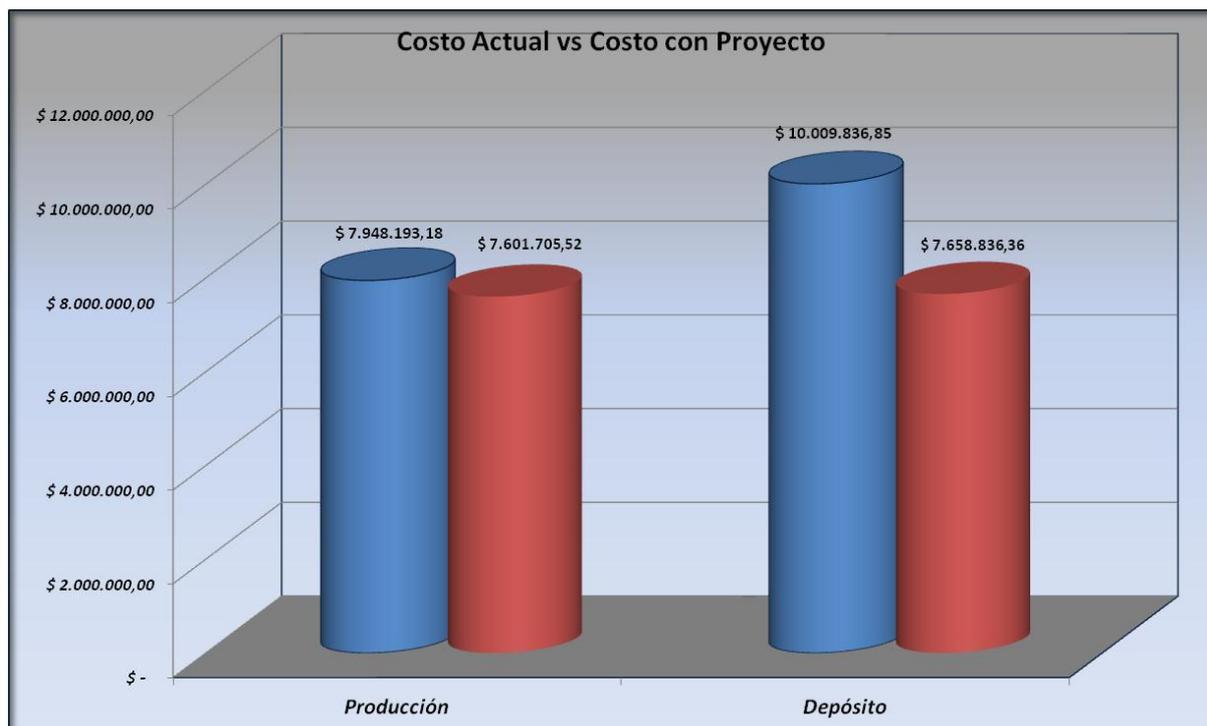


Ilustración 5-22 Costos Anualizados

## 5.2.7 Detalle de la Inversión

Para llevar a cabo este proyecto y poder incorporar la tecnología propuesta, será necesario realizar una inversión inicial en equipamiento, software, asesoramiento e instalación.

Luego de realizar el análisis del sistema propuesto por los autores, se procedió a dimensionar los equipos necesarios para el correcto funcionamiento del mismo.



A continuación se detalla la lógica que los autores adoptaron para realizar el dimensionamiento:

1. Impresores/Aplicadores: Considerando que se debe agregar uno de estos equipos por línea de producción de productos PET, la cantidad de equipos es cuatro (4).
2. Etiquetas/Tags: Se definió incluir en la inversión inicial los consumibles necesarios para operar un mes. Los cuales fueron obtenidos de las proyecciones que se pueden visualizar en la Tabla 5-5.
3. Lectores para Auto Elevadores: Según el sistema planteado, cada auto elevador debe ir equipado con un lector de RFID para poder cumplir con su propósito. Para el cálculo de la cantidad de equipos vinculados a la operación se consideraron los relacionados tanto a producción como a depósito. En lo que respecta a producción son cinco (5). En una entrevista con el Jefe de Depósito, el mismo indicó que actualmente existen operativos veinticuatro (24) auto elevadores de los cuales cinco (5) están destinados al movimiento y armado de carga de productos descartables. De lo indicado anteriormente se desprende que los auto elevadores que se deberán equipar son diez (10)
4. Antenas para Auto Elevadores: para lograr una correcta lectura y transmisión de información, cada auto elevador deberá ser equipado con tres (3) antenas vinculadas al lector. Dos destinadas a la lectura de los pallets transportados y una para el seguimiento on-line de la ubicación de los AE. Dicho esto la cantidad de antenas total para los diez (10) AE anteriormente indicados es treinta (30).
5. Terminales Móviles: Cada auto elevador debe ir equipado con un terminal móvil para poder consultar la información y permitir al operador del auto elevador realizar operaciones manuales en el caso de que así lo requiera, con lo cual la cantidad necesaria de inversión son diez (10) equipos.
6. Tags pasivos Robustos de localización: Para el cálculo de la cantidad de tags necesarios para realizar el seguimiento on-line de AE se analizó el recorrido que tendrán los auto elevadores y las cantidad de estibas del depósito considerando el porcentaje de ocupación por productos no retornables, teniendo en cuenta que para cada punto de control o de lectura es necesario



aplicar cuatro (4) *tags* para identificar el sentido de circulación. El cálculo se puede observar en la Tabla 5-10 que se indica a continuación:

Puntos de Control	Cantidad	% Utilización por Producto No Retornable	Total Sector destinado a PET
Calles y Portones	14	100%	14
Estibas	128	37%	47
<b>Total Puntos de Control</b>			<b>61</b>
<b>Cantidad de <i>Tags</i> por punto de control</b>			<b>4</b>
<b>Total Tags Localización</b>			<b>245</b>

Tabla 5-10 Determinación Tags de localización

7. Hand Held o Lectores de Mano: Se consideró la adquisición de 3 equipos para ocasiones en las que sea requerido algún relevamiento de información o modificación de la misma, o inventario puntual.

Los puntos anteriormente detallados, corresponden al hardware necesario para el proyecto. Si bien en el mercado existen varias empresas dedicada a la venta y asesoramiento de productos de RFID, los autores definieron contactar a dos de las empresas del mercado nacional más reconocidas por su vínculo con la tecnología, y de esta manera obtener los presupuestos correspondientes para el análisis de costos, Anexos A5 y A6

8. Middleware de gestión: Al tratarse de software que debe ser desarrollado a medida para ésta aplicación, los proveedores no están en condiciones de brindar formalmente un valor del costo. Ya que para poder cotizarlo se deben contemplar aspectos técnicos posteriores a la etapa de evaluación del proyecto. Sin embargo, uno de las empresas contactadas, basándose en su experiencia, transmitió de manera informal un costo aproximado de: USD



40.000. Con un criterio conservador, los autores decidieron adoptar como valor definitivo para el análisis de la inversión: USD 50.000.

9. Integración a SAP: la empresa antes mencionada estimó que las horas necesarias para que los técnicos realicen una integración de este tipo son: 480hs. Siguiendo el mismo criterio conservador, se consideraron 500hs para realizar este trabajo. Los autores, basándose en la contratación de mano de obra para realizar una integración de similares características en un reciente proyecto de la compañía, adoptaron un valor de 500\$/hr.
10. La instalación de equipamientos consistirá principalmente en el montaje de los impresores/aplicadores, el cual se considera un 5% del monto de los mismos, la colocación de *tags* robustos, para la que será necesario el alquiler de dos brazos hidráulicos, mano de obra y materiales varios; y por último la adaptación de AE, costo que fue estimado por una de las empresas consultadas en \$ 2.000.

Con el detalle de los equipamientos y desarrollos necesarios, se puede observar el resumen de la inversión en la Tabla 5-11.

Item	Descripción	Cantidad	Unitario	Total
1	Impresores / Aplicadores de etiquetas RFID para líneas de envasado	4	USD 49.227	USD 196.909
2	Etiquetas RFID UHF pasivas para identificación de paletas	30.000	USD 0,20	USD 6.000
3	AE - Lectores	10	USD 2.598	USD 25.980
4	AE - Antenas	30	USD 480	USD 14.400
5	AE - Terminales móviles	10	USD 4.434	USD 44.340
6	Tags pasivos robustos para localización	245	USD 8	USD 1.964
7	Hand Held	3	USD 5.086	USD 15.259
<b>TOTAL HARDWARE</b>				<b>USD 304.852</b>
8	Middleware de Gestión RFID			USD 50.000
9	Integración a plataforma de Gestión SAP Coke One			USD 47.170
10	Instalación (impresores/aplicadores, AE, tags robustos)			USD 23.943
<b>TOTAL SOFTWARE E INSTALACION</b>				<b>USD 121.113</b>
<b>TOTAL INVERSION INICIAL</b>				<b>USD 425.965</b>
Tipo de Cambio				\$ 5,30
<b>TOTAL INVERSION INICIAL</b>				<b>\$ 2.257.613</b>

Tabla 5-11 Detalle de Inversión

## 5.2.8 Flujo de Fondos

Habiendo definido los costos asociados a la operación actual, los costos de operar con RFID con sus consecuentes ahorros, y la inversión inicial, estamos en condiciones de realizar los flujos de fondos que nos permitan tomar una decisión mediante la aplicación de los distintos criterios de evaluación.

Al tratarse de un proyecto a llevarse a cabo en una empresa en funcionamiento, cuya inversión contempla la adquisición de equipamiento que habitualmente se amortiza en periodos que no superan los 5 años, los autores consideran que ese horizonte es adecuado para la valoración del mismo.

Flujo de caja situación sin proyecto						
	0	1	2	3	4	5
Flujo de caja		\$ -17.958.030	\$ -17.958.030	\$ -17.958.030	\$ -17.958.030	\$ -17.958.030
Flujo de caja situación con proyecto						
	0	1	2	3	4	5
Egresos		\$ -15.260.542	\$ -15.260.542	\$ -15.260.542	\$ -15.260.542	\$ -15.260.542
Inversión	\$ -2.257.613					
Flujo de caja	\$ -2.257.613	\$ -15.260.542	\$ -15.260.542	\$ -15.260.542	\$ -15.260.542	\$ -15.260.542
Diferenciales	\$ -2.257.613	\$ 2.697.488	\$ 2.697.488	\$ 2.697.488	\$ 2.697.488	\$ 2.697.488

Tabla 5-12 Flujo de Fondos

Los flujos diferenciales obtenidos en la Tabla 5-12 no contemplan el impacto de los impuestos en el periodo planteado. Para lograr esto, se debe tener en cuenta, la amortización de la inversión, y luego aplicar los impuestos correspondientes, que de acuerdo a lo informado por el Jefe de Control de Gestión, es del 35%.

La Tabla 5-13 especifica los cálculos antes mencionados y arroja como resultado los flujos de fondos después de impuestos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FISICAS Y NATURALES  
PROYECTO INTEGRADOR CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



Flujo de Fondos (\$)	Periodo						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Impresores / Aplicadores de etiquetas RFID para líneas de envasado	-1.043.618						
Etiquetas RFID UHF pasivas para identificación de paletas	-31.800						
AE - Lectores	-137.694						
AE - Antenas	-76.320						
AE - Terminales móviles	-235.002						
Tags pasivos robustos para localización	-10.407						
Hand Held	-80.873						
Middleware de Gestión RFID	-265.000						
Integración a plataforma de Gestión SAP Coke One	-250.000						
Instalación (impresores/aplicadores, AE, tags robustos)	-126.900						
Ahorro		2.697.488	2.697.488	2.697.488	2.697.488	2.697.488	
<b>Flujo sin amortizaciones</b>	<b>-2.257.613</b>	<b>2.697.488</b>	<b>2.697.488</b>	<b>2.697.488</b>	<b>2.697.488</b>	<b>2.697.488</b>	
Amortización - Impresores / Aplicadores de etiquetas RFID para líneas de envasado		5 años	-208.724	-208.724	-208.724	-208.724	-208.724
Amortización - Etiquetas RFID UHF pasivas para identificación de paletas		0 años	-	-	-	-	-
Amortización - AE - Lectores		4 años	-34.424	-34.424	-34.424	-34.424	-
Amortización - AE - Antenas		4 años	-19.080	-19.080	-19.080	-19.080	-
Amortización - AE - Terminales móviles		4 años	-58.751	-58.751	-58.751	-58.751	-
Amortización - Tags pasivos robustos para localización		1 años	-10.407	-	-	-	-
Amortización - Hand Held		4 años	-20.218	-20.218	-20.218	-20.218	-
Amortización - Middleware de Gestión RFID		3 años	-88.333	-88.333	-88.333	-	-
Amortización - Integración a plataforma de Gestión SAP Coke One		0 años	-	-	-	-	-
Amortización - Instalación (impresores/aplicadores, AE, tags robustos)		0 años	-	-	-	-	-
<b>Flujo con amortizaciones</b>	<b>-2.257.613</b>	<b>2.257.552</b>	<b>2.267.959</b>	<b>2.267.959</b>	<b>2.356.292</b>	<b>2.488.765</b>	
Impuesto a las Ganancias			-790.143	-793.786	-793.786	-824.702	-871.068
Amortizaciones			439.936	429.529	429.529	341.196	208.724
<b>Flujo de caja c/ Impuestos</b>	<b>-2.257.613</b>	<b>1.907.345</b>	<b>1.903.702</b>	<b>1.903.702</b>	<b>1.872.786</b>	<b>1.826.421</b>	

**Tabla 5-13 Flujo de Fondos Después de Impuestos**



### 5.2.9 Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recupero de Inversión (PrK)

Para completar el análisis se recurre al cálculo de las herramientas financieras VAN, TIR y PrK, las cuales indicarán si el proyecto planteado es económicamente rentable y viable.

El VAN, es calculado con la tasa de corte que habitualmente utiliza la compañía para la evaluación de todos sus proyectos de inversión correspondiente al 17,4%.

Los resultados de aplicar estas herramientas son los siguientes y serán analizados posteriormente:

Herramienta	Resultado
<b>VAN</b>	<b>\$ 3.729.586</b>
<b>TIR</b>	<b>79,64%</b>
<b>PrK</b>	<b>1,18 años</b>

Tabla 5-14

### 5.2.10 Escenarios

Teniendo en cuenta el contexto político económico por el cual atraviesa el país, y considerando los resultados obtenidos con las herramientas de evaluación, los autores plantean dos escenarios alternativos para el proyecto con condiciones desfavorables con respecto a lo adoptado anteriormente. Ambos escenarios suponen un tipo de cambio más elevado para el dólar y tasas de corte más exigente. El tipo de cambio afecta directamente sobre las inversiones y los costos de los consumibles.



A continuación se detalla las hipótesis tomadas para los escenarios y sus respectivos resultados:

*Escenario 1:*

- Cotización del dólar desfavorable; Tipo de Cambio = \$ 7,5
- Tasa de corte más exigente, por encima de la inflación anual proyectada para el corriente año;  $i = 35\%$

*Escenario 2:*

- Cotización del dólar más desfavorable; Tipo de Cambio = \$ 10
- Tasa de corte más exigente, por encima de la inflación anual proyectada para el corriente año;  $i = 35\%$

Herramienta	Resultado Proyecto	Resultado Escenario 1	Resultado Escenario 2
<b>VAN</b>	<b>\$ 3.729.586</b>	<b>\$ 578.054</b>	<b>\$ -340.681</b>
<b>TIR</b>	<b>79,64%</b>	<b>44,96%</b>	<b>30,43%</b>
<b>P r K</b>	<b>1,18 años</b>	<b>1,86 años</b>	<b>2,38 años</b>

Tabla 5-15



### 5.3 Resultados

Teniendo en cuenta las oportunidades de mejora enunciadas en el apartado 4.6 y detectadas durante el relevamiento, y las posibilidades que brinda la tecnología que se describen en el punto 3.5, se logró diseñar un sistema de implementación que permite cumplir con los objetivos específicos del proyecto, listados en el capítulo 4.

Considerando que la tecnología se encuentra disponible en el mercado, que la embotelladora cuenta con los recursos necesarios para la implementación, y lo expuesto en el punto 5.1, podemos concluir que la utilización de la Tecnología RFID es viable técnicamente para los procesos evaluados dentro de la empresa.

En cuanto a los resultados obtenidos de las herramientas de análisis de proyectos detallados en el apartado 5.2.9, donde el VAN arroja un valor positivo utilizando la tasa de descuento de la compañía, y la TIR es mayor a la mencionada tasa, los autores pueden definir que el proyecto es económicamente viable.

Adicionalmente, se puede verificar que el período de recupero de la inversión es bajo en relación al período de evaluación planteado para el proyecto.

Si bien para el cálculo de las herramientas de evaluación se consideraron las variables actuales y normalmente utilizadas por la compañía, y los resultados fueron altamente positivos, los autores consideraron importante someter el proyecto a dos escenarios desfavorables con respecto al original, con el objetivo de verificar el comportamiento del mismo según las hipótesis planteadas en cada uno de ellos.

Para el caso del escenario 1 el proyecto claramente continúa siendo viable. Distinto es el caso del escenario 2, en donde se considera una variación del dólar de prácticamente el 100% sobre el valor actual y se le exige al proyecto una rentabilidad del 35%, obteniéndose como resultado un VAN negativo, lo cual implica que para este escenario el proyecto dejaría de ser viable. El período de



recupero de la inversión se duplica con respecto al escenario original, pero continúa siendo razonable para el monto invertido. Por último, se puede visualizar que la TIR se encuentra muy próxima a la tasa de descuento exigida, por lo que disminuyendo la misma en un 4,6% los resultados nuevamente arrojarían valores positivos para el proyecto.



## 6 Conclusiones

Mediante el desarrollo del trabajo y el análisis de los resultados, los autores concluyen que es factible la implementación de tecnología de identificación por radio frecuencia en Embotelladora del Atlántico S.A. Cumpliendo el objetivo general planteado para el proyecto.

En un contexto de fuerte competitividad, las inversiones orientadas al aumento de productividad son indispensables para cualquier compañía que pretenda subsistir en el mercado. La incorporación de RFID es una de las alternativas que los autores proponen para EDASA, sin embargo la definición de llevarlo a cabo está en manos de quienes toman decisiones a nivel estratégico, asumiendo que tienen una visión más amplia de los objetivos de la compañía, de los recursos disponibles y de las tendencias del mercado. El presente trabajo resulta esclarecedor y de ayuda para tomar una decisión de este tipo.

Se debe destacar que la incorporación de RFID generará un gran impacto en la gente, ya que los cambios culturales no son simples y muchas veces requieren de tiempo para la asimilación de los mismos. Será fundamental la campaña de difusión de un proyecto de estas características, brindando información clara y destacando los aspectos positivos del mismo. El sindicato bajo el que están nucleados la mayoría de los empleados de la compañía tiene un importante impacto en las actividades de la empresa, por lo tanto la comunicación al mismo traerá indefectiblemente una negociación a la que debe darse la importancia que amerita. Es importante que las personas involucradas se sientan parte del proyecto y que puedan comprender los beneficios que traerá para la compañía de la que forman parte y que indirectamente llegarán a cada uno de ellos.

Uno de los principales desafíos que se presentó en el desarrollo del trabajo fue conocer, comprender y analizar una tecnología desconocida por los autores hasta el momento, que demandó de un mayor tiempo de investigación que el estimado inicialmente al planificar las tareas. A medida que se avanzó en el conocimiento de



la misma, se descubrió que existen numerosas aplicaciones posibles dentro de la compañía, lo cual fue reflejado al momento de compartir la idea proyecto con los actores e interesados, enriqueciendo las perspectivas de aplicaciones futuras.

Ejemplos de las aplicaciones antes mencionadas son las listadas a continuación:

- Identificación en el momento de la expedición del PT: Actualmente se realizan controles en la guardia antes que los camiones salgan de las instalaciones de la compañía, estos controles son manuales e incluso se realiza una batida de carga que consiste en la descarga completa de camiones aleatoriamente y control de la carga, dicha tarea es tercerizada. Todos estos controles se verían optimizados mediante la automatización que propone RFID.
- Identificación en niveles inferiores para trazabilidad hasta el cliente: En el trabajo se planteó la posibilidad de identificar los PT a nivel de pack, cajón o caja. Esto requeriría de un análisis de costo beneficio profundo pero como principal ventaja se destaca la posibilidad del seguimiento de los productos incluso hasta que se encuentre en poder del cliente.
- Identificación de activos de la compañía: Se podría identificar los cajones de productos retornables que tienen un promedio de 7 reutilizaciones, mediante tags incorporados directamente por el proveedor de dichos cajones. Conjuntamente, en la actualidad se está analizando la posibilidad de utilizar tarimas de plástico inyectado, éstas ya están siendo utilizadas por otros embotelladores ya que permite reducir los costos en compra de tarimas de madera que se rompen, extravían o son devueltas a empresas proveedoras de otros productos. De realizarse este cambio, resultaría muy beneficioso identificar a las tarimas con tags para su seguimiento. Por otro lado, la compañía está a cargo de la distribución de los equipos de frío en los clientes y también existen potenciales beneficios con la identificación de los mismos.

Para cada una de estas aplicaciones puede realizarse un análisis de viabilidad similar al planteado en el presente trabajo, de todos modos la identificación propuesta por los autores es una interesante manera de introducir la tecnología



para conocer el funcionamiento de la misma y posteriormente extender su aplicación.

Podemos tomar la frase del matemático y economista alemán Helman Nahr “la tecnología no nos ahorra tiempo, pero si lo reparte de otra manera” para sintetizar el motivo y el fin por el que los autores decidieron llevar a cabo el presente trabajo, ya que en una empresa el factor tiempo impacta directamente en los costos de la compañía y su productividad. Con este documento se busca sentar las bases para facilitar la incorporación de una nueva tecnología que contribuirá con el desarrollo de la empresa.



## 7 Bibliografía

BUENO DELGADO, M. V., MARTINEZ SALA, A. S., EGEA LOPEZ, E., VALES ALONSO, J., & GARCÍA HARO, J. (sin definir). *Research Gate. Sistemas globales de localización y trazabilidad mediante identificación por radio frecuencia (RFID)* . Recuperado el 17 de Marzo de 2013, de [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

CARRAZCO GALLEGO, R., & RODRIGUEZ MONROY, C. (2007). *Adingor. Consideraciones estratégicas ante la implantación de un sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID)*. Recuperado el 06 de 10 de 2012, de [http://www.adingor.es/Documentacion/CIO/cio2007/Papers/1839\\_1848.pdf](http://www.adingor.es/Documentacion/CIO/cio2007/Papers/1839_1848.pdf)

Dymeq. (s.f.). Recuperado el 23 de 11 de 2012, de [http://www.dymeq.com/tecno\\_rfid.html](http://www.dymeq.com/tecno_rfid.html)

eFalcom. *Fundamentos de la tecnología RFID*. (2012). Recuperado el 15 de 10 de 2012, de <http://www.efalcom.com>

GALVIS, V., & TABORDA, A. (2009). *Cdigital. RFID, una tecnología que se está tomando el mundo*. Recuperado el 28 de 06 de 2012, de <http://cdigital.udem.edu.co/ARTICULO/F02900032009181447/Articulo5.pdf>

GIDEKEL, A. (2006). *Telectrónica. Introducción a la Identificación por Radiofrecuencia*. (T. c. S.A., Ed.) Recuperado el 15 de 10 de 2012, de <http://www.telectronica.com/index.php/libro-rfid-telectronica/>

JOHNSON, G., ACHOLES, K., & WHITTINGTON, R. (2006). *Dirección Estratégica*. Madrid: Pearson Educación.

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (Cuarta edición ed.). Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

Koandina. *Andina Argentina*. (2013). Recuperado el 10 de 01 de 2013, de <http://www.koandina.com>



*Koandina. Memoria Anual 2011 y 20F 2011.* (2011). Recuperado el 23 de 11 de 2012, de <http://www.koandina.com>

*Koandina. Memoria Anual 2012.* (2012). Recuperado el 10 de 07 de 2013, de [www.koandina.com](http://www.koandina.com)

MUÑOZ HERRERA, P. (2008). Beneficios e impactos de la tecnología EPC y su plataforma funcional RFID dentro de la cadena de abastecimiento. *Rhombus* , 81-94.

RASSIGA, F. (2008). *Evaluación de Proyectos de Inversión.* Recuperado el 16 de Marzo de 2013, de Universidad Virtual de Quilmes: <http://www.virtual.unq.edu.ar>

SAPAG CHAIN, N., & SAPAG CHAIN, R. (2008). *Preparación y Evaluación de Proyectos.* Bogota: McGraw Hill.

*Wikipedia. RFID.* (s.f.). Recuperado el 16 de 11 de 2012, de <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>



## **8 Anexos**

### **8.1 Anexo A1: Principales eventos en la historia del Grupo Andina**

### **8.2 Anexo A2: Procedimiento DEP P-01**

### **8.3 Anexo A3: Procedimiento PPB-P02**

### **8.4 Anexo A4: Planillas auxiliares de control de producción**

### **8.5 Anexo A5: Propuesta comercial 1**

### **8.6 Anexo A6: Propuesta comercial 2**

## **8.1 Anexo A1: Principales eventos en la historia del Grupo Andina**

## **8.2 Anexo A2: Procedimiento DEP P-01**

## **8.3 Anexo A3: Procedimiento PPB-P02**

## **8.4 Anexo A4: Planillas auxiliares de control de producción**

## **8.5 Anexo A5: Propuesta comercial 1**

## **8.7 Anexo A6: Propuesta comercial 2**