

**APLICACIONES DE LAS NUEVAS  
TECNOLOGÍAS A LA LOGÍSTICA:  
ESTADO DE SITUACIÓN Y TENDENCIAS**



---

escuela  
de negocios

2007

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>2. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS</b> .....	<b>6</b>
2.1. Cadena de Suministro y Logística (definición) .....	6
2.2. “Drivers” de la cadena de suministro .....	7
2.3. Procesos de gestión de la cadena de suministro .....	11
<b>3. PRÁCTICAS ACTUALES DE GESTIÓN EN LOS PROCESOS LOGÍSTICOS</b> .....	<b>13</b>
3.1. Integración de la cadena de suministro .....	13
3.2. Globalización Logística .....	15
3.3. Reducción de plazos .....	17
3.4. Gestión Lean .....	18
<b>4. INNOVACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA CADENA DE SUMINISTRO</b> .....	<b>20</b>
4.1. Análisis y descripción de nuevas tecnologías .....	20
4.1.1. Tecnologías de monitoreo y trazabilidad .....	20
4.1.2. Tecnologías de transporte .....	38
4.1.3. Técnicas y metodologías de administración y gestión .....	42
4.1.4. Tecnologías de información .....	48
4.2. Prácticas transversales .....	58
<b>5. EL ENFOQUE EN LAS TÉCNICAS DE MONITOREO Y TRAZABILIDAD</b> .....	<b>67</b>
5.1. Sistemas de Identificación Automática (Auto- ID) .....	67
5.2. Las empresas españolas ante los sistemas de Auto-ID .....	76
5.2.1. Metodología [38] .....	78
5.2.2. Resultados .....	83
<b>6. CONCLUSIÓN Y SUGERENCIAS</b> .....	<b>94</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>97</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

Históricamente el avance tecnológico ha definido en gran medida las interacciones de las diferentes entidades económicas y sociales. La forma de operar y de llevar a cabo sus procesos y actividades está basada en las capacidades que las nuevas tecnologías ofrecen; esto es así desde que el avance de estas entidades se realiza dentro de un esquema principal: competencia. La necesidad de ser mejor que entidades con funciones similares es al mismo tiempo razón y objetivo del desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías en el campo de la gestión.

Actualmente está claro que la eficacia y eficiencia de la Cadena de Suministros es una parte importantísima en la competitividad de las empresas; de hecho se acepta ampliamente que es el área que representa la mayor oportunidad de avance en este sentido. Otras áreas de gestión como Calidad, o gestión de la Producción han sido objeto, durante las décadas precedentes de estudios y esfuerzos muy importantes para su mejora, lográndose obtener resultados importantes en productividad y mejora de la calidad de los productos. Las actividades de la Cadena de Suministro sin embargo, representan un abanico mucho más amplio que actualmente todavía no está cercano a optimizarse en su totalidad, sobre todo en la capacidad que se considera como clave hoy en día: la integración.

El medio ambiente económico actual se distingue por su dinamismo, entendiéndolo como el rápido cambio de las circunstancias y situaciones en las que las diferentes organizaciones deben desenvolverse. Este veloz movimiento no sólo se da a nivel macro sino también en el micro; lo que hoy funciona positivamente para ayudar a un desempeño exitoso, posiblemente sea contraproducente en un breve período de tiempo. Esto obliga a las empresas a tener horizontes de planificación más cortos, pero mucho más precisos, obliga a creación de escenarios y modelaciones de situaciones de alta probabilidad relativa, y por supuesto, a dotar a la organización de la flexibilidad necesaria para poderse adaptar al ya tan mencionado “cambio” que con suerte, estará basado en dichas planificaciones.

Por ello es necesario conocer al menos de manera general, cuáles son las herramientas tecnológicas que más repercusión pueden tener para la gestión de la Cadena de Suministros en el entorno económico actual, de tal manera que se describa, no sólo lo que está ocurriendo ahora, sino que se pueda alumbrar en alguna medida, lo que se espera que ocurra en un futuro.

Para ello la percepción organizacional de las nuevas tecnologías juega un papel importante. Al fin y al cabo una herramienta no es nada si no se utiliza, y la utilización de cualquier objeto comienza en la idea de su utilidad, en la visión de sus capacidades y en la creatividad que para su aplicación tengan las personas que están destinadas a ser sus usuarios.

El presente documento pretende describir las tecnologías más relevantes actualmente en la gestión de la Cadena de Suministro, también señala las que se consideran de mayor utilidad en un futuro para lograr los fines de control de la Cadena para alcanzar el objetivo primordial de incremento de competitividad de las organizaciones. Para ello se estructura según el siguiente esquema:

- En primer lugar se acotan los conceptos de Cadena de Suministros y de Logística, describiendo los “drivers” de gestión y los procesos implicados.
- En la segunda parte se pasa revista a las prácticas y tendencias de gestión actuales, de las que son particularmente significativas la integración de las cadenas de suministro, la globalización logística, la reducción de los plazos y su incidencia en los aspectos clave de la gestión, y la aplicación de los conceptos de gestión “lean” de la logística y la cadena de suministro
- En tercer lugar se realiza una pequeña descripción de las tecnologías que pueden tener un mayor impacto en el campo de la gestión de la cadena de suministros en general y de los procesos logísticos en particular. También se analiza la visión de las empresas. Para ello se revisan los datos obtenidos del estudio internacional realizado por Computer Sciences Corporation (CSC) y Supply Chain Management Review (SCMR), titulado “The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress”. Este estudio es de dimensión global con la participación de 134

compañías de América del Norte, Europa, Asia y Australia. El estudio analiza el nivel de madurez de la gestión de la Cadena de Suministros, la percepción de los gestores sobre los puntos de vulnerabilidad de la propia cadena de suministros, las funciones que consideran prioritarias, las actividades de mayor coste y las áreas de inversión prioritarias.

- Por último se analiza de forma más detallada el área específica de las tecnologías relacionadas con la monitorización y trazabilidad de las actividades logísticas, especialmente las técnicas de identificación automática de productos y en particular de tecnologías basadas en RFID. Además de describir los componentes y aplicaciones de la tecnología se analizan los resultados del estudio realizado en 2005 por el Log.ID Lab del ZLC (Zaragoza Logistics Center) y AECOC (Asociación Española de Codificación Comercial), “Panorama Actual y Perspectivas de la Identificación por Radiofrecuencia en la Empresa española”. Este estudio centrado en España presenta información sobre cuatro aspectos principales:
  - El grado de conocimiento actual de la tecnología RFID
  - El potencial percibido por las empresas de la tecnología y cuáles son las áreas de aplicación de mayor impacto
  - Las barreras existentes para su adopción
  - Los planes de desarrollo y despliegue existentes.

Entre las principales conclusiones que pueden obtenerse del análisis realizado merece destacar las siguientes:

- El desarrollo y aplicación de las nuevas tecnologías, especialmente las tecnologías de identificación automática, están limitadas por el escaso conocimiento de las mismas y de su potencial como factor de competitividad, mediante la mejora global de la Cadena de Suministro.

- A este problema contribuye la falta de desarrollo de la Gestión Integral de la Cadena de Suministro. En su lugar predomina la visión funcional, considerando únicamente la visión operativa en perjuicio de la consideración estratégica.
- Las tecnologías de identificación automática son la espina dorsal para el desarrollo tecnológico a medio plazo. Dentro de ellas RFID parece llamado a jugar un papel preponderante.
- El reto fundamental para la aplicación efectiva de estas tecnologías es la estandarización, que permita una integración real entre los distintos participantes del los procesos de la Cadena de suministros, así como con una variedad de sistemas informáticos que tienen la misión de integrar los datos suministrados, transformándolos en información de gestión.

## **2. ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS.**

### **2.1. Cadena de Suministro y Logística (definición)**

Los términos “Cadena de Suministro”, “Cadena Logística” o “Logística” se prestan en el lenguaje habitual a una cierta confusión. Cada compañía e institución tiende a definirlos de manera propia para ajustarlos a su propia estructura y prácticas operativas; de hecho muchas veces son términos usados indistintamente para referirse al mismo concepto. Sin embargo, Cadena de Suministro y Logística son entidades diferentes aunque estrechamente relacionadas. Estrictamente hablando Cadena de Suministro es el conjunto de los distintos “eslabones” que, físicamente, realizan las 5 funciones de: abastecer, producir, transportar, almacenar y servir un producto o servicio hasta el consumidor final del mismo [1]. La logística es la administración de la mayoría de esas actividades pero como función integradora, de acuerdo con el “Council of Logistics Management”

:

“Gestión Logística es la parte de la Gestión de la Cadena de Suministro que procesa, planifica, implanta y controla el eficiente y efectivo flujo tradicional e inverso, y el almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada entre los puntos de origen y los puntos de consumo para cumplir los requisitos de los clientes.”

“La Gestión de la Cadena de Suministro abarca todas las actividades de gestión logística, y la planificación y administración de todas las actividades involucradas en el abastecimiento de materiales, y producción. También incluye la coordinación y colaboración con socios de canal, que pueden ser proveedores, intermediarios, terceros proveedores de servicios, y clientes.”

En esencia la Gestión de la Cadena de Suministro integra la gestión del abastecimiento y la demanda dentro y a través de diferentes compañías. Su primera responsabilidad es la coordinación de las principales funciones y procesos de negocio: incluye todas las actividades de gestión logística, así como las operaciones de producción, y coordina actividades de marketing, compras, diseño de producto, finanzas y tecnología de información.

En la definición se ve a la Gestión Logística como el subconjunto de la Gestión de la Cadena de Suministro que es responsable del movimiento de productos del punto A al punto B y de todas las actividades involucradas en realizar este movimiento en los diferentes niveles de la cadena: de proveedores a plantas, de plantas a centros de distribución, de centros de distribución a detallistas, de detallistas a puntos de venta, de puntos de venta al cliente, del sentido inverso ó de cualquier combinación en cualquier de ellos.

## **2.2. “Drivers” de la cadena de suministro**

Para poder evaluar y estimar el impacto de cualquier tecnología se deben entender los factores principales o “drivers” que determinan el desempeño de las cadenas de suministro. De acuerdo con Chopra-Meindl existen 6 “drivers” para el desempeño de la cadena de suministro: Instalaciones, inventario, transporte, información, aprovisionamiento y asignación de precios. Describiremos los conceptos generales y las decisiones de gestión relacionadas con cada uno.

**Instalaciones.** Los dos tipos principales de instalaciones son las plantas de producción y las instalaciones de almacenaje. Algunas de las decisiones a tomar respecto a las instalaciones son:

- Especialización de las plantas en cuanto al número de diferentes artículos a producir, balanceando entre la flexibilidad de plantas capaces de producir un elevado número de artículos diferentes, y las ventajas en eficiencia de las plantas especializadas en un número limitado de artículos
- Enfoque de las plantas, eligiendo entre plantas enfocadas al producto-proceso, que están orientadas a realizar la mayor parte de las operaciones de un tipo de producto determinado, frente a plantas orientadas a la función que realizan un número limitado de operaciones, válidas para un número muy amplio de artículos diferentes.

- Tipología de los distintos almacenes que forman parte de la red de almacenaje, decidiendo la funcionalidad de cada uno (mantenimiento permanente de inventario, cross-docking...).
- Localización y dimensión de de cada una de las instalaciones, evaluando los beneficios e inconvenientes de la centralización contra la descentralización de las diferentes instalaciones, productivas y de almacenaje. De la misma manera deben evaluarse el coste- beneficio de la capacidad de las instalaciones, valorando la flexibilidad y seguridad que proporciona una mayor capacidad de producción o almacenaje frente a la menor eficiencia operativa que supone.

**Inventario.** Una primera clasificación de los tipos de inventario en la Cadena de Suministro es según los tres tipos: materia prima, inventario en proceso y productos terminados.

El nivel de inventario total en una Cadena de Suministro está altamente correlacionado con el nivel de eficiencia total de la cadena. Con base en Chopra-Meindl, inventario y lead-time son conceptos cercanamente relacionados en la cadena de suministro, según la siguiente relación, que es especialmente cierta para el inventario en proceso:  $(\text{Inventario}) = (\text{Demanda}) \times (\text{Tiempo de Flujo})$ . Las compensaciones o trade-offs del inventario incluyen costes (en los que el nivel de inventario tiene un impacto significativo) y tiempo de respuesta o nivel de servicio, la razón principal de la existencia de inventarios es el desajuste entre la demanda y las operaciones en cada uno de los eslabones de la cadena.

Las decisiones relativas al inventario incluyen la determinación del volumen de inventario necesario según la causa que genera su necesidad, entre otros:

- Inventario de ciclo: es el volumen promedio de inventario utilizado para cubrir la demanda entre dos ciclos de envío del proveedor
- Inventarios de seguridad: que es el inventario que se dimensiona para cubrir la incertidumbre en las previsiones de la demanda o la falta de fiabilidad del aprovisionamiento.

- Inventario de estacionalidad: es el inventario que se establece para cubrir las variaciones temporales predecibles en la demanda

El nivel de inventario se debe planificar teniendo en cuenta el nivel de servicio requerido, que normalmente se define como el porcentaje de la demanda satisfecha en plazo para cada producto mantenido en inventario.

**Transporte.** Es la función encargada del movimiento a través de las diferentes etapas (ó subprocesos) de la cadena de suministro. Las decisiones de este “driver” son básicamente:

- Selección de los modos de transporte a más adecuados (carretera, ferrocarril, aéreo, marítimo o por conductos). Los productos (u objetos) de información han añadido una nueva dimensión que es la de tecnologías de información, (WWW, Internet, Intranet, etc.).
- Diseño de la red de transporte que, nuevamente con base en Chopra-Meindl es “la colección de modos de transporte, localizaciones y rutas junto con el producto que puede ser enviado”.

**Información.** Éste es el elemento clave para la coordinación de todas las actividades de la Cadena de Suministro. De hecho, la integración de las Cadenas de Suministro sería impensable sin las oportunidades que las tecnologías informáticas ofrecen para tener información, cada vez más completa, detallada, y en tiempo “real” a disposición de los integrantes de la Cadena.

El flujo de información complementa al flujo de mercancías en las diferentes etapas de la cadena de suministro sincronizando las actividades, y se define como un conjunto de datos que está arreglado u ordenado (procesado) en una manera determinada para expresar un significado. Las decisiones a tomar atañen a los siguientes aspectos:

- Empujar vs. Arrastrar (Push vs. Pull), o lo que es lo mismo: lanzar las actividades de forma anticipada a partir de estimaciones de la demanda, versus lanzamiento de las actividades a partir de demanda real en el momento que se produce.
- Compartir coordinación e información (Coordination and information sharing), ambos conceptos, coordinación e información, están estrechamente relacionados y definen a la compañía en su búsqueda por el mismo objetivo.
- Pronósticos y planificación agregada, entendiendo el pronosticar como el intento de realizar estimaciones acerca de cantidades futuras, (en nuestro tema cantidades de demanda principalmente), planificación agregada es definida como las actividades que están encaminadas para satisfacer dichas estimaciones de la demanda, (también se conoce con el nombre de planificación de la demanda ó “demand planning”).

**Abastecimiento.** Se define como el conjunto de actividades realizadas para adquirir materia prima, componentes, productos terminados, información ó servicios. Las decisiones acerca del abastecimiento son:

- Definir si una actividad debe ser desempeñada dentro ó fuera de la compañía, esto es conocido como decisión de abastecimiento interno ó externo (In-House or Outsource decision).
- Una vez esto decidido, y si se toma la decisión de abastecimiento externo (única ó combinada con abastecimiento interno), entonces la selección del número y de los proveedores específicos debe realizarse a través de la definición de criterios de evaluación, este proceso es conocido como selección de proveedores.
- Finalmente se define y ejecuta el proceso de aprovisionamiento, (procurement), que se define como el proceso por el cual el proveedor envía producto en respuesta de órdenes de clientes.

**Asignación de precios.** Aunque frecuentemente confundido con coste ó valor, es realmente una cantidad monetaria que se cobra por productos ó servicios; por supuesto, tiene que comprender el coste y el valor percibido. La asignación de precios de producto es reconocida como una decisión que compete fundamentalmente al marketing, sin embargo hay aspectos relacionados con la asignación de precios que

tienen una incidencia importante en el funcionamiento de la Cadena de Suministros. La asignación de precio y el inventario tienen en común una importante función, ambos pueden ser usados para nivelar las discrepancias entre abastecimiento y demanda. En las decisiones de asignación de precios, una de las que más impacta a las actividades de la cadena de suministro son las economías de escala; dado que la mayoría de los activos de operación son directamente gestionados por la cadena de suministro, las cantidades ó volúmenes de unidades pueden responder por la utilización de los activos y la división de los costes fijos; lo anterior puede ser reflejado en el precio de un producto para incentivar mayores tamaños de órdenes, ó para disuadir otros requerimientos que afecten la eficiencia de la operación. Moldear el perfil de la demanda a través de diferentes estrategias impactará en el tipo de servicio que una cadena de suministro debe proveer, una estrategia de precios bajos contra una de altos precios deben ser consideradas para realizar lo dicho. Algo similar es manejar a precios fijos contra precios por “menú”, que impacta directamente en el comportamiento del cliente, a través de diferentes conjuntos de servicios ofrecidos por la cadena de suministro.

### **2.3. Procesos de gestión de la cadena de suministro**

De acuerdo al Consejo de Cadena de Suministro (Supply Chain Council, SCC) [3], existen cinco procesos principales de gestión en la cadena de suministro, que deben ser tenidos en cuenta para cualquier evaluación de procesos.

**Planificar.** Actividades encaminadas a equilibrar la demanda agregada y el abastecimiento para desarrollar un plan de acción que cumpla con los requerimientos de abastecimiento, producción y entrega.

**Abastecer.** Proceso para adquirir bienes y servicios para cumplir con la demanda real ó planeada.

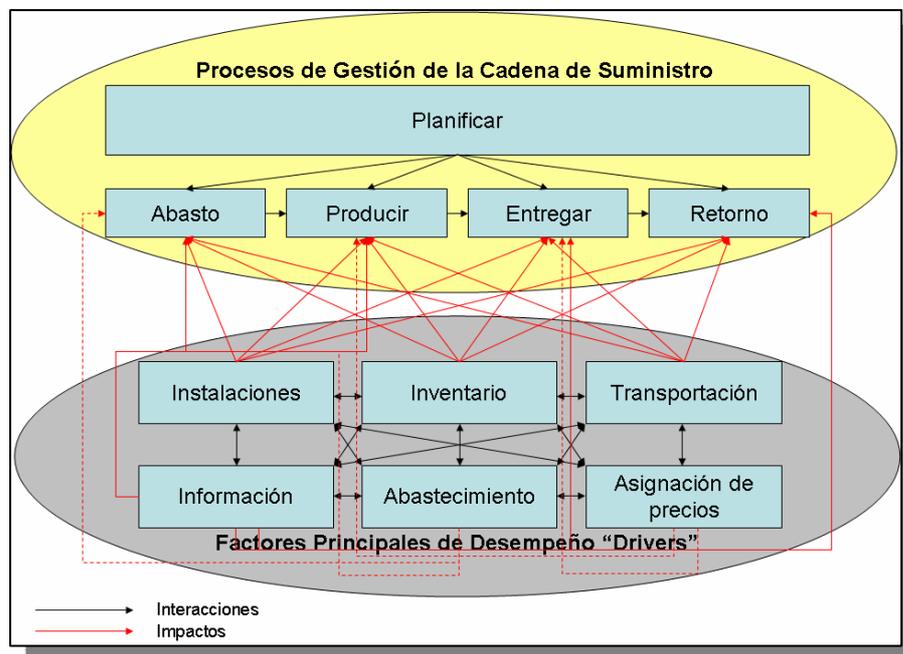
**Producir.** Proceso que transforma el producto a su estado final.

**Entregar.** Proceso que distribuye los bienes terminados ó servicios para cumplir con la demanda real ó planeada. Típicamente incluye gestión de órdenes, de transporte y de distribución.

**Retorno.** Proceso asociado con el retorno ó recepción de productos retornados por cualquier razón. Este proceso se extiende hasta el soporte post-venta al cliente. La logística asociada a los procesos de retorno se conoce como “logística inversa”, y tiene una importancia creciente en la organización logística general.

Estos procesos se relacionan estrechamente con los factores principales de desempeño “drivers” discutidos en el punto anterior y, por supuesto, estos factores impactan en las actividades de los procesos descritos (Figura 1.1).

**Figura 1.1.- Interacciones de procesos de gestión y “drivers” en la cadena de suministro**



### **3. PRÁCTICAS ACTUALES DE GESTIÓN EN LOS PROCESOS LOGÍSTICOS**

#### **3.1. Integración de la cadena de suministro**

De acuerdo a la definición de Lawrence y Lorsch [6] la integración en una organización es, “La calidad del estado de colaboración que existe a través de los departamentos que son requeridos a lograr unidad de esfuerzo por las demandas del medio”, esta definición es completada por Bagchi y Ha [7] que consideran la integración como la acción de reunir los miembros clave de la red de la cadena de suministro, tanto internos como externos, con miras a formar una alianza con un objetivo común: obtener beneficios económicos a través de un mejor servicio al cliente.

Una cadena de suministro integrada no solo debe reducir costes, sino también debe crear valor para sus clientes, accionistas y todos sus miembros. Las expectativas fundamentales de cualquier alianza, de acuerdo a Hamel, son: creación de valor y distribución de valor [8].

Realmente, una alianza en la cadena de suministro debe asegurar éxito a largo plazo a través de proporcionar foros para el “benchmarking” (ó comparativos de referencia), desarrollo de competencias clave a través de la asociación y el intercambio de ideas con organizaciones que compartan una mentalidad común. Para ser efectiva la integración organizacional debe incentivar a los miembros a compenetrarse más con la red y desarrollar un sentido de pertenencia a la cadena de suministro. Esto es, los supuestos básicos de integración son tomados en cuenta y los socios de la cadena ven un valor añadido en combinar sus habilidades y recursos complementarios y llevar a cabo sus tareas asignadas. Cuando esto ocurre, cada miembro de la cadena genera y distribuye valor en la forma de mejora de eficiencia u otras formas de beneficios conjuntos satisfaciendo las competencias primarias tanto de costes como de posición estratégica.

En cadenas de suministro menos integradas, los sistemas de comunicación están frecuentemente conectados inadecuadamente y los flujos de información siguen líneas formales de mando con pocos puntos de contacto directos. Con una alta integración,

aparte del hecho de que los miembros de la cadena pueden, generalmente, estar conectados a través de sistemas en línea, pueden haber muchas conexiones directas entre la gente a varios niveles de decisión a través de firmas interconectadas en la cadena de suministro.

Para entender la forma en que la integración impacta en las organizaciones usaremos la categorización de características interrelacionadas propuesta por Bagchi y Ha [7] Esta categorización compara las características de baja y alta integración en las cadenas y ayudará a comentar los puntos donde las nuevas tecnologías impactan en la integración.

En resumen hemos definido la integración de la cadena de suministro como la colaboración comprensiva de los miembros de la red de una cadena de suministro en el proceso de decisión estratégico, táctico y operacional. Se puede categorizar en cinco características relacionadas: [7]

1. Comunidad de información y comunicación en la cadena de suministro
2. Colaboración y toma de decisiones compartida con los socios de la red
3. Colaboración para compartir ganancias, riesgo y coste
4. Comunidad de habilidades, ideas y cultura institucional
5. Organización

La tabla 2.1 representa las diferencias importantes entre las más y menos integradas cadenas de suministro.

**Tabla 2.1. Características de integración baja y alta en las cadenas de suministro**

Integración en la Cadena de Suministro	Baja Integración	Alta Integración
Compartición de información y comunicación en la cadena de suministro	Pocos puntos de contacto entre las compañías en la cadena de suministro Incompatibilidad en sistemas de información Carencia de acuerdos de procedimientos	Contactos múltiples a todos los niveles de administración Contacto regular a niveles superiores Procedimientos de operación estandarizados y compartidos a lo largo de la cadena Sistemas de información compatibles con liga de miembros de la red en tiempo real Bases de datos comunes
Colaboración y toma de decisiones compartida con los socios de la red	Orientación interna	Orientación inter-organizacional
Colaboración para compartir ganancias, riesgo y coste	Enfoque interno de compañía Inversiones específicas a la compañía	Enfoque a la cadena de suministro Inversiones co-especializadas (Inversión conjunta en tecnologías específicas)
Compartición de habilidades, ideas y cultura institucional	Perspectiva introvertida Pocas áreas escogidas	Intercambio abierto Foros frecuentes de tecnología Compartición a lo largo de la cadena de suministro
Organización	Sin equipos a lo largo de la cadena	Equipos a lo largo de la cadena, tal como equipos de diseño de grupos

Fuente: 7 P.K. Bagchi and B.-Ch. Ha, *Supply Chain Integration in Europe: A Status Report*, The George Washington University School of Business Duques Hall, Washington, DC

### 3.2. Globalización Logística

El término globalización describe la movilidad de bienes, servicios, trabajo, tecnología y capital a través del mundo. [9] También es entendido como la creciente integración de economías y sociedades alrededor del mundo. [10] Aunque realmente no es un concepto nuevo, su ritmo se ha incrementado con los avances tecnológicos, especialmente en el área de telecomunicaciones.

Por supuesto, hay que diferenciar entre la empresa multinacional y la empresa global, las primeras operan en un gran número de países, y adecuan sus prácticas y productos en cada uno de ellos, pero a un nivel de costes por encima de lo óptimo. Las empresas globalizadas, operan aproximadamente en la línea de costes óptimos, utilizando las distintas regiones del mundo como una sola entidad, venden lo mismo, de la misma manera, en todas partes. Compiten sobre la base de creación de valor: la mejor combinación de precio, calidad y servicio de entrega.

Existen diferentes fuerzas que influyen en el potencial de globalización de una industria, las cuales son conocidas como fuerzas motrices de acuerdo a Yip. Estas se

clasifican en fuerzas motrices del mercado, fuerzas motrices de coste, fuerzas motrices gubernamentales y fuerzas motrices competitivas. [11]

Fuerzas motrices del mercado:

- Nivelación de los ingresos per cápita en países industrializados
- Nivelación de los estilos de vida y gustos de los consumidores
- Establecimiento de marcas mundiales
- Crecimiento de canales globales y regionales

Fuerzas motrices de coste:

- Economías de escala crecientes
- Innovación tecnológica acelerada
- Mejoras en los sistemas de transporte
- Costes crecientes de desarrollo de nuevos productos

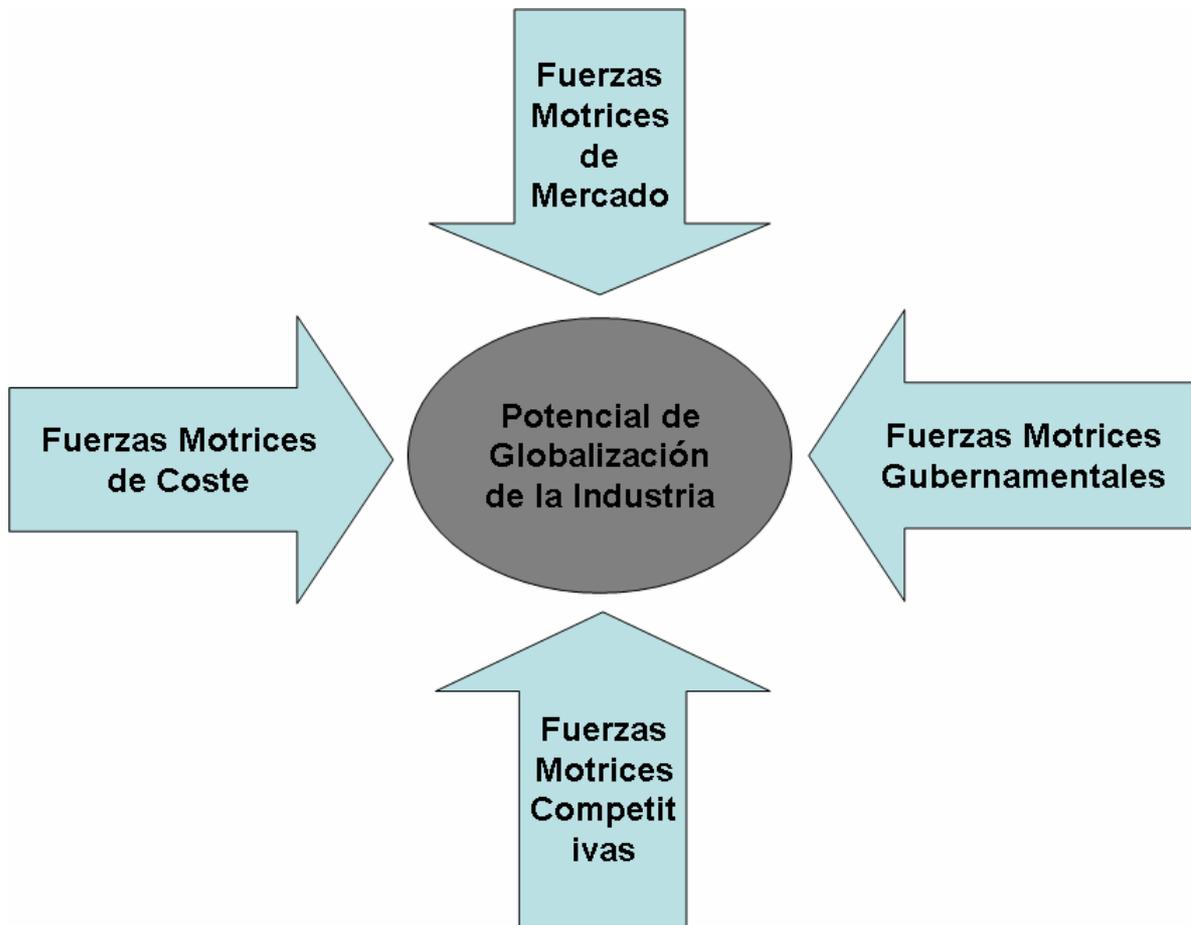
Fuerzas motrices gubernamentales:

- Reducción de barreras arancelarias
- Reducción de barreras no arancelarias
- Creación de bloques comerciales
- Privatización de economías antes dominadas por el Estado

Fuerzas motrices competitivas:

- Aumento creciente del comercio mundial
- Nacimiento de empresas resueltas a volverse globales
- Crecimiento de redes globales de comunicación
- Revolución de la informática y globalización de los mercados financieros

**Figura 2.1. Fuerzas motrices de globalización de la industria**



También se deben mencionar las fuentes de valor en mercados globales, estas deben ser sustentables para poder ejercer una generación de valor significativa. Las 4 identificadas son: Precios competitivos, personalización masiva, logística integrada y velocidad de la organización.

### **3.3. Reducción de plazos**

La reducción de plazos es una de los factores de la logística que más impacta en la eficiencia global de la Cadena de Suministros. La influencia que tiene la reducción de plazos en los cuatro grupos de clasificación de las estrategias logísticas es, por demás, crítica para lograr flexibilidad, optimización de costes, reactivación, fiabilidad y explotación de efectos sinérgicos.

En el grupo de clasificación financiero, la reducción de plazos determina en gran medida el ciclo de efectivo, costes financieros de inventarios, costes de almacenamiento y transporte, costes de personal y precios mejorados de servicios logísticos.

En el grupo de mercado, la reducción de plazos de entrega es primordial para un alto servicio, mientras que la disminución de tasas de error debe permanecer constante ó inclusive incrementarse.

En la gestión de inventarios y transporte, el aumento de eficiencia de este a través de la reducción de plazos e itinerarios de entrega es fundamental para contribuir a una creciente rotación de stocks; así mismo la reducción final de éstos a través de un mayor movimiento en períodos más cortos incluyendo la preparación de pedidos, desemboca en la optimización de los activos, tales como las capacidades de almacenamiento y de transporte.

En la última clasificación: objetivos de la empresa; las reducciones en tiempos de información, incrementa la eficacia de las estructuras de decisión, aumentando también el control operativo mediante una mayor transparencia dentro de la cadena, obteniendo también una mayor definición y claridad en el reparto de tareas y funciones.

### **3.4. Gestión Lean**

La gestión ó administración “Lean” se trata de una fusión entre principios japoneses y estadounidenses enfocados a la reducción de: desperdicio, inventario y tiempo de respuesta al cliente.

John Krafcik, en los 80’s investigador del Massachusetts Institute of Technology, examinó junto con Taichi Ohno una metodología de “mejores prácticas” en la manufactura automotriz, desarrollada por Toyota enfocada a mejorar la imagen de marca y participación de mercado. Ohno identificó 7 tipos de desperdicio (“the 7Ws”):

Defectos, sobreproducción, espera, transporte, movimiento, procesamiento inapropiado e inventario.

- Defectos. La forma más simple de desperdicio son los componentes o productos que no cumplen con las especificaciones.
- Sobreproducción. Es uno de los elementos claves del Justo a Tiempo (JIT), que exige producir sólo la cantidad requerida de cualquier componente o producto.
- Espera. Tiempo no usado efectivamente o no necesario para la producción del producto. Las esperas implican dilatación de los plazos y consumo de recursos.
- Transporte. Artículos que se mueven innecesariamente impactan negativamente en el coste.
- Procesamiento inapropiado. Un principio básico es realizar en un proceso sólo las tareas apropiadas.
- Inventario. Con base en lo observado por Ohno en los E.E.U.U., los consumidores comenzaron a comprar de las estanterías de los mercados desde una perspectiva de “tomar lo necesario, cuando sea necesario”, por lo que los inventarios deberían ser manejados de esa forma.

Womack and Jones, [12] los líderes del estudio en el MIT, sugirieron un 8°. Desperdicio: “diseñar y manufacturar productos, los cuales no cumplan con los requerimientos de los clientes”, aunque esto quizá pueda ser contemplado dentro de la definición de Ohno de procesamiento inapropiado.

El concepto de Gestión Lean o gestión sin excesos, se ha convertido en un paradigma de excelencia en la gestión más allá de su origen inicial en la Industria del Automóvil, siendo la referencia de gestión de las actividades de gestión de la Cadena de Suministros en prácticamente todos los sectores.

#### **4. INNOVACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA CADENA DE SUMINISTRO.**

##### **4.1. Análisis y descripción de nuevas tecnologías**

##### **4.1.1. Tecnologías de monitoreo y trazabilidad**

Se puede entender el monitoreo como la observación periódica y/o continua del comportamiento de un elemento dentro de un sistema, en este caso los elementos que nos ocupan son los distintos objetos que se transfieren dentro de la cadena de suministro; este monitoreo no tiene por único objetivo conseguir información del estado actual de estos objetos, sino también recopilar información de estados anteriores del mismo, todo esto para suministrar datos suficientes y pertinentes para la toma de decisiones. Hay que notar que la emisión de rastros ó trazas es una cualidad inherente de la existencia de los objetos en la cadena de suministro y la habilidad de recopilarlos es lo que se define como trazabilidad, según la norma UNE 66901-92 esta se define como “la capacidad de reconstruir el historial de la utilización o la localización de un artículo o producto mediante una identificación registrada”.

Cualquier tipo de sistema de trazabilidad comprende ciertos componentes básicos, estos componentes interactúan entre sí para registrar, comunicar, almacenar, modificar y emitir informaciones específicas y relevantes a la industria o entidad que estén sirviendo. Para esto existen varias opciones tecnológicas para registrar, codificar y gestionar la información cumpliendo los requisitos pertinentes. En esta sección se describen brevemente las más relevantes.

Las tecnologías se han clasificado con base en su naturaleza de captura.

##### **4.1.1.1. Tecnologías Ópticas**

Se define como tecnologías ópticas a las que la captura se realiza a través de la interacción “visual” de lectores con etiquetas, su principal característica es la lectura a línea de visión ó “line of sight. Pueden ser de lectura lineal ó bidimensional, describiremos las más significativas.

## GS1 128

GS1 128 es un código de barras lineal con alta densidad de información. Es una extensión de códigos de barras numéricos convencionales como puede ser el código EAN 13. El GS1 128 puede contener todos los caracteres del código ASCII.

Se trata de un código “modular”, es decir, que podemos ir añadiendo información de manera posterior a la introducción inicial. El tamaño del código de barras está en relación directa a la cantidad de información que contenga. Por ejemplo para gran consumo un código que contenga la identificación de la agrupación, una fecha de caducidad y un número de lote de 6 caracteres numéricos de longitud, ocupará entre 121 mm. y 164 mm. de anchura. La altura siempre será constante, en este caso de 33 mm.

## Códigos Bidimensionales

Las tecnologías de 2 dimensiones (2-D) son generalmente patrones cuadrados o rectangulares de codificación de datos. Existen dos categorías generales:

Los codificados por niveles; pueden ser leídos por lectores bidimensionales especiales o lectores de CCD y de láser con la ayuda de software especial para decodificar la información. El código más utilizado de este tipo es PDF417. (Figura 3.1)

Los codificados de forma matricial, que consisten en una matriz bidimensional; son generalmente más compactos que un código apilado (PDF417), y pueden ser leídos solamente por un lector bidimensional. El código más utilizado de este tipo es DataMatrix. (Figura 3.1)

*Figura 3.1. Códigos de barras bidimensionales: PDF 417 y DataMatrix*



La ventaja principal de los códigos bidimensionales es la capacidad de codificar mucha información en un espacio pequeño. Los códigos bidimensionales pueden codificar hasta alrededor de 2.000 caracteres por etiqueta. A continuación se explican los dos tipos de códigos bidimensionales.

### **PDF-417**

Puede almacenar como máximo 1.850 caracteres alfanuméricos (ASCII) por etiqueta en un área de 3 por 4.5 cm.

Mayoritariamente, PDF-417 es utilizado en etiquetas de transporte cuando la información tiene que ser leída aunque no se pueda acceder al sistema. También es utilizado en gestión de inventarios o tarjetas de identificación. Esta tecnología incorpora lo que se denomina “corrección de errores” ó “built-in redundancy”, lo que permite que pueda ser leída, a pesar de haber sido dañada hasta en un 60%.

PDF-417 también tiene capacidad para almacenar gráficos.

Para leer el código PDF-417, aparte de emplear lectores de códigos de barra bidimensionales, se pueden emplear escáneres polivalentes, con software específico. Es decir, no sirven los lectores de códigos de barras convencionales; pero al igual que estos, el código debe estar directamente en la línea de visión del lector. [4]

### **DataMatrix**

DataMatrix es una codificación en forma matricial y puede almacenar hasta 2.335 caracteres alfanuméricos. El código es cuadrado y puede extenderse desde 0,0254 mm, hasta 335,6 mm por lado. La relación tamaño-información es aproximadamente la siguiente: la codificación de 43 caracteres alfanuméricos sería equivalente a un código de 4,2 mm por lado.

Los códigos de DataMatrix se componen de módulos cuadrados dispuestos dentro de un patrón. Este patrón está formado por un marco el cual no cambia y delimita la

frontera de lectura, dentro, los pequeños módulos están llenos ó vacíos dando, en su caso, una codificación binaria.

ECC200 es la más reciente versión de DataMatrix y posee algoritmos de codificación avanzados y de corrección de fallos. Este algoritmo permite el reconocimiento de los códigos que han sido dañados hasta un 60%. Esta versión se está utilizando extensamente en el sector de automoción, aeroespacial, electrónica, semiconductores, dispositivos médicos o en casos en los que se necesite la trazabilidad en la fabricación. Debido a que DataMatrix puede codificar gran cantidad de datos en un código muy pequeño, se está utilizando en los casos en los que el reducido tamaño del producto es un factor relevante.

Los códigos de DataMatrix se pueden imprimir usando la mayoría de las impresoras térmicas comunes. En el caso de esta tecnología, el símbolo también debe estar directamente en línea de visión del lector.

La norma que sigue esta tecnología se puede encontrar en la ISO/IEC16022.

### **Tarjeta Óptica de Memoria [5]**

La tarjeta óptica de memoria, fue concebida como un sistema para reducir la cantidad de documentos impresos para los envíos por el ejército Estadounidense. Con una capacidad de alrededor de cuatro megabytes de almacenaje, contenida en un espacio físico del tamaño de una tarjeta de crédito, este dispositivo utiliza tecnología láser de escritura y lectura y puede ser conectado directamente a una computadora personal. Se utiliza con un sistema denominado AMS (Automated Manifest System), el cual se encarga de transferir información de la tarjeta de memoria a una base de datos local. En la tarea de recepción de envío, la lectura/escritura de la tarjeta se completa, independientemente del tamaño, antes de que el envío sea descargado del transporte, acto seguido, es inventariado antes de que las acciones relativas a discrepancias entre la carga declarada y real sean realizadas.

La tarjeta óptica de memoria es indetectable por campos magnéticos ó electrostáticos, lo que incrementa la seguridad de la información; también puede ser actualizada,

(únicamente añadiendo información) en cualquier momento, pero la información no es modificable. Así se asegura la recuperación de datos de toda la información registrada. Toda información que pueda ser digitalizada puede ser almacenada en la tarjeta óptica de memoria, lo que le añade medidas de seguridad adicionales como, huellas digitales, códigos de acceso, ó fotografías digitales.

#### **4.1.1.2 Radiofrecuencia**

La tecnología de radiofrecuencia es el uso de frecuencias de radio para distintos propósitos, estas frecuencias de radio son entendidas como las oscilaciones dentro del rango de los 3 Hz. A los 300 Ghz. En el campo de la cadena de suministro, es la base para sistemas de identificación sin contacto y sin línea de visión. Los rangos de frecuencia en los que trabaja comprenden desde la baja LF (Low Frequency) hasta el rango de las microondas, pasando por HF y UHF. La frecuencia mínima empleada son los 100KHz, mientras que las máximas alcanzan los 24 GHz. La frecuencia de transmisión determina el rango de lectura y la habilidad de la señal de sortear ciertos obstáculos.

En el ámbito de aplicaciones de la cadena de suministro existen diferentes sistemas basados en emisiones de radio, sin embargo todos ellos tienen un funcionamiento similar.

Describiremos los sistemas principales de frecuencia de radio que se encuentran ahora como propuestas de innovación para la Cadena de Suministro.

### **RFID**

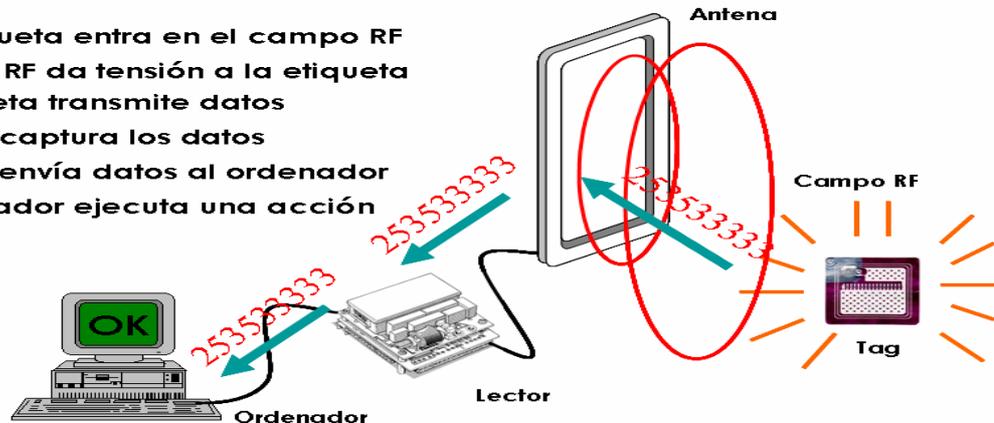
Los sistemas de identificación por radiofrecuencia, son los más conocidos de los sistemas basados en frecuencias de radio; el primer punto a destacar es que son sistemas orientados al almacenamiento de información, en lugar de a la transmisión, procesamiento ó posicionamiento de información/objetos, también que su función es primordialmente la de transpondedores reflectivos, (función espejo). Se basan principalmente en dos tipos de tags y también en su característica de una relación de

área/lector alta; los tags se pueden clasificar en activos o pasivos en función del tipo de alimentación de energía, puede ser externa, (energía que obtiene del lector), ó interna, (energía proveniente de una batería incorporada al tag). Cuando hablamos de tags pasivos nos referimos a que no están dotados de fuente de alimentación interna; por ello permanecen inactivos hasta que entran en la zona de influencia del lector, utilizan la energía que éste emite en forma de radio frecuencia para activarse. Debido al mayor coste, tamaño y peso de los tags activos no se consideran económicamente factibles para aplicarse en la trazabilidad de muchas aplicaciones logísticas. Los tags pasivos irán generalmente incorporados a una etiqueta de papel, (a futuro en el propio envase), en la que al menos inicialmente, podrían coexistir con los códigos de barras impresos y otra información legible.

En el funcionamiento de RFID existen tres etapas principales: emisión, recuperación de información y recepción, llevada a cabo por dos elementos, lector y tag (etiqueta, que contiene la información relativa a la identificación a realizar). (Figura 3.2) El funcionamiento básico es el siguiente: el emisor (lector) emite una señal (datos), a una denominada frecuencia, captada por el tag y éste modifica la señal incorporando la información (datos) necesaria retornándola al lector. Este sistema posibilita la comunicación entre los elementos que lo componen (tag y lector), sin necesidad de estar en línea de visión, lo que permite por ejemplo, leer los artículos dentro de un contenedor (caja, paquete, gaveta...) sin necesidad de desconsolidarlo. Cientos de tags pueden ser leídos casi simultáneamente, en determinadas circunstancias.

**Figura 3.2. Funcionamiento RFID**

1. Una etiqueta entra en el campo RF
2. La señal RF da tensión a la etiqueta
3. La etiqueta transmite datos
4. El lector captura los datos
5. El lector envía datos al ordenador
6. El ordenador ejecuta una acción



## NFC

La Comunicación de Campo Próximo (Near Field Communication NFC), es una tecnología de conectividad estandarizada, inalámbrica y de rango corto que permite de manera simple y segura interacciones bidireccionales entre aparatos electrónicos [13].

Esta tecnología evolucionó de la combinación de tecnologías de identificación (RFID) e interconexión sin contacto (Contactless Cards). Regularmente NFC opera en los rangos de frecuencia de los 13.56 Mhz, y se basa en los estándares ISO (International Organization for Standardization) 18092 y 21481, ECMA (European Association for Standardizing Information and Communication Systems) 340, 352 y 356 y ETSI TS 102, 19014.

NFC integra componentes de lectura y de escritura y el transpondedor en un solo circuito integrado. Las diferentes funciones de este chip son controladas y activadas por medio de software y combinadas con aparatos de utilización individual como PDAs o teléfonos móviles. Lo anterior, le permite al aparato NFC actuar como lector/escritor ó como un tag de RFID, simulado por el transpondedor, La característica principal del NFC, es que permite la interconexión entre dos aparatos.

Los beneficios de esta tecnología se perciben en los sistemas móviles:

- Mejor utilización y mejor experiencia de usuario
- Acceso fácil a servicios y contenido de objetos físicos
- Control de acceso
- Intercambio conveniente de artículos digitales entre aparatos
- Capacidades locales de pago y expedición de billetes

De estos beneficios generales se desprende su aplicación en actividades como:

- Identificación de vehículos y registros de mantenimiento
- Cruces y cotejo vehículo-conductor
- Control de combustible
- Accesos a áreas restringidas
- Derechos de transporte a productos restringidos
- Rastreo de tiempo y servicio

Un sistema de NFC involucraría diversos componentes, divididos principalmente en dos fases: Transferencia de datos y Movilidad-Comercio (Figura 3.3)

Figura 3.3. Sistema NFC



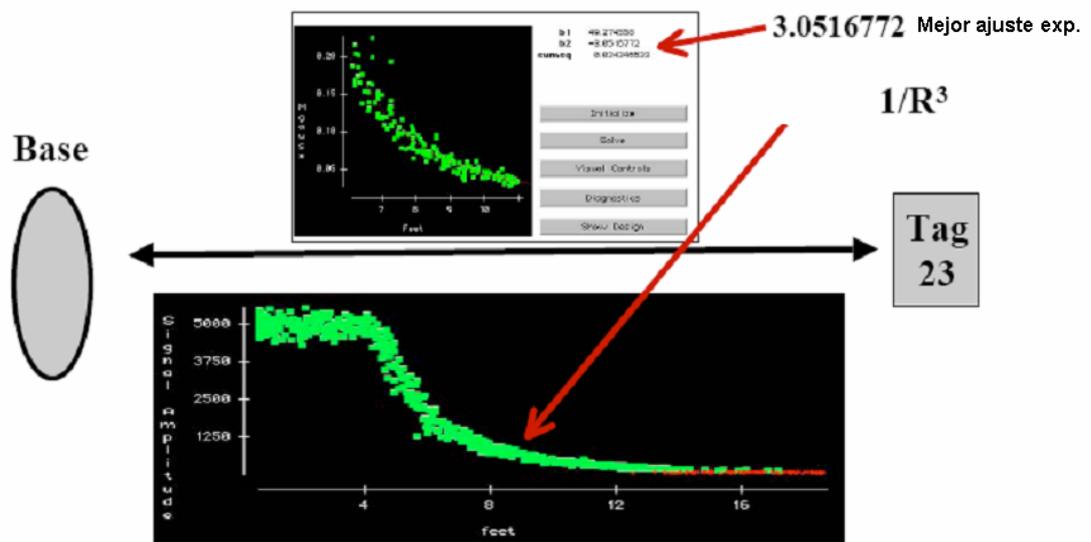
Fuente: <http://www.nfc-global.com/>

## RuBee

Se trata de un protocolo específico de transmisión inalámbrica, para enviar y recibir (transceiver) pequeños paquetes de información, (alrededor de 128 bytes). Este protocolo, (IEEE P1902.1) es magnético, (inductivo), y se centra en las frecuencias bajas, (gran longitud de onda) en 131 Khz, (aproximadamente 2.5 kms.), lo que lo hace un bajo consumidor de energía y, quizá su característica más importante, inmune a los líquidos y amigable con los metales.

El protocolo RuBee es similar a los IEEE 802, por lo que es más parecido a WiFi, WPAN y Bluetooth que al RFID, de este último se diferencia principalmente en que es un "transreceptor" (transceiver) en red que transmite realmente una señal de datos. Otra característica del protocolo RuBee es la caída de la señal, generalmente el rango va de los 8 a los 10 mts. En sentido volumétrico, esto se debe a que la señal sigue un deterioro de  $1/R^3$  en vez de  $1/R$  como es la generalidad de señales, (Figura 3.4). Los tags diseñados para esta tecnología ofrecen un almacenamiento de 64 bits, los cuales incluyen el master ID y las direcciones IP; también se pueden incorporar sensores de temperatura, humedad, aceleración, y de presión.

Figura 3.4. Caída de Señal RuBee



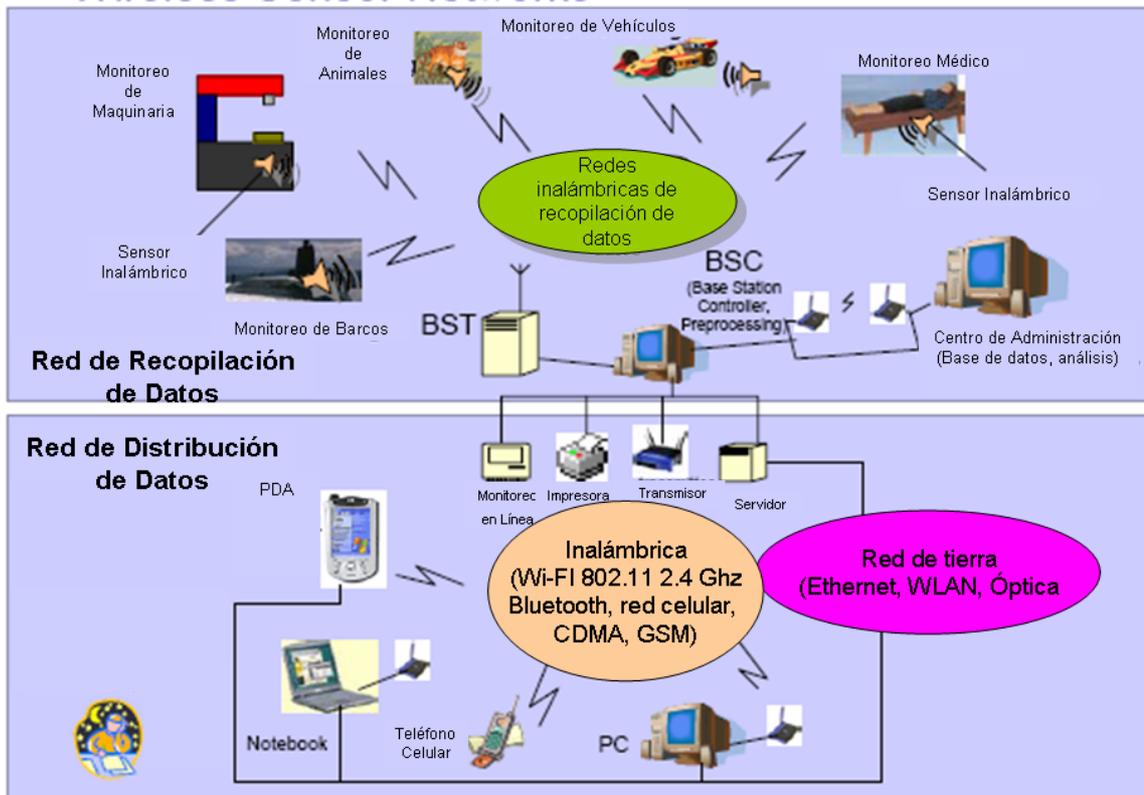
Fuente: RuBee™ & Dot-Tag™ Visibility Networks Presentation, ID World Conference November 2007, [www.visibleassets.com](http://www.visibleassets.com)

## Wireless Sensor Networks

Definida como una red con transreceptores, sensores, controladores de máquina, microcontroladores e interfaces de usuario con al menos dos nodos comunicándose por medios inalámbricos. [16]

La función principal de las WSN, es proveer de la información necesaria a los ambientes inteligentes. Son responsables de “sentir”, así como también de las primeras etapas de procesamiento de datos. Las WSN generalmente se componen de dos subredes, una denominada de recopilación de datos y otra de distribución de datos. [17] (Figura 3.5)

Figura 3.5. WSN



Fuente: F.L. Lewis, *Wireless Sensor Networks, Advanced Controls, Sensors and MEMS Group Automation and Robotics Research Institute, The University of Texas at Arlington, Ft. Worth, Texas 76118.7115*

Las redes WSN están compuestas de diferentes nodos esparcidos, cada nodo se compone a su vez de sensores, microcontroladores y radio. Es en este punto donde las WSN convergen con RFID para formar una tecnología nueva. A partir de esta conjunción, el tag RFID se sensoriza, la red WSN usa las etiquetas RFID como agentes móviles para enrutar datos, el tag RFID utiliza, a su vez, la red sensorial para adquirir datos, también permite identificar y describir cualquier nodo específico de la red. Una característica que permite lo anterior es que las redes WSN basadas en el estándar IEEE802.15.4 y las etiquetas RFID UHF trabajan en la misma banda ISM (Industrial, Scientific and Medical).

### 4.1.1.3 Localización

La localización de objetos es una de las partes fundamentales para la toma de decisiones en la logística, tanto en la fase de planificación, como en el de medición y control, pasando por la de ejecución. Las tecnologías que ofrecen información de localización difieren substancialmente en cobertura y alcance, lo que determina el campo de aplicaciones de cada una de ellas.

#### Wi-Fi RTLS

El rastreo y localización en tiempo real ó RTLS (Real Time Location Tracking System), es una derivación de las WSN. Básicamente es un sistema de rastreo basado en Wi-Fi 802.11(x) que tiene por objetivo primordial la localización de objetos dentro de la cobertura de dicha red. La principal ventaja es que la red Wi-Fi sigue cumpliendo su función de transferencia de datos y voz además de la de información de locación de un objeto determinado; de hecho tiene capacidades de rastreo de cualquier aparato inalámbrico sin necesidad de un tag, por lo que, además de estos últimos, puede rastrear PDAs, ordenadores, teléfonos, y scanners. Las aplicaciones de este sistema son amplias: rastreo de activos, visibilidad de procesos, seguridad... [18]

Existen varios métodos usados para la determinación de la localización, [19] los más usados por el RTLS son: En la Célula, triangulación y huella RF. (Figura 3.6)

**En la Célula** o punto de acceso único es el método más simple para obtener una aproximación de localización para un activo. Asigna como posición del objeto la del área cubierta por el punto de acceso al que se conecta Este método es el menos preciso, y el activo puede estar en un área tan grande como la cobertura del punto de acceso. Se puede incrementar precisión añadiendo densidad a la arquitectura de la red a través de muchos puntos de acceso de baja potencia.

**Triangulación**, se utiliza a través de tres o más puntos de acceso que obtienen la lectura de un objeto particular en cada momento. Utilizando algoritmos de propiedad, el sistema utiliza la información de los puntos de acceso para determinar la localización del activo. La distancia al activo es determinada midiendo el tiempo relativo de atraso

de la señal ó la potencia de la misma en cada uno de los puntos de acceso. Existen algunos problemas en la triangulación debido a reflexiones y atenuaciones. Las primeras suceden cuando otros objetos reflejan la señal, y atenuaciones es cuando también otros objetos absorben la señal.

**La huella RF** crea un mapa de retícula en un diagrama del área que incluye todas las características físicas y puntos de acceso. Esto es seguido por una calibración, para lo que se debe tomar información real con cada punto de acceso y relacionar el punto de acceso con la retícula. Los objetos que son captados por la huella RF se comparan con la base de datos creada durante la calibración. La huella mostrará la retícula única y mostrará la localización aproximada del activo.

*Figura 3.6. Sistema RTLS*



*Fuente: STRONGTECH, WiFi-Based, Real-Time Location Tracking*

## GPS

El sistema de posicionamiento global ó Global Positioning System (GPS) es un sistema de satélites que, destinado originalmente a la navegación militar, ha desarrollado una gran variedad de aplicaciones civiles: movimiento de personas, bienes e información,

construcción de comunidades, administración del medioambiente, predicciones del clima y desastres naturales y respuesta a emergencias. [20]

GPS funciona a través de las señales que los satélites envían a la tierra, donde son detectadas por aparatos receptores, estacionarios ó incorporados a vehículos. Estas señales son usadas para determinar la posición del receptor en la superficie del planeta con una precisión medida en milímetros, a través de un sistema de triangulación conocido como sobresimplificación. Combinado con tecnologías geomáticas e integrado con el sistema espacial de referencia, los datos del GPS pueden ser usados para localizar y rastrear vehículos y otros objetos, administrar infraestructuras, estampar información de tiempo e imágenes, y navegar entre puntos del globo terráqueo.

Regularmente se encuentra un mínimo de 24 satélites en cualquier momento en cualquier parte del globo, a 19.200 Km. de altitud, las señales no tienen costo para el uso comercial o civil.

En la cadena de suministro, las aplicaciones del GPS más significativas son: [21]

- Traza de la actividad y movimientos de flota.
- Validación de transacciones por localización y prueba de entrega y actividad.
- Verificación y rastreabilidad de localización de activos.
- Navegación de vehículos para mejora del tiempo de recorrido

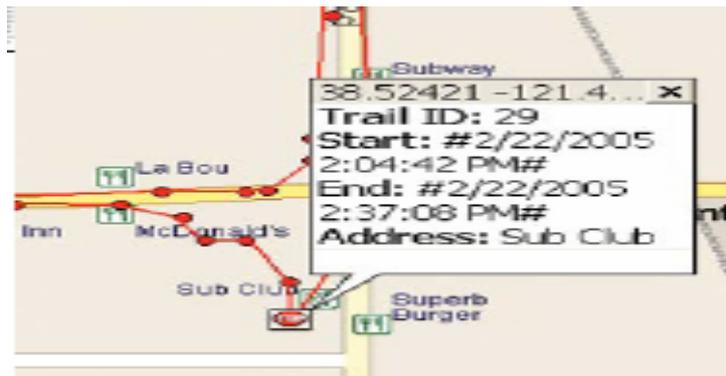
Existen varias modalidades de uso del GPS:

- Rastreo en tiempo real, también conocido como Automatic Vehicle Location (AVL), utiliza terminales WWAN, y despliega localizaciones de tiempo real suministrando informes de estatus de vehículos y administración de los mismos. (Figura 3.7)

**Figura 3.7. GPS Rastreo en tiempo real**

Fuente: *GPS Applications in Motion: Moving beyond automatic vehicle location to full enterprise integration Presentation, ID World Conference November 2007, [www.linkspoint.com](http://www.linkspoint.com)*

- “Breadcrumb” Tracking, ó rastreo por migas: rastrea localización e historia del vehículo de manera detallada, km a km, parada por parada; identifica tiempo improductivo, recorridos fuera de ruta... Se utiliza generalmente con optimizadores de ruta para el cotejo de “planeado vs. Real”. Incrementa visibilidad y control sobre operaciones móviles, y permite la optimización de rutas, consumos de combustible, costes de peaje y personal etc. (Figura 3.8)

**Figura 3.8. GPS rastreo por migas**

Fuente: *GPS Applications in Motion: Moving beyond automatic vehicle location to full enterprise integration Presentation, ID World Conference November 2007, [www.linkspoint.com](http://www.linkspoint.com)*

- Verificación de localización, Utiliza el GPS para verificar que las actividades fueron completadas en el lugar en el que está previsto realizarlas, mantiene también la veracidad de datos para localizaciones de clientes y activos en campo. Generalmente relacionado con ERP, Planeación de rutas, GIS y sistemas CRM. (Figura 3.9)

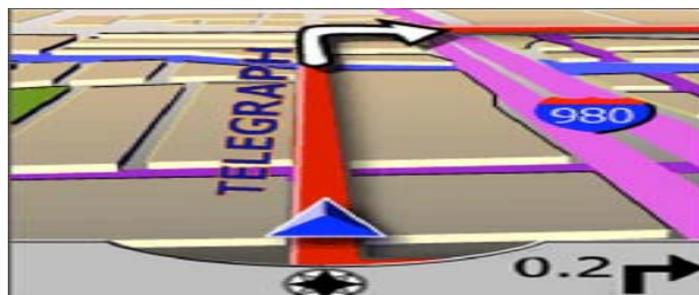
**Figura 3.9. GPS Verificación de localización**



Fuente: *GPS Applications in Motion: Moving beyond automatic vehicle location to full enterprise integration Presentation, ID World Conference November 2007, [www.linkspoint.com](http://www.linkspoint.com)*

- Navegador Campo de Fuerza, utiliza GPS para determinar la posición actual del vehículo y calcular direcciones de conducción en tiempo real hacia el destino. Ahorra tiempo y viaje excesivos en el campo. (Figura 3.10)

**Figura 3.10. GPS Navegador campo de fuerza**



Fuente: *GPS Applications in Motion: Moving beyond automatic vehicle location to full enterprise integration Presentation, ID World Conference November 2007, [www.linkspoint.com](http://www.linkspoint.com)*

Es importante recalcar que el sistema GPS Europeo, denominado Galileo estará activo en el 2011 y será de uso civil.

#### **4.1.1.4 Biometría**

La Biometría utiliza las distinciones anatómicas para procesos de identificación y verificación. [22] Los sistemas biométricos utilizan métodos automáticos de reconocimiento de patrones para determinar la autenticidad de una característica específica, fisiológica ó de comportamiento, poseída por el usuario para verificar la identidad del mismo. Inicialmente la Biometría fue desarrollada con fines criminalistas, pero ha derivado en una tecnología aplicada a la identificación y seguridad comercial.

Un sistema biométrico consiste en tres partes principales: [24]

- Escáner, captura la información de la anatomía en uso.
- Software ó programa, consolida la información y la convierte en forma digital.
- Base de datos, Compara la información actual con información almacenada previamente y determina la autenticidad e identificación.

La Biometría se clasifica en dos categorías:

**1.-Fisiológica**, mide los distintos rasgos que tienen los individuos, generalmente (pero no únicamente), determinados por su genética. Se basa en mediciones de alguna parte del cuerpo y las principales son:

- Geometría manual
- Reconocimiento de huellas digitales AFIS (Automated Fingerprint Identification Systems)
- Reconocimiento del iris
- Reconocimiento de retina
- Reconocimiento de rostro

- Reconocimiento de patrones vasculares
- DNA

**2.-Conductual**, mide las distintas acciones que los individuos realizan, y que son generalmente difíciles de copiar de otro individuo. Indirectamente miden características del cuerpo humano.

- Reconocimiento del habla (voz e inflexiones)
- Firma
- Tecleo

Cada una de estas características anatómicas ofrece ventajas y obstáculos, como comparación se puede pensar los problemas de la utilización de los AFIS, sistemas automáticos de identificación de la huella dactilar, para la población abierta cuando en ella se encuentran individuos que carezcan de los dactilos, sin embargo el reconocimiento de patrones vasculares, el cual registra patrones de absorción subcutánea de rayos infrarrojos, de diferentes partes de las extremidades pueden ser una mejor opción. (Tabla 3.1)

Tabla 3.1. Comparación diferentes mediciones biométrías

Biometría	Verificar	ID	Precisión	Confiabilidad	Razón de error	Bajo Coste	Positivo Falso	Negativo Falso
AFIS	✓	✓	⊙⊙⊙⊙	▶▶▶	1/500	✓	Ext. Dif.	Ext. Dif.
Reconocimiento de rostros	✓	✗	⊙⊙⊙	▶▶	S/D	✓	Difícil	Fácil
Geometría manual	✓	✗	⊙⊙⊙	▶▶	1/500	✗	Muy Dif.	Medio
Reconocimiento del habla	✓	✗	⊙⊙	▶	1/50	✓	Medio	Fácil
Reconocimiento de iris	✓	✓	⊙⊙⊙⊙	▶▶▶	1/131000	✗	Muy Dif.	Muy Dif.
Reconocimiento de retina	✓	✓	⊙⊙⊙⊙	▶▶▶	1/10000000	✗	Ext. Dif.	Ext. Dif.
Firma	✓	✗	⊙⊙	▶	1/50	✓	Medio	Fácil
Tecleo	✓	✗	⊙	▶	S/D	✓	Difícil	Difícil
DNA	✓	✓	⊙⊙⊙⊙	▶▶▶	S/D	✗	Ext. Dif.	Ext. Dif.

Fuente: National Center for State Courts, USA, [www.ncsonline.org](http://www.ncsonline.org)

#### 4.1.2. Tecnologías de transporte

El transporte juega un papel preponderante en cualquier cadena de suministro, es la parte encargada de acercar el producto o servicio ofrecido hasta el cliente, ó viceversa. Independientemente del objeto principal de la cadena, siempre tendrá que utilizar algún medio, ya sea físico ó informático, para lograr el acercamiento mencionado.

Las inversiones de capital y recursos en el transporte físico representan una gran proporción en los costes logísticos de las empresas, por lo que los esfuerzos se concentran a la reducción de los mismos. El suministro de servicios o productos por medio de la informática, aunque todavía tiene área de mejora, avanza mucho más rápido en este sentido.

En Europa Occidental, el porcentaje de transporte desarrollado en tierra al 2005 fue del 60.6%, el marítimo es de 39.3% mientras que el aéreo es del 0.1%. Lo anterior denota la orientación de las mejoras hacia el transporte terrestre, del cual el 72.6% es por

carretera, 16.5% por ferrocarril, el 5,4% por vías acuáticas intracontinente y el 5,5% mediante tuberías [25].

Las áreas de oportunidad se centran en la mejora de la planificación y ejecución de operaciones de transporte de las empresas, pero también es determinante la infraestructura que los gobiernos proveen. En esto podemos ver la posición de la Unión Europea en comparación con otras partes del mundo. (Tabla 3.2)

**Tabla 3.2. Comparación de infraestructura de transporte terrestre UE-Mundo**

		Infraestructura de Transporte				
		2004	2004	2003	2004	2004
		UE	USA	Japón	China	Rusia
Red de carreteras (pavimentadas)	1000 km	4734.3	6374.4	925	1870.7	546.4
Red ferroviaria	1000 km	197.9	205.6	23.7	74.4	85
Caminos acuáticos intracontinente	1000 km	37.1	41.6	1.8	123.3	102
Tuberías	1000 km	29.6	257.6	0.02	15.1	64

*Fuente: Energy & Transportation in Figures 2006 Part 3: Transport, European Commission Directorate-General for Energy and Transport*

Como ya mencionamos, dada la gran utilización del transporte terrestre y específicamente del transporte por carretera, este reúne los puntos más importantes para la mejora del transporte, los cuales se dividen principalmente en:

- Mejora de la planificación de rutas
- Administración y mantenimiento de flotas
- Combustibles alternativos

### **Mejora de la planificación de rutas**

La planificación de rutas está centrada en las diversas modalidades de soluciones del denominado Problema de Ruteo Vehicular ó Vehicle Routing Problem (VRP). Estas modalidades se dividen en las versiones exactas (deterministas) ó las heurísticas (probabilísticas), básicamente buscan proponer la mejor (ó la suficientemente buena en el caso de las heurísticas), ruta para realizar la actividad de transporte, (ya sea flete, reparto, ó recogida). Partiendo del algoritmo del vecino más cercano (Nearest Neighbor Algorithm), que busca la construcción de la ruta seleccionando el siguiente punto de atención con base en la distancia más corta desde último punto, siguen variaciones que contemplan criterios de selección tales como visita rentable, y ventanas de atención. Este último es conocido como el Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW), y es una de las propuestas con más futuro en la Unión Europea dada la implantación de nuevas normativas de horas laborales de conducción a transportistas. [26]

La aplicación de los algoritmos matemáticos a la optimización de rutas está íntimamente ligada al uso de las tecnologías de seguimiento y localización (GPS), y al desarrollo de los sistemas de cartografía y de información geográfica (GIS), así como a la posibilidad de disponer la información adelantada sobre las cargas y destinos a cubrir que pueden proporcionar los sistemas de monitoreo y trazabilidad.

### **Administración y mantenimiento de flotas**

La administración y mantenimiento de flotas se enfoca a la utilización de los activos. Está estrictamente relacionada con los Sistemas de Administración de Transporte, Transportation Management Systems (TMS), los cuales están orientados al seguimiento de vehículos de transporte, con el fin de reducir costes; la necesidad de estos sistemas es que dichas unidades operan durante períodos dilatados lejos de su base, y al retorno, el tiempo de inspección representa tiempos muertos en la utilización de los activos. Tareas como conducción económica, seguimiento de ruta correcta, cumplimiento de normativas de tráfico y de compañía, cumplimiento de alertas de testigos, así como capacidades y características de los distintos vehículos que

conforman la flota, se traducen en una cantidad de datos considerables para la toma de decisión en el momento de la planificación a sus distintos niveles.

### **Combustibles alternativos**

Los altos costes de los combustibles derivados del petróleo y las restricciones a su utilización que las consideraciones ambientales imponen favorecen el desarrollo de nuevos combustibles que pueden incidir especialmente en el transporte por carretera. Entre los desarrollos de nuevos combustibles a corto plazo puede haber un desarrollo importante del uso del biodiésel que no debe suponer un impacto importante, dada la fácil adaptación a su uso de los medios e infraestructuras de transporte actuales.

Las opciones que se vislumbran con más desarrollo en su aplicación en un plazo más largo son el hidrógeno y las pilas de combustible. La combinación de éstas se perfila como el mejor candidato para su aplicación. de ellas la pila de electrolito polimérico (PEMFC) y la pila de óxido sólido (SOFC) son las que parecen presentar mejores posibilidades; la primera se aplica como sistema propulsor y la segunda como auxiliar de potencia; las características de estas pilas son su alta capacidad de conversión de energía y su funcionamiento limpio y silencioso. [27]

Las anteriores tecnologías van de la mano con el desarrollo de infraestructuras que permitan su integración, estas pueden ser:

- Sistemas inteligentes que reduzcan el uso de energía mediante la conducción asistida y una gestión mejorada del tráfico.
- Sistemas integrados de planificación de rutas, (integración predicción de tráfico- algoritmos de ruteo)
- Sistemas de almacenaje de hidrógeno
- Desarrollo de caminos de producción y distribución de hidrógeno

### **4.1.3. Técnicas y metodologías de administración y gestión**

La administración se basa en el hecho de que vivimos en un ambiente con recursos finitos, la empresa es uno de los ejemplos más representativos de estos ambientes; la administración de los recursos de la empresa requiere un proceso clave, que es la toma de decisiones. Actualmente, el proceso de toma de decisiones está estrechamente relacionado con tecnologías informáticas, y esto no sólo no cambiará en el futuro, sino que se intensificará a través de una integración de los diferentes aspectos pertinentes a la administración. Las tecnologías de administración y gestión son las encargadas de realizar este enlace, estableciendo un enlace entre el negocio, productos ó servicios, y estrategias de información tecnológica hacia las actividades diarias, con el objetivo de mejorar el desempeño y obtener resultados tangibles del negocio.

Las distintas opciones de las tecnologías de administración para implementar procesos esenciales y soluciones administrativas se pueden agrupar en 4 metodologías principales, las cuales pueden ser soportadas por sendos programas informáticos.

- Administración del portafolio de proyectos (Project portfolio Management-PPM)
- Administración de proyectos de empresa (Enterprise Project Management-EPM)
- Oficina de administración de proyectos (Project Management office-PMO)
- Administración del portafolio de aplicaciones (Application portfolio Management-APM)

#### **PPM**

La administración del portafolio de proyectos se asegura de que el presupuesto y los recursos de una organización sean manejados y ejecutados de una manera óptima, el PPM habilita a las compañías a crear marcos de actuación para la generación de ideas, análisis de selección e implementación de proyectos y seguimiento y reporte de las actividades en curso.

La metodología general de PPM se basa en tres puntos: Crear, seleccionar y gestionar, y se enfoca en entregar los siguientes beneficios:

- Tomar decisiones basadas en hechos dentro de un marco de actuación definido
- Establecer un consenso entre los implicados sobre las prioridades y alinear los proyectos con los objetivos estratégicos de la empresa
- Optimizar asignaciones de presupuesto y recursos a los proyectos correctos
- Incrementar la transparencia de la cartera de proyectos

La primera parte de la metodología, “Crear,” se encarga de determinar los objetivos del negocio, crear propuestas de proyectos y establecer un flujo de trabajo. La segunda, “Seleccionar” prioriza los “drivers” del negocio y de los proyectos y selecciona el portafolio óptimo considerando las restricciones. El último punto metodológico “gestionar” controla y reporta a los niveles de proyecto, programa y portafolio. (Figura 3.11)

**Figura 3.11. Metodología PPM**

	CREAR		SELECCIONAR		GESTIONAR	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de los drivers del negocio</li> <li>- Medidas de desempeño KPIs</li> <li>- Creación de los casos de negocio</li> <li>- Alineación del negocio</li> <li>- Análisis Coste/Beneficio</li> <li>- Justificación de la inversión ,ROI, NPV, NPV, TIR, etc.</li> <li>- Definición y revision del caso de negocio</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Priorización de los drivers del negocio</li> <li>- Priorización de proyectos</li> <li>- Análisis de restricciones, objetivas y subjetivas</li> <li>- Optimización del portafolio</li> <li>- Marco de actuación de los proyectos:</li> <li>- Planificación de capacidades, decisiones de suministro, optimización de itinerarios.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reportes de administración</li> <li>- Reportes de proyectos</li> <li>- Reportes Ad-hoc</li> <li>- Seguimiento</li> <li>- Comunicación</li> <li>- Gestión de los resultados</li> </ul>	

Fuente: UMT Consulting, Project & Portfolio Management Consultants, [www.umat.com](http://www.umat.com)

## **EPM**

La administración de proyectos de empresa gestiona los tiempos del proyecto, el ámbito y el presupuesto, y también la alineación de éste con los objetivos del negocio. Es responsable de tareas específicas como la selección del portafolio de proyectos, asignación de presupuesto y recursos, coordinación y estandarización entre los proyectos y sus administradores, administración de recursos centralizados, y reporte a alto nivel de los proyectos y recursos.

En el caso del EPM, la metodología comprende cuatro puntos: Iniciar, implementar, adoptar y entrenar. Estos se conjuntan para permitir:

- Ganar control de todo el portafolio, y no sólo proyectos individuales
- Administrar el fondo de proyectos
- Asegurar colaboración entre equipos
- Optimizar la gestión de proyectos
- Alcanzar alineamiento estratégico

La parte “Iniciar”, se encarga de comenzar la planificación de la implementación del proyecto y definir los objetivos; después la implementación y la integración con los sistemas es responsabilidad de la parte de “Implementación” de la metodología. “Adoptar” define e integra a los procesos del proyecto dentro del marco de actuación y “Entrenar” se encarga de la capacitación de los miembros de la organización para asegurar la adopción exitosa del proyecto. (Figura 3.12)

**Figura 3.12. Metodología EPM**

INICIACIÓN Y OBJETIVOS	IMPLEMENTAR E INTEGRAR	PROCESOS Y MARCO DE ACTUACIÓN	ENTRENAMIENTO Y ADOPCIÓN
Evaluación de la madurez, análisis de brechas	Instalación de sistemas e integración	Desarrollo del proceso del proyecto y del portafolio	Capacitación
Definición de criterios de éxitos y mediciones	Migración de los planes de proyecto existentes	Integración del model de actuación	Gestión del cambio y adopción
Plan del proyecto y entregables	Configuración y personalización	Implementación de mejores prácticas	

Fuente: UMT Consulting, Project & Portfolio Management Consultants, [www.umat.com](http://www.umat.com)

## PMO

Cuando se invierte en proyectos, no siempre se obtienen beneficios, ó estos pueden que no contribuyan a las prioridades de la organización. La función de la oficina de administración de proyectos (PMO) es nivelar economías de escala, promover mejores prácticas y proveer visibilidad de los diferentes estados de esas inversiones. Existen distintos retos que el PMO intenta encarar:

- La cultura organizacional rehúsa aceptar el control centralizado del proyecto
- La gestión de proyectos es efectiva pero con objetivos desviados
- No se puede predecir los costes del proyecto
- Intentos anteriores de implementar Administración de Proyectos no dieron beneficios

Es por lo anterior que en una implementación del PMO debe tomarse en cuenta la cultura y marcos de actuación, desarrollo de habilidades, refinamiento de procesos y estandarización y sistemas de información para soportar la gestión de proyecto.

Existen tres fases claves para lograr la implementación del PMO

- Montaje, la cual consiste de 3 actividades:
  - Evaluación de las capacidades de administración de proyecto existentes
  - Diseño de un nuevo proceso PMO, basado en las nueve capacidades principales PMO
    1. Gestión de la selección.
    2. Gestión del presupuesto y planificación
    3. Gestión del desempeño y beneficio
    4. Gestión del progreso ó avance del proyecto
    5. Gestión del riesgo y dependencias
    6. Gestión del cambio
    7. Gestión de reportes
    8. Gestión de la calidad
    9. Gestión de capacitación
  - Implementación del nuevo proceso PMO
- Operación, la cual se enfoca en correr los procesos y procedimientos implementados en relación con las nueve dimensiones del PMO.
- Transferencia del conocimiento, se asegura de que el conocimiento relacionado a la operatividad del PMO sea transferido al equipo ó departamento responsable, para asegurar una transición suave.

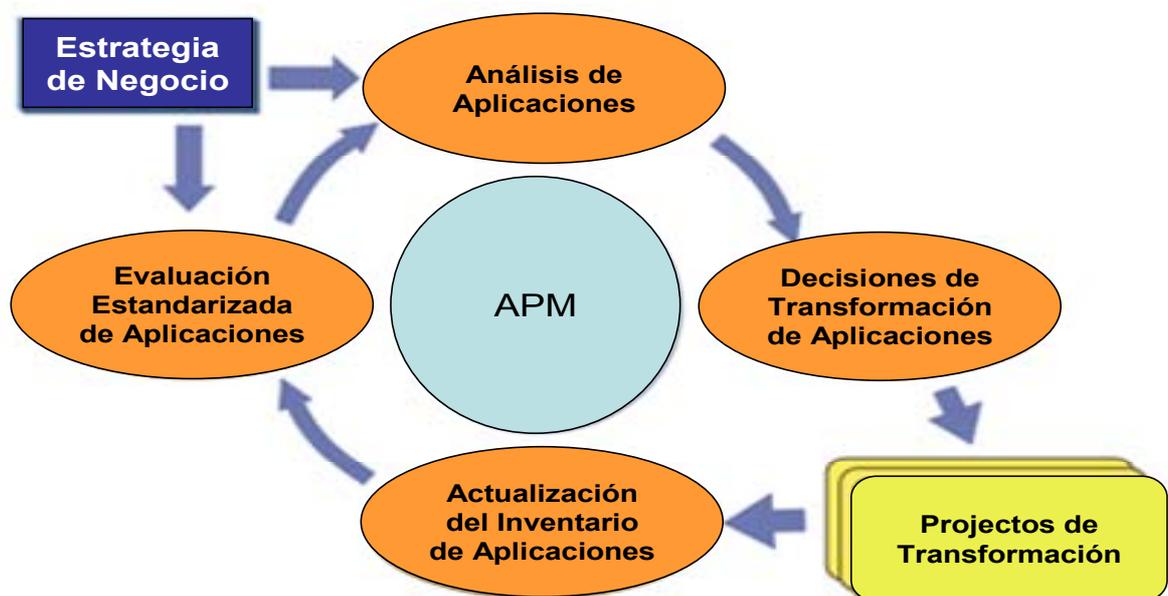
## **APM**

La administración del portafolio de aplicaciones, (APM) es una de las partes más importantes hoy en día en la administración empresarial; el 70% del presupuesto de TI de las empresas se destinan al mantenimiento de las aplicaciones existentes. APM ofrece un marco de evaluación de estas aplicaciones desde las perspectivas de valor de negocio, desempeño, coste, arquitectura y riesgo. Al final ofrece beneficios como:

- Demostrar el valor al negocio, más allá del mero ROI, del presupuesto en mantenimiento de TI
- Aplicar una perspectiva de gestión de portafolio a las aplicaciones
- Establecer un marco de costes a nivel aplicación
- Evalúa y gestiona el riesgo de aplicación con metodología probada
- Identifica y analiza redundancias en las aplicaciones

La metodología APM orquesta la creación de inventarios de aplicaciones, analiza estas, estandariza evaluaciones de aplicaciones y toma decisiones de transformación de aplicaciones basadas en estrategias de negocio y de TI, y lo más importante, en conjunto con el portafolio de proyectos. (Figura 3.13)

**Figura 3.13. Relaciones puntos de metodología APM**



Fuente: UMT Consulting, Project & Portfolio Management Consultants, [www.umat.com](http://www.umat.com)

Al final los objetivos de la metodología APM son:

- Reducir costes de mantenimiento al eliminar redundancias de aplicaciones a través de áreas funciones ó de negocio

- Alinear el portafolio de aplicaciones a los objetivos del negocio y a los estándares de arquitectura
- Capturar información esencial de aplicaciones para mejorar visibilidad, conveniencia y consistencia de la toma de decisiones
- Basar opciones estratégicas en valores cuantitativos del negocio
- Comparar la importancia de los procesos del negocio con el nivel de desempeño y soporte asignado por el portafolio de aplicaciones
- Dar visibilidad a en todos los ámbitos de la compañía sobre las aplicaciones existentes para promover la reutilización y mejores prácticas
- Planificar mapas de aplicaciones con un horizonte de varios años para soportar la planificación y presupuesto del portafolio de proyectos

#### ***4.1.4. Tecnologías de información***

Las tecnologías de información, en cuanto a la cadena de suministro, son parte del área de Sistemas de Información de la Cadena de Suministro (Supply Chain Information Systems, SCIS), estos sistemas comprenden estructuras y arquitecturas, tecnologías y conceptos de gestión.

Para entender los sistemas de información primero tendremos que unificar el concepto de “datos”, el cual es, según Hoffer [29], “la representación almacenada de objetos y eventos que tiene un significado e importancia en el medio ambiente del usuario”, también se define información como “los datos que han sido procesados de manera tal que el conocimiento de la persona que utiliza los datos es incrementado”.

De lo anterior se desprende que un Sistema de Información es un conjunto de personas, datos, procesos, y tecnologías de información que interactúan para recolectar, procesar, almacenar y suministrar la información necesaria para mantener a una organización[30] Consecuentemente, SCIS es un sistema de información el cual suministra la información necesaria para diseñar, planificar y operar las Cadenas de Suministro.

Todos los tipos de sistemas de información caen dentro de la anterior definición, por lo que Sistemas de información de gestión, sistemas de soporte de decisiones, y sistemas expertos, son todos SCIS y, hoy en día virtualmente todos los conceptos y operaciones logísticas y de cadena de suministro de vanguardia utilizan sistemas de información, y por lo tanto tecnologías de información.

Esta última se define, de acuerdo con la Asociación de Información de Tecnología de los Estados Unidos (Information Technology Association of America, ITAA), como la tecnología que permite la capacidad de capturar, procesar, almacenar, emitir, transmitir y recibir datos e información de manera electrónica, incluyendo textos, gráficas, sonido, y video, así como también la habilidad de controlar máquinas de todo tipo electrónicamente.

Las tecnologías de información aplicadas a la Cadena de Suministro, comprenden una vasta gama de soluciones, dentro de las cuales sobresalen, los sistemas de planificación avanzada (Advanced Planning Systems, APS), los sistemas de planificación de recursos empresariales (Enterprise Resource Planning, ERP) y los sistemas de proyección y planificación de la demanda (Forecasting/Demand Planning Systems, DPS).

## **APS**

Un sistema de planificación avanzada APS se distingue por tener potentes características de planificación y programación, más allá de las capacidades de los tradicionales sistemas MRP de los que provienen. Las características principales del APS son la planificación basada en memoria, planificación y optimización simultánea de los recursos, uso de capacidad finita, infinita ó ambas. Las restricciones cubiertas usualmente incluyen materiales, máquinas, personal, herramientas, capacidades de almacén, redes de distribución y transporte. La perspectiva del APS cubre toda la cadena de suministro, y sus áreas funcionales principales son la planificación de la demanda, planificación y programación de manufactura, distribución, y transporte. La planificación y programación provee de optimizaciones en entornos de multi-almacén, multi-planta y multi-país. Las herramientas APS están basadas en principios de teoría

de manufactura sincronizada/restringida. Es un sistema de soporte a la decisión y se relaciona con interfaces para interactuar con sistemas ERPs. [31]

Algunas características del APS más significativas son:

- Programación simultánea en tiempo real, secuenciación y optimización de restricciones/cuellos de botella
- Secuenciación precisa de todos los materiales y recursos de planta, a nivel operativo, en plazos cortos para satisfacer la demanda
- Metodología Drum-Buffer-Rope, “drum” ó avisos para gestionar cuellos de botella a capacidad finita, “buffer” ó tolerancias para solventar cuellos de botella y lograr programaciones robustas, “rope” ó amarrar para sincronizar la entrada de materiales a la planta, programar los NO cuellos de botella a capacidad infinita, y sincronizar con la programación de cuellos de botella.
- Habilidad para gestionar montajes frecuentes con lotes pequeños
- El ámbito incluye multi-instalaciones y la cadena de suministro completa. También incluye capacidades de cálculo de disponible para vender y de planificación de fechas posibles de entrega de pedidos de venta, (available-to-promise, capable-to-promise)

## **ERP**

El término ERP, que describe a los sistemas de planificación de recursos globales de empresas, son una extensión de los conceptos desarrollados en los sistemas MRP y MRP II para la planificación de recursos de producción (materiales, personas e instalaciones). El sistema ERP es una tecnología que provee múltiples módulos de aplicación para soportar la administración del negocio en áreas como finanzas, ventas, abastecimiento, gestión de inventarios, administración de la calidad, diseño de producto, logística, manufactura, recursos humanos y operaciones extendidas de la cadena de suministro.

El ERP es una tecnología que involucra tanto el programa (software) como los procesos de negocio de la organización, el objetivo final es lograr la unión entre los proveedores y los clientes finales a través de la cadena de suministro, esto sólo ocurre cuando el programa (software) está completamente coordinado con los procesos de negocio. El ERP es esencialmente un sistema transaccional, y sus funciones deben interactuar con un sistema de planificación como el APS. (Figura X)

El sistema ERP pretende suministrar a las empresas una mejor visibilidad, comunicación mejorada, reducción de inventarios, reducción de tiempos de respuesta y de ciclos, reducción de gastos de esfuerzos, planificación y proyecciones mejoradas, controles financieros mejorados, reducción de errores y defectos, servicio al cliente mejorado a través de características como único punto de entrada de información, único punto de verdad, (todos tienen la misma información), datos históricos y autoritativos, información inmediata. [32] Para ello necesitan una alta integración interna y una perfecta identidad entre los procesos definidos en el Sistema Informático y los procesos reales de negocio. Este punto es simultáneamente el punto fuerte y débil del ERP, ya que implica rigidez y alta disciplina en la ejecución de los procesos.

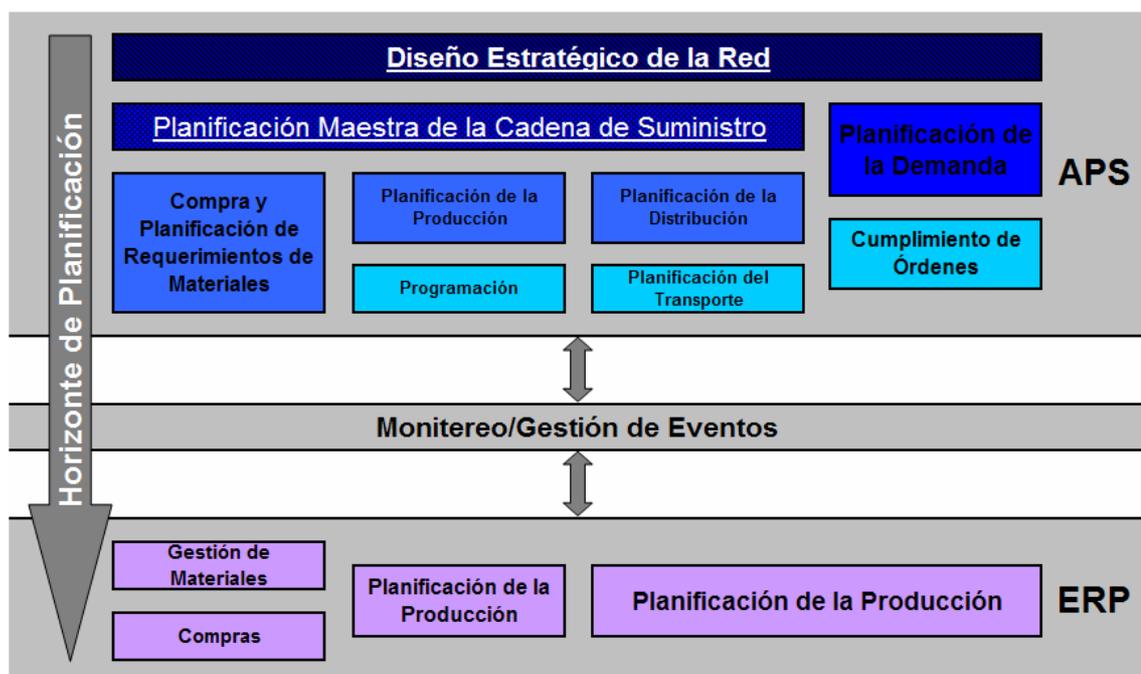
Como hemos mencionado, el sistema ERP consta de varios módulos, sin embargo las compañías pueden decidir no implementar todos, los más implementados son [33]

- Módulo de Planificación de la Producción. Optimiza la utilización de la capacidad, partes, componentes y materiales utilizando datos históricos de producción y estimaciones de ventas.
- Módulo de Compras. Gestiona el abastecimiento de la materia prima requerida, automatiza el proceso de identificación de proveedores potenciales, negociación de precios, asignación de órdenes a proveedores y procesos de facturación. Este módulo está altamente integrado con los módulos de control de inventarios y planificación de la producción.
- Módulo de Control de Inventarios. Facilita el proceso de mantener el nivel apropiado de inventarios en el almacén. Las actividades del control de inventario involucra la identificación de requerimientos de inventarios, definición de

objetivos, proveedor, técnicas de reabastecimiento y opciones, monitoreo de uso de artículos, cotejo de balances de inventario y estatus de reportes de inventario. La integración de este módulo con el de ventas, compras, y finanzas permite al ERP generar reportes de estatus integrados.

- Módulo de Ventas. Implementa las funciones de colocación de órdenes, programación de órdenes, envíos y facturación. El módulo de ventas se integra con los sitios de e-commerce (comercio electrónico) de las organizaciones.
- Módulo de Marketing. Soporta diferentes tipos de tácticas de promociones y publicidad, como e-advertisement (correo electrónico directo, etc.)
- Módulo de Finanzas. Reúne información financiera de varios departamentos funcionales, y general reportes financieros como hoja de balance, contabilidad general, balance de comercio y estados financieros.
- Módulo de Recursos Humanos. Rutinariamente mantienen una base de datos completa de los empleados incluyendo información de contacto, salario, asistencia, evaluaciones de desempeño e historial laboral así como médico.

**Figura 3.14. Interacciones entre los sistemas APS y ERP**



Fuente: *Introduction to supply chain Information Systems*, R. Pibernik Presentation based on Hoffer et al. 2004, p. 5

## **DPS**

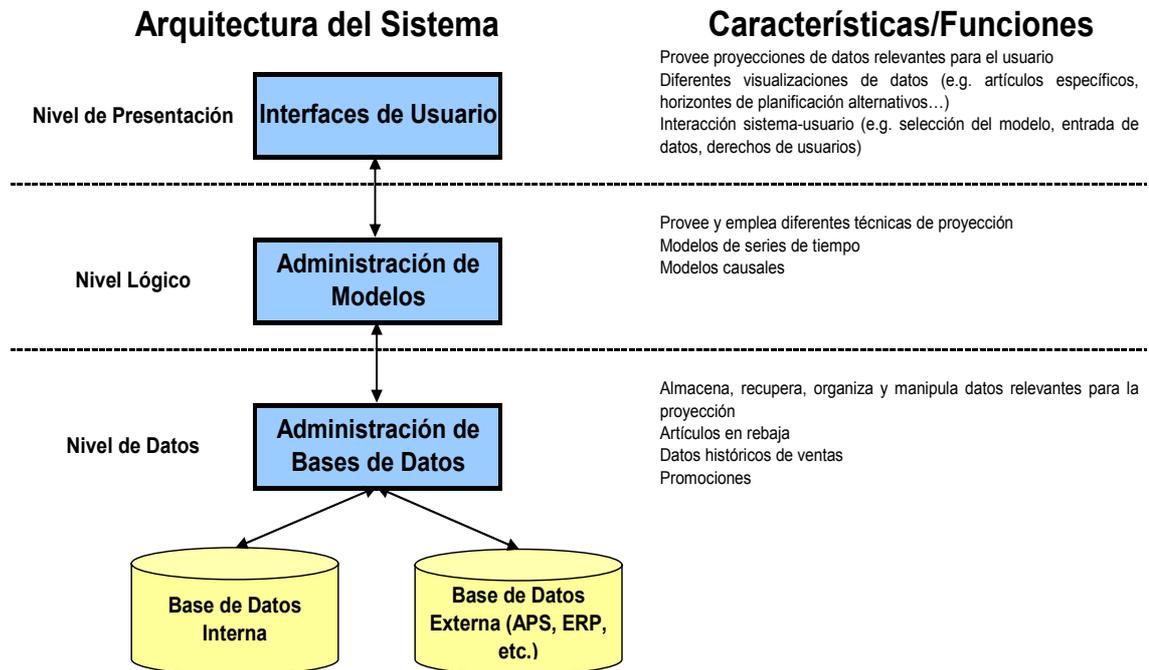
La planificación ó proyección de la demanda es considerado como el guía principal en la Cadena de Suministro; su impacto financiero puede ser muy significativo, ya que la precisión de las proyecciones influyen directamente en:

- Niveles de inventario
- Planificación de operaciones y balanceo de producción
- Asignación de recursos

Los sistemas de proyección y planificación de la demanda, DPS estuvieron basados en algoritmos con un solo nivel de proyección, ahora esto se ha desarrollado a sistemas con capacidades multi-nivel y la habilidad de agregar las proyecciones de abajo hacia arriba (bottom-up) ó en sentido contrario (top-down). La creación de proyecciones estadísticas periódicas, (semanales, mensuales, etc.), usando técnicas avanzadas de modelación, son la materia prima para los procesos de planificación de ventas y operaciones donde las actividades de inteligencia de mercado tales como promociones y planificación de eventos, muestreo y actividades de competencia son críticas para el desarrollo de la organización.

Como hemos visto los DPS se relacionan tanto con los sistemas APS como los ERP, otorgándoles datos procesados de estimaciones de demanda (Figura 3.15)

**Figura 3.15. Arquitectura del sistema de planificación de la demanda**



Fuente: *Introduction to supply chain Information Systems*, R. Pibernik Presentation based on Hoffer et al. 2004, p. 5

## Otros SCIS

Existen otras tecnologías de información aplicadas a la Cadena de Suministro, estas son:

- Sistemas de optimización de inventarios. Sistemas que proporcionan capacidades de cálculo de inventario de único y multi-nivel (multiechelon), dejando a los usuarios la función de ajustar los parámetros para los niveles de servicio y el almacenamiento de seguridad. Esto incluye producto terminado, trabajo en progreso (WIP) y materias primas. Los datos proporcionados se utilizan para otras aplicaciones de planificación de distintas áreas.
- Servicios o aplicaciones basados en Internet (Web-based application/services). Entendiendo Internet como una conjunción de servicios, (correo, web, FT), son aplicaciones que utilizan el servicio web de Internet para enviar información dividida en paquetes (IP Packets) y transportada por aplicaciones cliente-servidor ó cliente-cliente (peer to peer)

- Compras electrónicas (E-Procurement). Es la compra ó venta de bienes y/o servicios a través de Internet u otros sistemas de información, como pueden ser EDI ó el mismo ERP.
- Sistemas de gestión de almacenes (WMS). Gestiona el movimiento y almacenaje de materiales dentro de un almacén, no sólo de manera física, sino incluyendo transacciones, envíos, recepción, localización, y consolidación de pedidos. Su particularidad es la localización del almacenaje con información en tiempo real.
- Intercambio B2B. Sistemas que describen las transacciones comerciales electrónicas entre negocios, (negocio-negocio), es en esencia a través de procesos automatizados entre los socios comerciales. Estos sistemas generalmente son basados en red. (Web-based)
- Sistemas de gestión de transporte (TMS). Sistema responsable de la programación de envíos, gestión de unidades de transporte, modelación y benchmarking de operaciones de transporte, mantenimiento de base de datos, generación de albaranes y facturas de carga, planificación y optimización de carga, selección de transportista y modo de transporte, procesamiento de reclamos de pérdidas y/o daños, gestión de trámites y documentación, (especialmente en envíos internacionales).
- Gestión de relación con cliente (CRM). Son sistemas que se encargan de la captura, almacenaje y análisis de información del cliente, vendedor y socio, así como de información interna. Los aspectos principales del CRM son:
  - Operacional. Automatización de los procesos del cliente, para el soporte del área de ventas de la compañía.
  - Colaborativo. Comunicación directa de la compañía con el cliente, sin la intervención de algún representante de ventas.
  - Analítico. Análisis de la información del cliente.
- Planeación, pronóstico y reabastecimiento colaborativo (CPFR). Facilita la gestión cooperativa del inventario a través de la visibilidad y reabastecimiento de productos a lo largo de la cadena. La información compartida entre proveedores y detallistas ayuda a la planificación y cumplimiento de los requerimientos del cliente.

- Sistema de gestión de eventos en la cadena de suministro. Se enfoca en la gestión de aquellos eventos predecibles ó no predecibles, es parte de los sistemas de administración de proyectos.
- Aplicación de gestión de relación con proveedores (SRM). Este sistema es la contraparte del CRM, habilita a la cadena a gestionar las relaciones con sus proveedores a través la captura, almacenaje y análisis de su información. Ejecuta selecciones de proveedores con base en diferentes criterios, así como planificación de pedidos y auditorías de facturación.
- Aplicación de ingeniería, manufactura y diseño colaborativo de producto. Este sistema realiza la gestión de las actividades propias de la administración del ciclo de vida del producto, (Product Lifecycle Management, PLM); específicamente empleado por compañías de ingeniería manufactureras, que requieren desarrollar, describir, gestionar y comunicar información de sus productos.
- Integración de aplicaciones de de empresa (EAI). Es el sistema que integra aplicaciones como SCM, CRM, Business Intelligence y otras para lograr una ventaja competitiva a nivel financiero y operacional; es básicamente una interfase entre las diferentes aplicaciones de la empresa que, de otra manera, no pueden compartir ó comunicarse datos de manera efectiva. Es una solución a los desarrollos monolíticos, de propósito singular que son aislados para otras aplicaciones.

## **NGI Vs. Internet2**

Existen otras tecnologías que han levantado cierta expectativa en el área de sistemas de información para la cadena de suministro, una de ellas es la llamada Internet2.

Es de conocimiento general la gran influencia que tiene Internet en las actividades de las organizaciones económicas a nivel mundial; según datos del Tecnológico de Michigán [34] cada segundo siete nuevas personas se unen al uso de Internet; los ingresos de la red son aproximadamente de cuatro billones de dólares.

La próxima generación de Internet, (Next Generation Internet) es un proyecto que se desarrolla para solventar y mejorar algunas deficiencias que la red actual contiene. El ámbito se centra en comunicación sensorial (teleinmersión, visual, táctil, olfatoria, sinestética) y confiabilidad y desempeño para aplicaciones de misiones específicas; lo anterior tratará de otorgar predictibilidad y simetría de desempeño, interoperabilidad, integridad de red, transacciones seguras y privadas, habilidad para encontrar personas, objetos y recursos. Sin embargo NGI no es Internet2; este último es desarrollado específicamente para educación e investigación en bandas que circulan a partir de los 50 MB para usuarios privados y hasta los 600 MB para usuarios de organizaciones. La misión de Internet2 es facilitar y coordinar el desarrollo, implementación, operación y transferencia de tecnología de aplicaciones basadas en redes avanzadas para impulsar el avance en investigación y educación superior, así como acelerar la disponibilidad de nuevos servicios y aplicaciones en la red.

Podemos prever que NGI e Internet2 son complementarias e interdependientes, sin embargo las aplicaciones de Internet2 en operatividad de la cadena de suministro de las organizaciones serán de manera indirecta, a través de los resultados de las mencionadas investigaciones. (Tabla 3.3)

**Tabla 3.3. Características de NGI e Internet2**

NGI	Internet2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fondos federales USA</li> <li>• Enfocado a la misión de agencias</li> <li>• I+D en tecnologías avanzadas de redes y demostraciones que conectan a redes industriales y académicas (incluyendo Internet2)</li> <li>• Desarrollo de aplicaciones con propósito general y de agencia específica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidades de investigación y compañías informáticas y comunicaciones</li> <li>• Enfocado a la educación e investigación</li> <li>• Conectividad de vanguardia en la práctica</li> <li>• Implementación de tecnologías de redes y desarrollo de varias aplicaciones</li> </ul>

Fuente: Michigan Tech Internet2, [www.i2mtu.edu](http://www.i2mtu.edu)

#### 4.2. Prácticas transversales

Las aplicaciones actuales en la cadena de suministro, de las tecnologías antes descritas, están enfocadas a conseguir una mayor colaboración entre sus entidades, y mayor aplicabilidad de esas tecnologías. Para obtener información sobre la visión y prioridades de las empresas en el campo de la gestión de la Cadena de Suministro, revisaremos los resultados de un estudio realizado por Computer Sciences Corporation (CSC) y Supply Chain Management Review (SCMR), titulado “The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress” [35]

Este estudio fue realizado a través de cuestionario escrito en América del Norte, Europa, Asia y Australia sobre una muestra de 134 empresas participantes, pertenecientes a 21 sectores como el aeroespacial, detallista, bienes de consumo, alta tecnología y telecomunicaciones. Describiremos algunos resultados de este estudio para sustentar los argumentos de enfoque y aplicación de nuevas tecnologías en la Cadena de Suministro.

CSC propone un modelo de madurez de la cadena el cual consta de 5 niveles:

1. Integración de empresa- Que es funcional y de procesos
2. Excelencia corporativa- Contiene una perspectiva INTRA-compañía

3. Colaboración entre socios- Contiene una perspectiva INTER-compañías
4. Constelación de cadena de valor- Enfoque externo
5. Conectividad completa de la red- Logra un sistema total de negocio

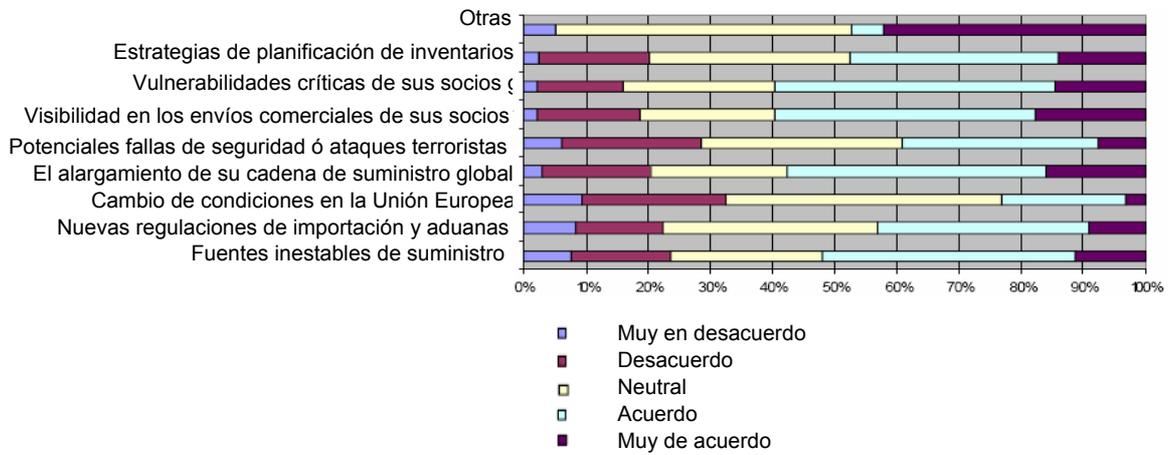
Según el estudio las firmas Asiáticas se sitúan en este modelo como las más altas, seguidas de las europeas y norteamericanas. Sin embargo, el 50% de las compañías se colocan en los niveles I y II. Se concluye también que los niveles IV y V que comprenden la colaboración con socios de negocio para compartir información y conocimiento de manera electrónica y gestionar este conocimiento, todavía no son alcanzados por la gran mayoría de compañías, y precisamente son los determinantes para lograr altos niveles de beneficios que diferenciarán el liderazgo de las Cadenas de Suministro.

Se percibe que las diferentes compañías consideran que la vulnerabilidad de su cadena de suministro es causada mayormente por tres causas principales:

- Vulnerabilidades críticas de sus socios de negocio
- Estrategias de planificación de inventarios
- El alargamiento de su Cadena de Suministro Global

También la visibilidad de envíos hacia/desde sus socios de negocios y la inestabilidad de fuentes de abastecimiento representan una preocupación significativa en estas compañías. (Figura 3.16)

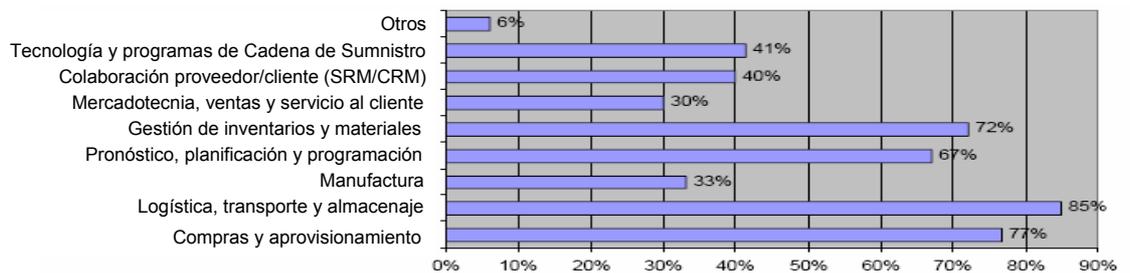
**Figura 3.16. Vulnerabilidad en la cadena de suministro**



Fuente: *The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress, Computer Sciences Corporation-Supply Management Review, 2006*

La representatividad de las funciones de Cadena de Suministro de estas compañías es dominada por las actividades de Logística, Transporte Almacenaje, así como Compras, Aprovisionamientos, Gestión de Inventarios y Materiales y Pronóstico, Planificación y Programación. (Figura 3.17)

**Figura 3.17. Funciones de Cadena de Suministro mayormente incluidas en las organizaciones del estudio**

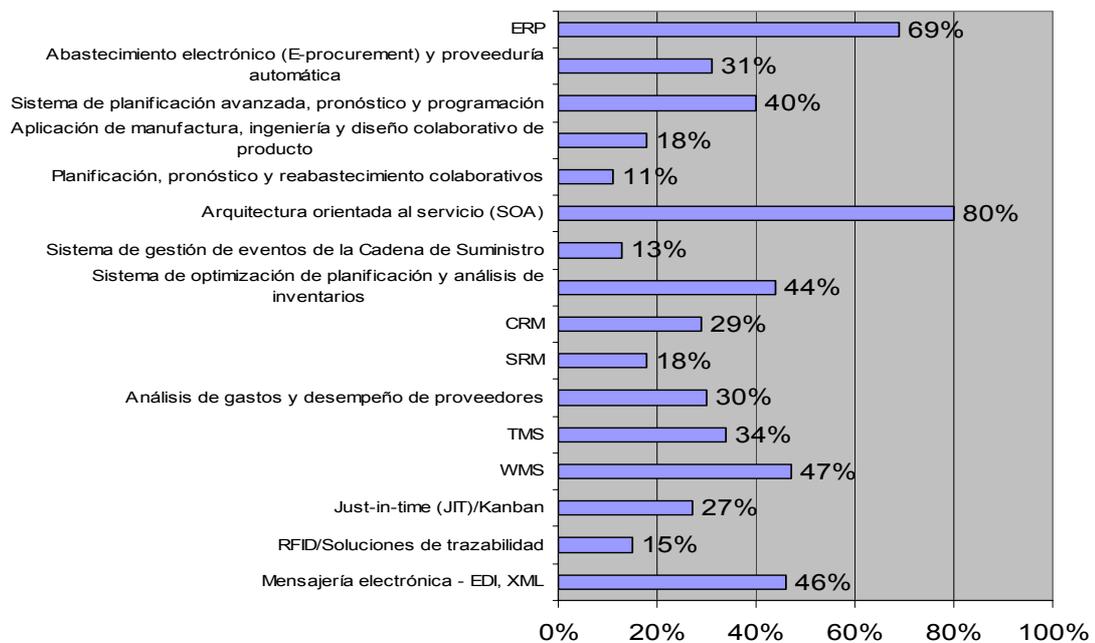


Fuente: *The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress, Computer Sciences Corporation-Supply Management Review, 2006*

Se infiere que las funciones anteriores son en las que inciden las herramientas tecnológicas; éstas son las áreas de aplicación objetivo de las nuevas tecnologías. Actualmente el sistema ERP es el más utilizado para intentar la evolución de la Cadena de Suministro y obtener resultados, como se puede apreciar en la siguiente gráfica, el WMS ó sistema de gestión de almacenes, junto con el APS y otros sistemas de optimización de inventario se encuentran también a la cabeza de las soluciones aplicadas. (Figura 3.18)

También se puede observar que la utilización de RFID con soluciones de trazabilidad es baja, junto con la planificación, pronósticos y reabastecimiento colaborativos, (que forman parte del APS), así como la aplicación de manufactura, ingeniería y diseño colaborativo del producto. Esto confirma el enfoque interno de las operaciones de estas organizaciones (niveles del modelo I y II), aunque contrasta con el alto porcentaje de representatividad que tienen las funciones de Compras y aprovisionamiento y Pronóstico, planificación y programación, las cuales son funciones que implican mayormente una colaboración externa de los socios de negocio.

**Figura 3.18. Herramientas tecnológicas utilizadas actualmente en evolución de la Cadena de Suministro**

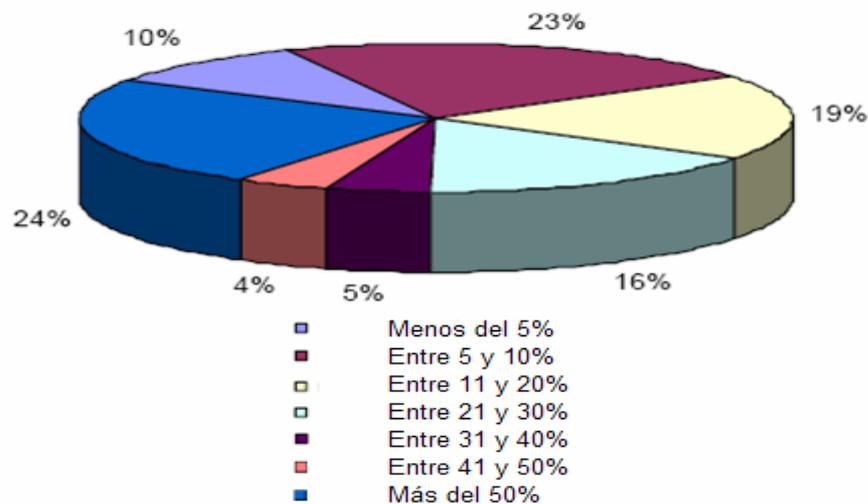


Fuente: *The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress*, Computer Sciences Corporation-Supply Management Review, 2006

El hecho de que la gestión de la Cadena de Suministro sea un área orientada a la eficiencia, incrementa la importancia de destinar los recursos monetarios a las actividades correctas. En este estudio se refleja en primer lugar el alto nivel de coste que suponen la operativa de la cadena de suministros de estas compañías.

El porcentaje más alto de las compañías en cuestión (24%) destina más del 50% de sus ingresos al manejo y actividades de la Cadena de Suministro, seguido de un 4% de las compañías invirtiendo en un rango del 41 al 50% de sus ingresos en esta área, y de un 5% invirtiendo entre el 31 y el 40% (Figura 3.19) esto presenta a la tercera parte de las empresas participantes invirtiendo un mínimo del 31% de sus ingresos en estas actividades.

**Figura 3.19. Gasto en funciones de Cadena de Suministro como porcentaje de ingresos**

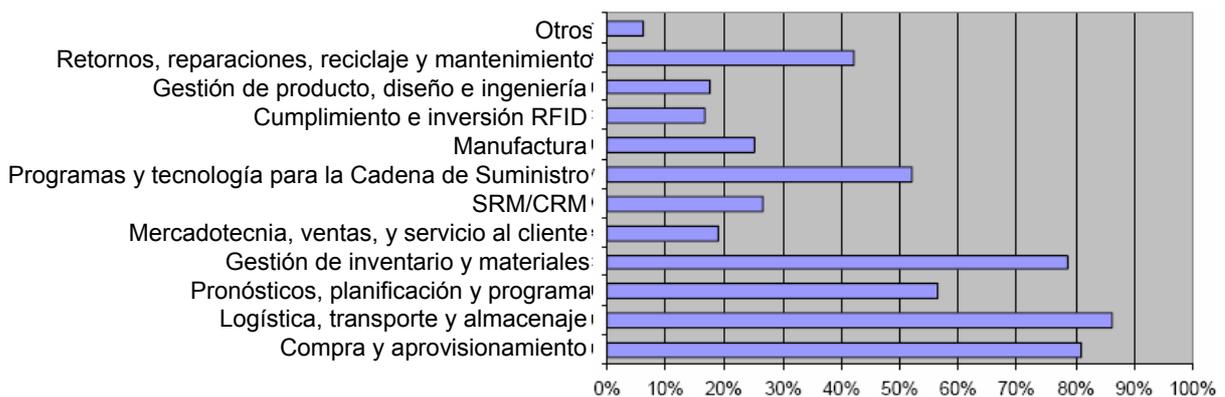


Fuente: *The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress*, Computer Sciences Corporation-Supply Management Review, 2006

La anterior gráfica sustenta la importancia de la Cadena de Suministro en estas compañías, sin embargo no emite ninguna información con respecto a la magnitud de sus diferentes actividades.

La siguiente figura (Figura 3.20) nos permite distinguir el énfasis de inversión en actividades como Logística, transporte y almacenaje, Gestión de inventario y materiales y Compras y aprovisionamientos. Algunas de las anteriores, podemos intuir que se tratan de actividades imprescindibles y necesarias para la función comercial de estas compañías y que no dependen de un criterio basado en visión. Sin embargo, una de las más altas inversiones se da en Pronósticos, planificación y programación, lo cual es una actividad más de planificación y optimización de eficiencia que operativa; lo mismo ocurre con la inversión en programas (software) y tecnología para la Cadena de Suministro.

**Figura 3.20. Costos incluidos en el Gasto en funciones de Cadena de Suministro como porcentaje de ingresos**



Fuente: *The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress*, Computer Sciences Corporation-Supply Management Review, 2006

Una forma de confirmar la anterior inferencia es observando las razones por las cuales las empresas estudiadas piensan invertir en sus Cadenas de Suministro, las dos principales razones por las cuales el mayor porcentaje de empresas (80%) planean invertir en su Cadena de Suministro, tienen como común denominador la búsqueda de ventaja competitiva, la diferencia es la estrategia ó forma de conseguirla. Sólo un 5% de las compañías se basan en el coste de operación, (coste de hacer negocio), y otro tanto (5%) no considera realizar mayores cambios en sus inversiones dado que esperan que sean suficientes para el período inmediato. (Figura 3.21)

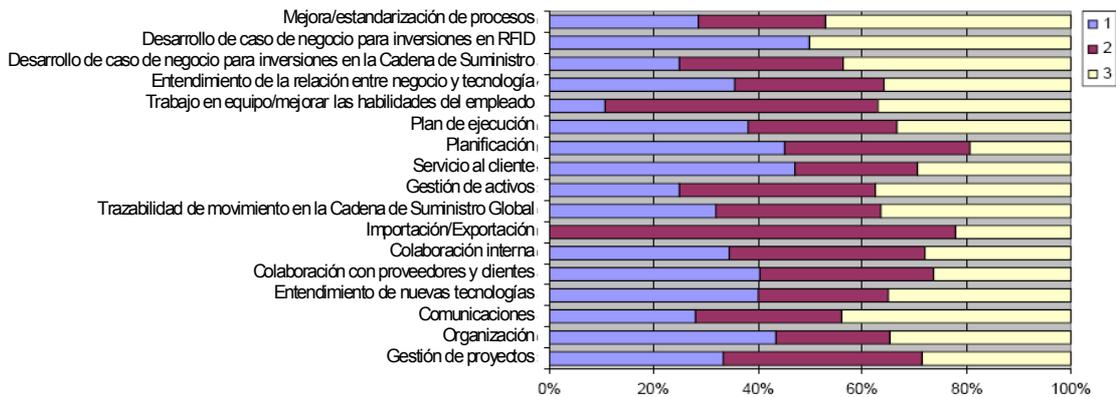
**Figura 3.21. Razones en las perspectivas de inversión a corto plazo de la Cadena de Suministro**



Fuente: *The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress*, Computer Sciences Corporation-Supply Management Review, 2006

Es interesante observar que aunque las tecnologías de trazabilidad no han sobresalido como las de mayor importancia, hasta ahora, en las respuestas dadas por estas empresas; sin embargo, sí las consideran como una de las áreas que tendrán que desarrollar con más fuerza. En la siguiente gráfica podemos observar la prioridad que dan a las diferentes actividades a desarrollar, midiéndolas del 1 al 3, siendo el uno el más alto; observamos que el desarrollo de casos de negocio para las inversiones en RFID se coloca con la más alta prioridad, pero también con el más alto nivel de no prioridad, prácticamente está polarizado en el 50% de las personas considerándolo en el número 1 de atención y el otro 50% como el 3, sin que haya ningún valor 2. También observamos la planificación, y el servicio al cliente como considerados de suma importancia en el orden de necesidad de trabajo, así como el entendimiento de nuevas tecnologías.

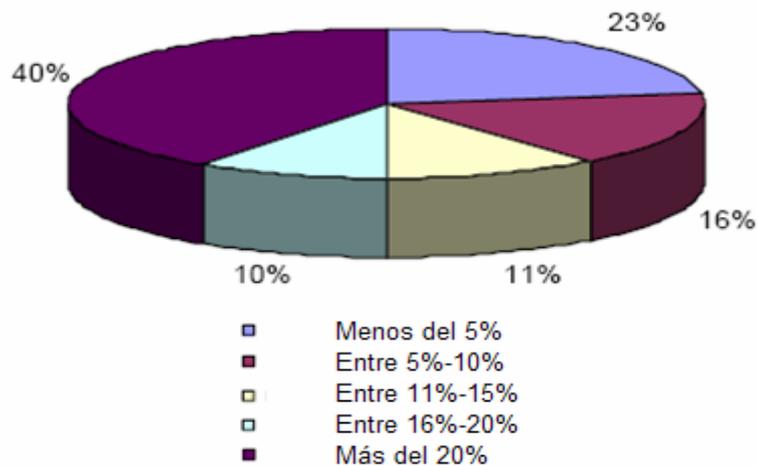
**Figura 3.22. Priorización de necesidades de trabajo en áreas de desarrollo**



Fuente: *The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress, Computer Sciences Corporation-Supply Management Review, 2006*

Por último podemos ver que aunque la importación/exportación no representó una prioridad real de desarrollo para las compañías, aproximadamente en el 40% de ellas esta función representa más del 20% de sus actividades de negocio.

**Figura 3.23. Porcentajes de actividades de Importación/Exportación como parte del negocio en las empresas estudiadas**



Fuente: *The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress, Computer Sciences Corporation-Supply Management Review, 2006*

Podemos resumir que aunque la información obtenida de este estudio parece ser contradictoria en algunos puntos, emite una señal inclinada a algunos de manera específica.

Tomando el sentimiento de causas de vulnerabilidad en las Cadenas de Suministro (planificación de inventarios, alargamiento de la Cadena de Suministro Global, y visibilidad de envíos), basándonos también en que las actividades de estas empresas son mayormente de logística transporte y almacenaje, compras, abastecimiento, gestión de inventarios, pronóstico y planificación; que su inclinación está orientada a lograr una ventaja competitiva a través de inversiones significativas en su Cadena de Suministro en actividades que cada vez más se encuentran en el área de planificación, optimización y colaboración (puntos IV y V del modelo propuesto por CSC), y que, un gran porcentaje de sus actividades comerciales representan una relación con otras entidades alrededor del globo a través del movimiento materiales, (importación/exportación); podemos concluir que las tecnologías que coadyuvarían a la solución de muchas de estas necesidades deberán ofrecer trazabilidad, procesos decisionales integrados a procesos transaccionales y manejo masivo de datos. En otras palabras, el desarrollo tecnológico en la Cadena de Suministro deberá estar enfocado al mayor desarrollo de sistemas de información del movimiento de objetos (materiales, productos, dinero, personas, información, comunicaciones) en la Cadena que puedan proponer líneas de acción efectivas, eficientes y rápidas a los ámbitos pertinentes de la cadena.

## **5. EL ENFOQUE EN LAS TÉCNICAS DE MONITOREO Y TRAZABILIDAD**

### **5.1. Sistemas de Identificación Automática (Auto-ID)**

En el punto anterior pudimos realizar una aproximación a lo que las empresas requieren y buscan en estos momentos, básicamente estos requerimientos se concentran en información correcta, proporcionada de forma adecuada para la toma de decisiones, que ayuden a un mejor control de procesos, mejores planificaciones de manejo de activos, visibilidad a lo largo de la Cadena de Suministro, incremento de comunicación, coordinación y colaboración de las entidades de la Cadena.

Por información correcta entendemos que esta sea información sobre las áreas pertinentes y de interés para realizar un proceso de evaluación, análisis y finalmente de juicio con miras a activar una acción, todo esto dentro de un marco ó criterio empresarial. Proporcionada adecuadamente implica que sea procesada para expresar un significado, comunicada por los medios relevantes al caso y en el momento oportuno. Este tipo de información se relaciona también a diferentes actividades de la Cadena de Suministro, las informaciones [36] que podemos identificar son:

- Trazabilidad
- Situación (lugar y condición)
- Visibilidad de procesos (visualización completa del proceso)
- Horarios
- Flexibilidad (Operación y de reportes)
- Costes

Definiendo trazabilidad como la capacidad para reconstruir el historial de la utilización o la localización de un artículo o producto mediante una identificación registrada (UNE 66.901.92). Como vimos inicialmente en el punto 3, las anteriores informaciones pueden ser proporcionadas por los sistemas de identificación automática Auto-ID. Este conjunto de tecnologías utilizadas por máquinas para identificación de objetos, se

centran en la recopilación automática de datos, intentando suprimir la intervención humana, en los procesos mecánicos de captura y procesamiento, liberando a estos recursos (humanos), para concentrarse en tareas de mayor valor añadido como la toma de decisiones. El objetivo principal de los sistemas Auto-ID es el aumento de eficiencia a través de un incremento en el control de objetos, reduciendo los errores en la entrada de datos y espacios vacíos de información en el historial del objeto a través de una mayor precisión en su captura y un manejo de mayor información por lectura.

Los beneficios específicos de un sistema Auto-ID son tanto para las corporaciones como para los consumidores, estos de manera específica ofrecen principalmente: [37]

- Mayores eficiencias, a través de las combinaciones de capacidades de producción y demanda, así como también reducción de inventarios a través de la reducción de manejo de inventario manual.
- Disponibilidad de producto, al ofrecer a cada productor una verdadera capacidad de producción contra la demanda real (produce-to-demand). Se facilita la eliminación de los excesos de inventario originados por las desviaciones en las previsiones.
- Autenticidad de producto, permitiendo que distribuidores y detallistas pueden confirmar, con una alta precisión la autenticidad de origen de sus los bienes en estanterías.
- Mejor servicio al cliente, facilita la producción de productos ó servicios personalizados contra pedido, la gestión de requerimientos especiales, y la reducción de tiempo y coste de la entrega de los mismos al mercado.
- La codificación de embalajes como cartón, aluminio ó plástico supondrá una simplificación del manejo de desperdicios, reduciendo el esfuerzo necesario para la logística asociada al reciclaje y reutilización.

Como hemos visto, las compañías están inmersas en operaciones de mercado globales, y este índice no se reducirá, sino todo lo contrario; la diferencia competitiva que buscan mayormente se basará en la relativa eficiencia con las que estas empresas gestionen sus respectivas Cadenas de Suministro. Al crear una Cadena inteligente, y

automatizada, (que puede ser responsable de más del 50% de sus inversiones [35] ó hasta un 75% del coste del producto [37]), el Auto-ID puede suponer ahorros de consideración, mientras que ofrecería la capacidad de reaccionar oportunamente a las necesidades de los consumidores suponiendo un aumento en los ingresos al mismo tiempo.

Debido a que el Auto-ID unifica todos los elementos de la Cadena de Suministro, crea un ciclo interactivo y dinámico que parte desde las materias primas hacia la distribución, compras, reciclaje y de regreso a las materias primas y componentes reutilizables. Menos productos podrán ser desechados, y los productores serán capaces de desarrollar productos “amigables” con el medio ambiente basados en retroalimentaciones en tiempo real de algún elemento del ciclo. Los productos dentro de este sistema Auto-ID ofrecerán mayor interacción de información entre los productores, detallistas y consumidores para crear una Cadena de Suministro eficientemente óptima.

Es necesario hacer notar, sin embargo, que los sistemas Auto-ID tienen necesidades por sí mismos. Por un lado necesitan estar integrados en los sistemas de autocontrol; para permitir una mayor transparencia entre operadores han de ser continuos a lo largo de la cadena, de esta manera podrán beneficiar a los distintos operadores económicos, consumidores y de administración. Esta integración deberá ser realizada en las distintas áreas de necesidades de la empresa, esto por ejemplo será necesario con los sistemas de análisis de riesgo (APPCC), sistemas de gestión de la calidad (ISO), y los sistemas de toma de decisiones (ERPs)

Una parte muy importante de requerimientos de los sistemas Auto-ID para lograr la tan solicitada integración, es la estandarización de sus diferentes partes, primero tenemos que aceptar el hecho de que al final no sólo una única tecnología Auto-ID será capaz de resolver los distintos requerimientos de las diversas Cadenas de Suministro. Sin embargo, la tecnología (con sus respectivas modalidades), que está más enfocada a ello es la de radiofrecuencia debido a la tan apreciadas características de lectura sin

contacto y sin línea de visión y la capacidad de manejar relativamente una mayor cantidad de datos.

En el caso de la prometedora tecnología RFID, las distintas estandarizaciones necesarias son:

- Codificación (Codificación Primaria)
- Gestión de Información (Codificación Secundaria)
- Bandas de Frecuencia
- Protección de Datos

En la parte de Codificación ó Codificación Primaria, en RFID el enfoque más prometedor en cuanto a estandarización es el EPC, (Electronic Product Code).

El EPC fue una iniciativa del MIT Auto-ID Center, en colaboración con alrededor de 120 empresas mundiales y laboratorios universitarios. Actualmente el sistema EPC es gestionado por EPC global Inc., un subsidiario de GS1; EPCglobal es la organización encargada de impulsar la adopción e implantación mundial de la Red EPC (EPC Network) a lo largo de todos los sectores. La misión de EPC es global permitir una verdadera visibilidad de la información a nivel artículo en la cadena de suministro. Para ello, desarrolla y supervisa el Código Electrónico de Producto (EPC™), que es un registro mundial de números para los códigos electrónicos de producto en la cadena de suministro. [36]

EPC Code, es un tipo de código que puede identificar a nivel artículo (item), cualquier producto en una cadena de suministro. Es un esquema simple y compacto que puede generar gran cantidad de identificadores únicos.

Este código esta dividido en cuatro partes, el “Header” (encabezado), “EPC Manager” (código de la empresa usuaria de EPC), “Object Class” (clase de objeto), y “Serial Number” (número de serie); el primero hace referencia a la versión de EPC que se está

utilizando, el código de la empresa usuaria de EPC identifica a la compañía que ha fabricado el producto, el tercero es el tipo de producto (puede ser sinónimo de SKU ó referencia), y el número de serie es el número de identificación individual del producto (Figura 4.1).

**Figura 4.1. EPC Code**



Fuente: Seminario Auto-ID ZLC-Log.ID LAB-CREA, presentación 2007. Alberto Blanco, Mario Monsreal

EPC Gen2 (Figura 4.2) es un estándar universal en etiquetas pasivas ITF UHF, adaptado a los principales mercados: EE.UU. Europa y Japón.

Las lecturas de las etiquetas pueden hacerse a gran velocidad (la tasa de lectura de bits es 8 veces más rápida que la de la Gen 1) y con gran fiabilidad. En pruebas efectuadas con productos líquidos, que son particularmente difíciles, se han conseguido leer todas las etiquetas de un palet en más del 99% de casos. El chip de la Gen2 es realmente una prueba de la Ley de Moore: en un cuadrado de 0,75 mm contiene casi el doble de transistores que el microprocesador Intel 8086 del primer PC IBM.

**Figura 4.2. Etiquetas Gen2**



Fuente: Seminario Auto-ID ZLC-Log.ID LAB-CREA, presentación 2007. Alberto Blanco, Mario Monsreal

En la Gestión de Información (Codificación Secundaria), esta es la responsable del manejo de los datos ya capturados y el envío de esta información a los diferentes

sistemas de la empresa. Estos envíos de información implican una necesidad de lenguaje común entre las partes (máquinas) involucradas. Los más significativos actualmente para desarrollar esta función son el XML, EDI y EPC Network.

El XML ó eXtended Markup Language es un lenguaje de intercambio entre sistemas no similares de cualquier tipo de documentos, (archivos de configuración, datos, etc.). Se inició en 1970 por IBM, es en sí un lenguaje no un estándar en sí mismo, que beneficia enormemente a los generadores de estándares.

El EDI (Electronic Data Interchange) es el envío y recepción de documentos con medios telemáticos con el fin de posibilitar su tratamiento automático. Este sistema pretende que el emisor y receptor de un determinado documento comercial sean directamente agentes informáticos, ganando así tiempo y minimización de errores al evitar la intervención humana.

Al necesitar las aplicaciones informáticas un lenguaje común para entenderse. A finales de los 80, se culmina el desarrollo de un estándar internacional: UN/EDIFACT (United Nations Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport).

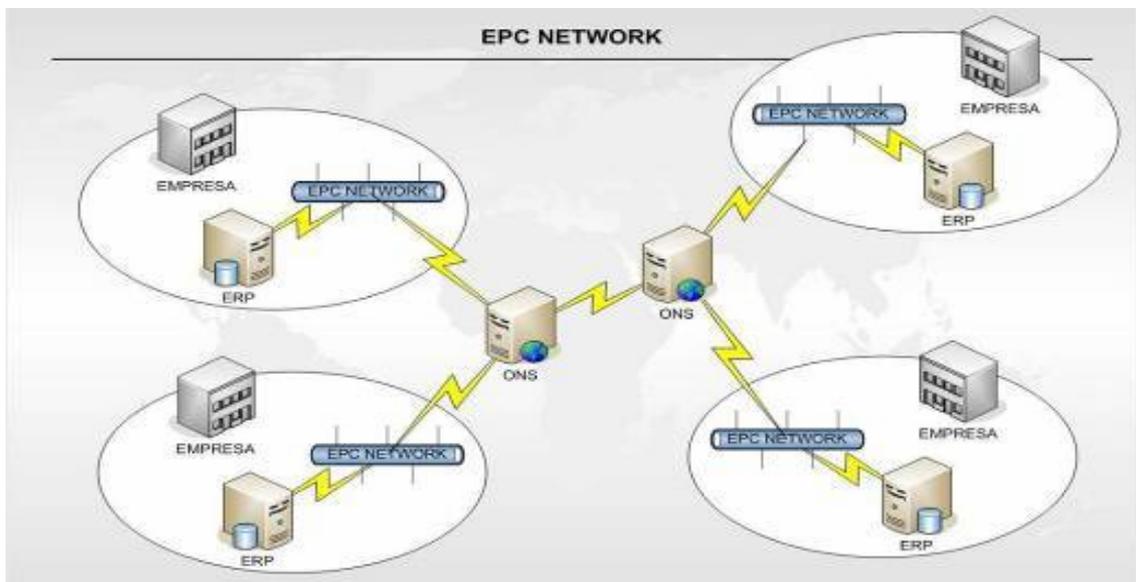
El mismo año en que aparece EDIFACT, la Asamblea General de GS1 determina que la norma estándar internacional EDI debería desarrollarse a partir del estándar EDIFACT. Así nació el proyecto de comunicaciones EDI, hoy conocido bajo las siglas de EANCOM.

La red EPC Network es una colección de las tecnologías que pueden proporcionar la identificación automática en tiempo real, y compartir los datos de un artículo en el propio sistema de una empresa o acceder desde el exterior. El concepto de EPC Network está basado en la tecnología que es usada para buscar y acceder a información relevante en Internet. Las partes del que el EPC Network se compone son:

- Código del Producto Electrónico (EPC).
- Etiqueta EPC: En este sistema la etiqueta ya no es un código de barras, sino un tag (chip de radiofrecuencia unido a una antena). Cada tag contiene un código electrónico de producto único (EPC).

- Lectores EPC: El escáner o lector de código de barras pasa a ser un lector de RFID con una o varias antenas, de forma que en el tránsito de una agrupación de mercancía identificada con EPC a través del rango de un lector de RFID, las antenas activan cada uno de los tags recogiendo simultáneamente la información de productos contenida en cada uno de ellos.
- EPC Middleware: Se trata de una tecnología que gestiona la información de lectura básica para la comunicación con los servicios de información EPC y los sistemas de información de las compañías usuarias.
- EPC IS (Servicios de información EPC ): Estos servicios permiten a los usuarios intercambiar los datos incluidos en el EPC con los socios del mercado a través de la Red EPCglobal
- Servicios Discovery: Son un conjunto de servicios que permite a los usuarios encontrar datos relacionados a un EPC específico y solicitar acceso a los mismos.

**Figura 4.3. EPC Network**



Fuente: Seminario Auto-ID ZLC-Log.ID LAB-CREA, presentación 2007. Alberto Blanco, Mario Monsreal

Las Bandas de Frecuencia, ha sido un impedimento de relación entre la trazabilidad por RFID en entidades locales y transnacionales, es uno de los puntos clave para definir y poder permitir una visibilidad geográficamente global. El principal problema es que las frecuencias de radio son destinadas a múltiples usos: estaciones de radio, televisión, telefonía móvil, sistemas de navegación, aparatos de cocina, satélites. El RFID está recluido a las bandas medias del espectro radioeléctrico mundial.

**Figura 4.4. Frecuencias y estándares**

Banda			Estándar	Observaciones
<135		hHz	ISO 18000-2	
6.765	6.765	MHz		
7.400	8.800	MHz		
13.55	13.57	MHz	ISO 18000-3	Uso común
26.96	27.28	MHz		Sólo aplicaciones especiales
	433.0	MHz	ISO 18000-7	Tags activos en Asia
868.0	870.0	MHz	ISO 18000-6 A/B	Europa
902.0	928.0	MHz	AutoID Class 0/1	Norte América
860.0	960.0	MHz	EPCglobal Gen2	Mundial
2.400	2.483	GHz	ISO 18000-4	
5.725	5.875	GHz	ISO 18000-5	Raramente utilizado para RFID

Fuente: *RFID the next big little thing*; Rob Glidden

La Protección de Datos es un tema de suma importancia para el desarrollo de este tipo de sistemas Auto-ID puesto que es una de las restricciones que más influye en el diseño de la operabilidad de estos sistemas, ya que pueden manejarse datos confidenciales de las empresas y consumidores.

La organización que ha regido, aunque existen varias, la definición de la protección de datos es la Privacy Rights Clearinghouse, Org. A través del “RFID Position Statement of Consumer Privacy and Civil Liberties Organizations” [40], en este documento se determinaron las amenazas, definieron las prácticas de información justa ó (FIPs) y las prácticas prohibidas.

**Amenazas:**

- Colocación oculta de etiquetas. Empacados en productos o documentos sin el conocimiento del portador
- Identificación única de objetos. Cada objeto puede ser identificado y relacionado a su comprador ó portador
- Agregación masiva de datos. Relación de información masiva comercial con información de identificación personal
- Lectores ocultos. Colocados en pisos, alfombras, estanterías, escritorios y contadores sin notificación
- Rastreo y obtención de perfiles individuales. Identidad personal relacionada con un número único de etiqueta RFID

**Principios de Práctica de Información Justa (FIPs):**

- Apertura o transparencia. Se deben hacer públicas las políticas y prácticas que involucran el uso y el mantenimiento de los sistemas RFID, y no debe haber bases de datos secretas
- Especificación del propósito. Se debe notificar el propósito del uso de las etiquetas y lectores
- Limitación de recopilación. La recopilación de información debe ser limitada a la estrictamente necesaria para el propósito establecido
- Responsabilidad. Los usuarios deben ser legalmente responsables del cumplimiento de los principios. Debe haber entidades industriales y gubernamentales en las que los individuos puedan establecer quejas cuando estos principios se violen.
- Garantías de seguridad. Debe haber seguridad e integridad en las transmisiones, bases de datos y accesos de sistema, verificado por un tercero independiente y público.

**Prácticas Prohibidas:**

- Coerción al consumidor a aceptar etiquetas RFID “vivas” ó “dormidas” en los productos que compran
- Prohibición de detección y desactivación, a los consumidores, de etiquetas y lectores RFID en los productos de su propiedad.
- Uso de RFID para rastrear individuos, directa ó indirectamente, sin consentimiento escrito de los mismos.
- Uso de RFID para eliminar o reducir anonimato.

También existen otros puntos a considerar en el desarrollo de un sistema Auto-ID (RFID), el coste ó inversión en el desarrollo es en estos momentos todavía elevado, el nivel de conocimiento interno requerido para su aplicación y eventual ejecución es también alto, y el tiempo de desarrollo es largo. Estos 4 puntos: Estandarización, nivel de inversión, conocimiento interno y tiempo de desarrollo, representan los principales limitaciones directamente relacionadas con un proyecto de implantación Auto-ID (RFID).

Podemos ver que existen necesidades adicionales relacionadas con la operación efectiva de estos sistemas, pero se tratarán en el punto cinco de este documento.

Una investigación de la situación de estos sistemas Auto-ID (RFID) en España será analizada en la siguiente sección de este mismo punto.

**5.2. Las empresas españolas ante los sistemas de Auto-ID**

La aplicación sectorial de los sistemas Auto-ID se puede deducir del estudio realizado por el Log.ID Lab del ZLC (Zaragoza Logistics Center) y AECOC (Asociación Española de Codificación Comercial) en el 2005 [38], “Panorama Actual y Perspectivas de la Identificación por Radiofrecuencia en la Empresa española”. Este estudio se centra en España y pretende la determinación del estado actual y las perspectivas de futuro en el uso de las tecnologías de identificación por radiofrecuencia

en las empresas españolas. Se pretende averiguar cuál es el grado de conocimiento de las empresas españolas acerca de la tecnología RFID, la percepción que dichas empresas tienen del potencial que RFID ofrece y su visión de futuro de cara a la adopción de esta tecnología.

La mecánica de trabajo para la obtención de la información requerida fue la encuesta telefónica. Se eligió este formato con el fin de obtener un mayor grado de respuestas en la muestra de empresas seleccionadas, facilitar el trabajo de respuesta a los encuestados y recibir una contestación más fiable de lo que se pregunta. De la misma forma, la encuesta telefónica permite aclarar cualquier duda que se le presente al entrevistado y anotar matices de respuesta que quiera reflejar.

El principal objetivo del estudio es proporcionar información sobre la actual situación y las perspectivas de futuro en el uso de tecnologías de identificación por radiofrecuencia en las empresas españolas.

Se pretende obtener información sobre cuatro aspectos principales:

- El grado de conocimiento actual de RFID: cómo evalúan las empresas su propio conocimiento en RFID, qué nivel de conocimiento en áreas más específicas de RFID tienen, qué áreas se deben fortalecer dentro de la empresa a nivel de conocimiento de la tecnología, qué departamentos están implicados en la toma de decisiones sobre asuntos de RFID.
- El potencial percibido por las empresas de la tecnología: qué futuro se percibe del RFID, ¿sustituirá al código de barras?, ¿supondrá una ventaja competitiva para aquellas empresas que adopten la tecnología?, qué áreas o procesos de la empresa son las que potencialmente se pueden beneficiar más del uso de la tecnología.
- Las barreras que existen para la adopción: cuáles son los principales problemas a resolver, qué temas son los que más preocupan a las empresas ante la adopción de RFID.

- La planificación existente de la adopción de RFID: qué planes de realización de pilotos RFID hay en la actualidad, qué planes hay sobre el despliegue total de la tecnología.

### **5.2.1. Metodología [38]**

Para la realización del estudio se definieron varios puntos de metodología, estos son el diseño de la muestra (ó selección de muestra), el ámbito (poblacional, geográfico y temporal), diseño del cuestionario, y la recogida y tratamiento de datos.

El diseño de la muestra es una etapa esencial en la investigación. Para seleccionar a los individuos que han de formar parte de una muestra existen dos grupos principales de técnicas: los métodos de muestreo aleatorio y los de muestreo empírico. Los primeros, los de muestreo aleatorio, se basan en el principio de la elección de los individuos al azar. En el muestreo empírico, la selección de los elementos de la muestra se realiza a partir de los criterios fijados por el propio encuestador o investigador. Esto hace que este modelo presente más problemas de validez que en caso del método de muestreo aleatorio, y en él la presencia de sesgos incontrolados es un riesgo constante.

En el caso de esta investigación se optó por el muestreo empírico, que aún teniendo mayor probabilidad de sesgo, aporta mayor precisión. Se incluyeron también los sectores más sensibles a la tecnología RFID a día de hoy, aquellos sectores a los que ofrece un mayor potencial.

El ámbito sectorial de la investigación abarca, basada en la CNAE-93 (Clasificación Nacional de las Actividades Económicas) una clasificación de la industria en los siguientes sectores:

- Industria de alimentación y bebidas
- Industria textil
- Automoción
- Transporte

- Productos farmacéuticos
- Equipos informáticos
- Electrodomésticos
- Industria de otros bienes de consumo
- Grandes superficies

Con el objeto de utilizar muestras de empresas que respetasen la estructura de la industria en la que se centra la investigación, se han adaptado la clasificación de la CNAE-93 y sus cifras totales. Hay 2.942.583 empresas en la industria, destacando los principales sectores que a continuación se detallan, quedan 56.462 empresas, distribuidas de la siguiente manera:

- Industria de alimentación y bebidas (10 ó más trabajadores)
  - Grupos 15, 513 de la CNAE - 11415 empresas, siendo un 20.21% del total de los principales sectores.
- Industria textil
  - Grupos 17, 18, 19, 5116, 5141, 5142 - 16522 empresas, 29.27%
- Automoción (10 ó más trabajadores)
  - Grupo 34 - 890 empresas, 1'58%
- Transporte (10 ó más trabajadores)
  - Grupo 60 - 5.868 empresas, 10'39%
- Productos Farmacéuticos
  - Grupos 244, 5146 - 1775 empresas, 3.14%
- Industria Equipos Informáticos
  - Grupos 30, 5164 - 5914 empresas, 10.48%
- Industria Electrodomésticos
  - Grupos 297, 322, 323, 5143 - 6454 empresas, 11.43%
- Industria de otros bienes de consumo
  - Grupos 245, 5144, 5145 - 6194 empresas, 10.97%

- Grandes superficies (10 ó más trabajadores)
  - Grupo 521 - 1.430 empresas, 2'53%

La unidad a investigar fue la empresa española potencialmente usuaria de la tecnología RFID, así, los subsectores se redujeron, o bien a empresas con 10 ó más trabajadores, o a empresas de venta mayorista. Se ha limitado de esta manera la clasificación para dirigir la investigación a las empresas que de verdad son objeto de ella y obtener una muestra útil al fin último de la investigación. Así no se incluyen a minoristas o talleres artesanales o pequeños comerciantes, que salvo excepciones, no harán uso de la tecnología RFID, y que si se incluyesen en la estructura de la industria, podrían desvirtuar los resultados finales.

Se estudian dos muestras diferenciadas:

156 empresas elegidas aleatoriamente pertenecientes a los sectores de la industria que se han determinado previamente, utilicen en la actualidad o no la tecnología RFID.

#### **(Empresas aleatorias)**

84 empresas que habían manifestado un interés previo en la tecnología, hayan adoptado RFID o no. Estas empresas se eligieron aleatoriamente y también siguiendo, en la medida de lo posible, la estructura anteriormente mencionada de una base de datos proporcionada por AECOC en la que hay una relación de empresas que han asistido a cursos, conferencias o seminarios sobre RFID organizados por la misma empresa.

#### **(Empresas implicadas)**

En ambos casos, tanto en la muestra de 156 empresas, como en la de 84, se hace un muestreo estratificado, dividiendo la población en un número de estratos ó niveles, en este caso los 9 sectores determinados, tal que los elementos sean homogéneos dentro del estrato y heterogéneos entre sí. La muestra total está configurada por la suma total de cada estrato. En ambas muestras, para seleccionar el tamaño de cada submuestra se ha utilizado el método de afijación proporcional, reconstruyendo en ambas muestras la misma distribución sectorial de la industria que anteriormente se identifica. Se procuró

respetar las proporciones reales en la medida de lo posible, aunque se ajustaron los porcentajes para que algunos sectores queden representados suficientemente (aunque esto suponga elevar el porcentaje de participación enormemente).

El ámbito geográfico al que se aplicó esta encuesta es todo el territorio nacional de España.

El ámbito temporal de la investigación abarcó un periodo de ocho meses entre junio de 2005 y Febrero del 2006, iniciando con la delimitación del alcance y definición de los objetivos de la investigación hasta la presentación del estudio, evaluación de resultados y redacción de informes.

El tipo de cuestionario elegido para esta investigación, es desarrollado a partir de los objetivos principales establecidos para la investigación y dividiendo el cuestionario en cinco bloques principales, los cuatro primeros bloques corresponden a cada uno de los objetivos establecidos y hay un último bloque de datos de la empresa. El cuestionario va de lo más general a lo más específico. Los bloques son:

- Conocimiento de la tecnología RFID: este primer bloque pretende obtener información sobre el grado de conocimiento de la empresa española en materia de RFID. Está dividido en dos subapartados:
  - Conocimiento general: se analiza a nivel general el grado de conocimiento de RFID de la empresa, cómo ha adquirido ese conocimiento, si destinan recursos a adquirir esos conocimientos, en qué departamentos ese conocimiento es mayor.
  - Conocimiento específico: se analiza el dominio en materia de RFID a un nivel superior, más técnico. Se pretende buscar la relación entre el grado de conocimiento de la tecnología RFID con el grado de desarrollo tecnológico de la empresa. Los resultados aquí obtenidos se contrastarán con los del conocimiento general, dando una visión general del estado del conocimiento sobre la tecnología en las empresa

- **Potencial y requerimientos de RFID:** en este bloque se intenta obtener información del grado de motivación que tienen las empresas para la implementación de RFID. Se divide el bloque en dos partes:
  - **Visión general sobre la adopción de RFID:** pretende ahondar en los sentimientos de la empresa hacia la implantación de RFID, desde qué tipos de beneficios esperan, hasta las posibles presiones para su implantación por parte de sus clientes.
  - **Potencial de RFID:** pretende evaluar la percepción que tiene la empresa sobre el potencial de beneficio de RFID en diferentes procesos o actividades de la empresa.
- **Problemas en la adopción de RFID:** en este bloque se plantean los problemas más comunes que puede haber a la hora de implantar RFID, se pretende conocer el grado de rechazo a la implantación de la tecnología debido a estos inconvenientes.
- **Proyectos RFID ejecutados y planificados:** en el cuarto bloque se pretende averiguar si las empresas tienen experiencia en el uso de la tecnología RFID, o si tienen algún tipo de proyecto en curso o planificado para un futuro. Este punto se relaciona con la percepción del potencial de RFID que las empresas tengan. A un nivel más concreto, se busca información de si la empresa tiene destinado parte de sus presupuestos para el desarrollo de RFID, o para su implantación o para algún tipo de actividad relacionada con el tema.
- **Datos de la empresa:** éste último bloque puede ayudar a dar resultados en función de los diferentes sectores a los que pertenezca cada empresa, o en función del nivel de facturación, o del número de referencias si las respuestas obtenidas son consistentes. Este subapartado de datos está situado dentro del cuestionario al final de éste por un motivo, el hecho de empezar una encuesta preguntando datos personales o sobre una empresa, preguntando cifras, incluso aunque se asegure que los datos son confidenciales y que no se hacen públicos, genera cierta desconfianza, por esto, en general, las preguntas sobre datos se sitúan al final del cuestionario. Se pregunta sobre dos tipos de datos:

- Datos generales de la empresa
- Datos logísticos de la empresa

El tipo de preguntas por el que se ha optado mayormente, ha sido el de preguntas cerradas. Este tipo de preguntas sólo contiene la pregunta y establece previamente las diferentes respuestas. Para esta categoría de pregunta se presentan básicamente dos modelos de preguntas, cada uno con sus variaciones: preguntas dicotómicas-múltiples y preguntas de escalas.

Respecto a los métodos de codificación se distinguen en este caso dos alternativas, en función de si las preguntas son cerradas o abiertas. En el caso del cuestionario diseñado y en función de los objetivos perseguidos se han utilizado tanto preguntas dicotómicas y múltiples, como preguntas de escala, en concreto una gran parte del cuestionario consta de preguntas que se han codificado numéricamente, de 1 (puntuación más baja en todos los casos) a 6 (puntuación más alta en todos los casos). Otro tipo de preguntas cerradas utilizadas, ha sido dicotómicas con respuestas si o no. La razón de elegir este tipo de preguntas, es la obtención de una información sencilla de codificar, facilitando así el proceso de análisis.

No obstante, en algunos casos se ha dado paso a la pregunta abierta. Son importantes para conocer el marco de referencia del encuestado y para redactar después las alternativas a ofrecer en las preguntas cerradas. Por su mayor dificultad de análisis se usa en aquellos casos en los que previsiblemente no se podía estandarizar una respuesta y cuyo valor informativo era alto. Estas preguntas abiertas en la mayoría de los casos del cuestionario en concreto, han ido complementando a una pregunta cerrada previa.

### **5.2.2. Resultados**

#### **Objetivo 1: Conocer el grado de conocimiento actual de RFID:**

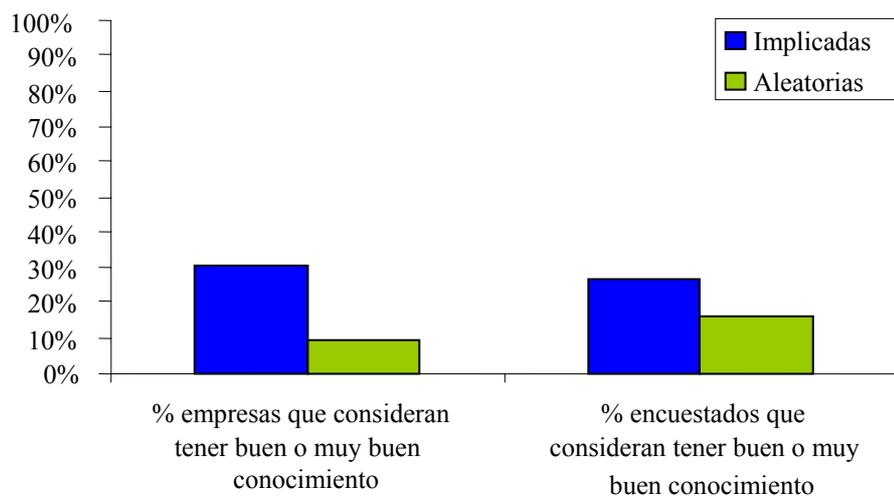
Los resultados dejan ver que en general las empresas no valoran positivamente su nivel de conocimiento general en RFID, aunque hay una clara diferencia entre las empresas

que habían mostrado un interés previo en la tecnología y aquellas empresas de la muestra aleatoria a favor de las primeras. (Figura 4.5) En concreto:

El 9% de las empresas aleatorias considera que tiene un conocimiento bueno o muy bueno en RFID a nivel de empresa, aunque aún es más significativo el hecho de que algo más del 25% de estas empresas afirme no tener ningún conocimiento en la materia.

En el caso de las empresas implicadas, son un 30% de ellas las que consideran que tienen un conocimiento bueno o muy bueno en RFID, y tan sólo el 5% de ellas considera que su conocimiento es nulo en RFID.

**Figura 4.5. Nivel de conocimiento en RFID de las empresas encuestadas**



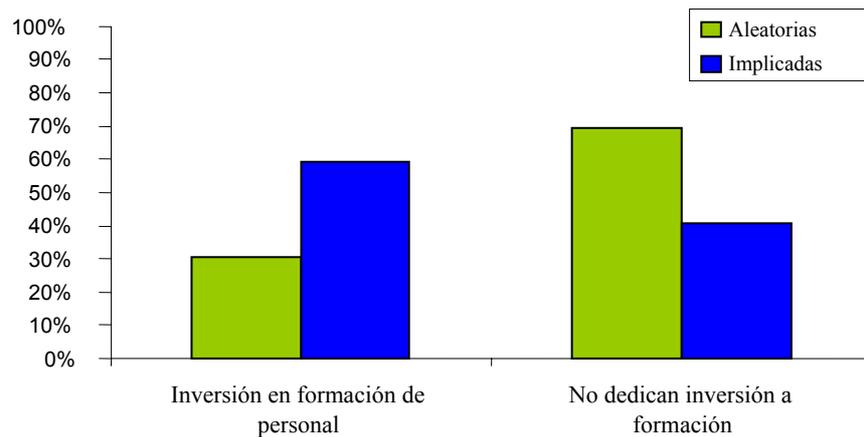
Fuente: "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán

A pesar de no haber un elevado conocimiento, las empresas se han preocupado de invertir en formación de personal en materia de RFID en alguna medida. (Figura 4.6)

El 30% de las empresas aleatorias ha realizado algún tipo de inversión en formación en RFID.

El 59% de las empresas implicadas ha realizado algún tipo de inversión en formación en RFID.

**Figura 4.6. Inversión en formación de personal en materia de RFID de las empresas encuestadas (38)**



Fuente: "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán

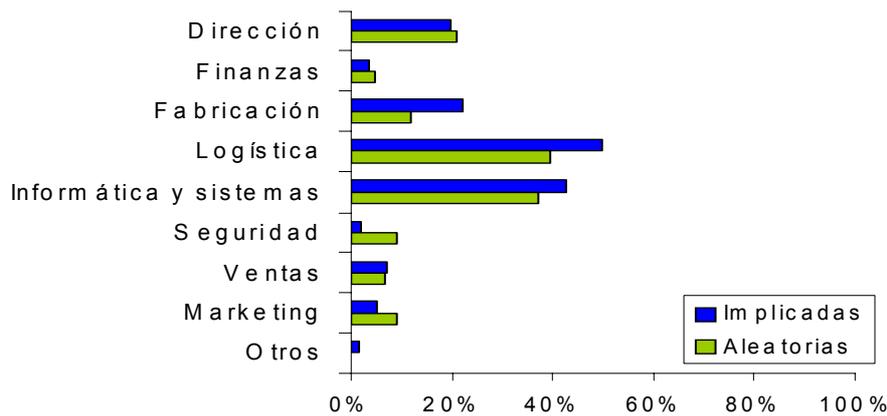
De los sectores estudiados, aquellos que mejor valoran el conocimiento que tienen sobre RFID son el sector textil y sector del transporte.

Se puede concluir, dada la autoevaluación que las propias empresas hacen de su conocimiento de la tecnología RFID, que un elevado número de empresas no están preparadas para poder analizar y aún menos, adoptar la tecnología. Aún así, la formación es fundamental, siendo claro que en el caso de las empresas que han mostrado un interés anterior en la materia, el nivel de formación es superior, han asistido, principalmente, a conferencias y seminarios de RFID y pueden valorar su nivel de conocimiento en la materia de una manera más positiva. La formación para un buen conocimiento será primordial para una futura implantación dentro de la empresa.

Es importante ver en qué grado los diferentes departamentos de la empresa están involucrados en esta materia (conocimiento en RFID). El siguiente gráfico (Figura 4.7)

refleja el porcentaje de empresas donde la responsabilidad e implicación de cada uno de los departamentos es elevado o muy elevado.

**Figura 4.7. Inversión en formación de personal en materia de RFID de las empresas encuestadas**

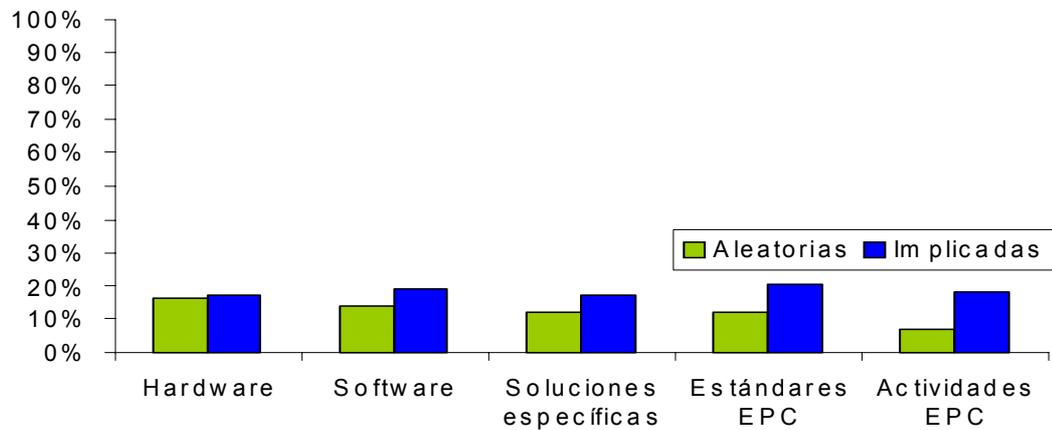


Fuente: "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán

En general se ve una mayor implicación de la parte operativa de la empresa, mientras que la parte ejecutiva se implica en un número mucho menor de empresas. No hay una conciencia en la empresa de que cualquier decisión relativa a RFID sea un asunto concerniente a la empresa en general, está más considerado como un asunto técnico, cuando la decisión de adopción de RFID en una empresa, si ésta ocurriese, sería una decisión estratégica, y como tal involucraría a diversos departamentos, y a la cabeza de estos, la Dirección.

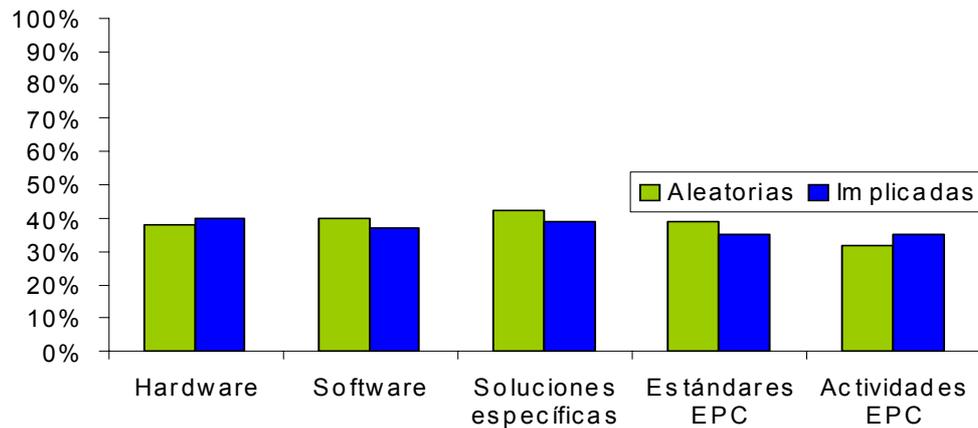
Las empresas también valoraron sus propios niveles de conocimiento en áreas más específicas de RFID, así como la necesidad de mejorar su conocimiento en estas mismas áreas. Gráficamente se observa que en cada una de las áreas, el conocimiento específico es sólo ligeramente mayor en las empresas implicadas. (Figura 4.8, Figura 4.9)

**Figura 4.8. % conocimiento elevado ó muy elevado en materia de RFID de las empresas encuestadas**



Fuente: "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán

**Figura 4.9. % de empresas encuestadas que consideran necesidad de mejora del conocimiento en las áreas mencionadas**



Fuente: "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán

El primer gráfico (Figura 4.8), representa el porcentaje de empresas que valoran su conocimiento en las áreas representadas como bueno o muy bueno. La diferencia de conocimiento en éstas áreas entre ambas muestras no es relevante, aunque se hace más significativa en lo que se refiere a estándares EPC y actividades de EPCglobal.

El segundo gráfico, (Figura 4.9), indica el porcentaje de empresas que creen que la necesidad de mejorar el conocimiento en cada una de esas áreas es muy elevada.

Además de estas áreas de conocimiento específico técnico, las empresas valoraron dos factores claves de conocimiento:

El 19% de las empresas aleatorias y el 30% de las implicadas opinan conocer muy bien el potencial que RFID tiene para mejorar sus procesos.

El 17% de las aleatorias y el 26% de las implicadas opinan conocer muy bien la relación coste/beneficio que la implantación de RFID tiene.

Un último punto importante a conocer dentro de este primer objetivo es quienes son los responsables de la toma de decisiones en materia de RFID. Los principales departamentos altamente involucrados son IT (50% de las aleatorias y 42% de las implicadas) y Logística (39% y 37% respectivamente), dejando ver que en muy pocas ocasiones es la Dirección (20% y 19%) o Finanzas (5% y 3%) quienes tienen responsabilidades en los asuntos concernientes a RFID.

## **Objetivo 2: Conocer el potencial percibido por las empresas de la tecnología**

A pesar de que las empresas en general, tras lo visto en el objetivo 1, no se declaran como grandes conocedoras de la tecnología RFID, hay un optimismo evidente respecto al futuro de su generalización en el uso:

El 53% de las aleatorias y el 61% de las implicadas creen que la tecnología RFID se estandarizará llegando a sustituir al código de barras en un periodo de entre 5 y 10 años.

El 40% de las aleatorias y el 59% de las implicadas piensan en la tecnología RFID como una futura fuente de ventaja competitiva.

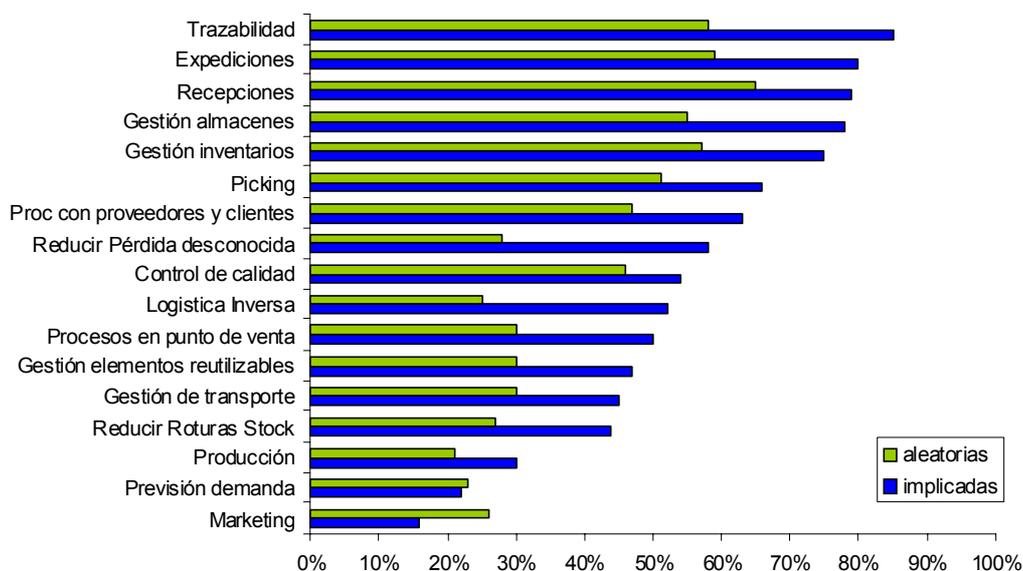
Las empresas que habían mostrado un interés previo por la tecnología son más optimistas en muchos aspectos, aunque también existen otros en los que apenas hay distinción en ambas muestras:

Más del 60% de las empresas creen que RFID mejorará las relaciones en la Cadena de Suministro.

Tan sólo el 20% de las empresas cree que la tecnología vendrá impuesta por los clientes.

Otro punto que importante, es el hecho de que de las empresas aleatorias, un 40% y de las implicadas un 59%, ven la tecnología como una fuente importante de ventaja competitiva. Las empresas puntuaron el potencial de mejora de la eficiencia de diversos procesos y actividades que piensan que hay o que puede haber ante la implantación de tecnología de RFID. (Figura 4.10)

**Figura 4.10. % de empresas encuestadas que consideran al RFID tener gran potencial en las áreas mencionadas**

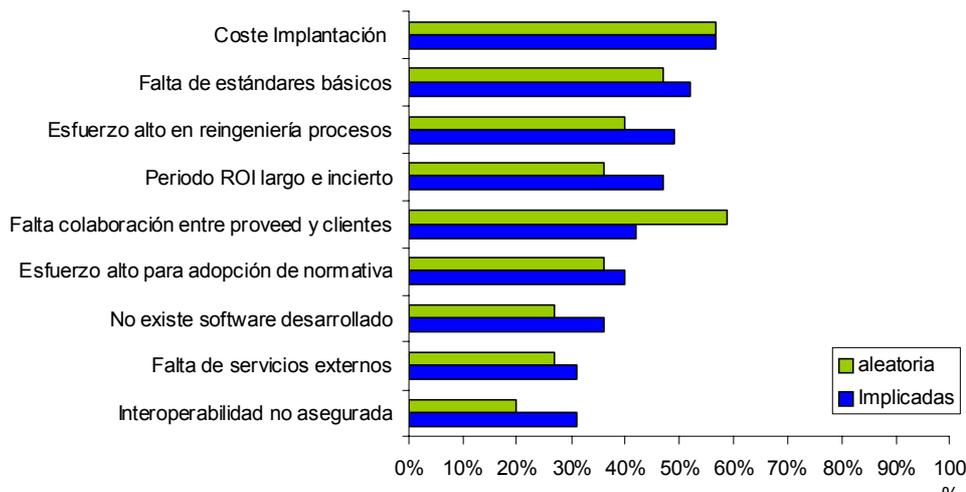


Fuente: "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán

### Objetivo 3: Conocer las barreras que existen para la adopción de RFID

En la gráfica siguiente se representa el porcentaje de empresas que opinaron que los inconvenientes planteados son grandes problemas a la hora de implantar la tecnología. Previsiblemente son los costes los considerados como mayor inconveniente.

**Figura 4.11. % de empresas encuestadas que consideran los temas planteados como impedimentos para la implantación RFID**



Fuente: "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán

Además de los costes como principal problema para más del 50% de las empresas en ambas muestras, destaca el hecho de que las empresas aleatorias ven en más de un 60% de los casos la falta de colaboración entre proveedores y clientes, en el caso de las empresas implicadas, es bastante menor el porcentaje de empresas que ve ese factor como un gran problema para la adopción.

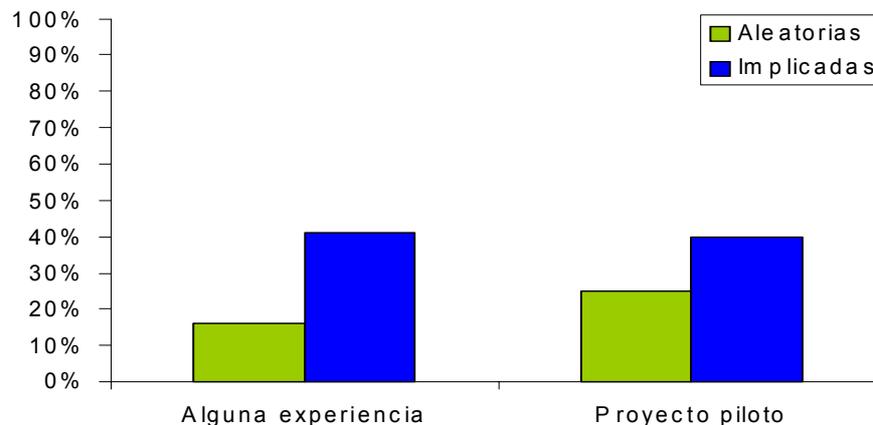
### Objetivo 4: Conocer la planificación existente de la adopción de RFID

Según se manifestó, un gran número de las empresas ha experimentado en alguna medida con la tecnología o planifica proyectos RFID. (Figura 4.12) En concreto:

El 16% de las aleatorias y el 41% de las implicadas han experimentado alguna vez con la tecnología.

El 25% de las aleatorias y el 40% de las implicadas están realizando o tienen planificado un proyecto piloto.

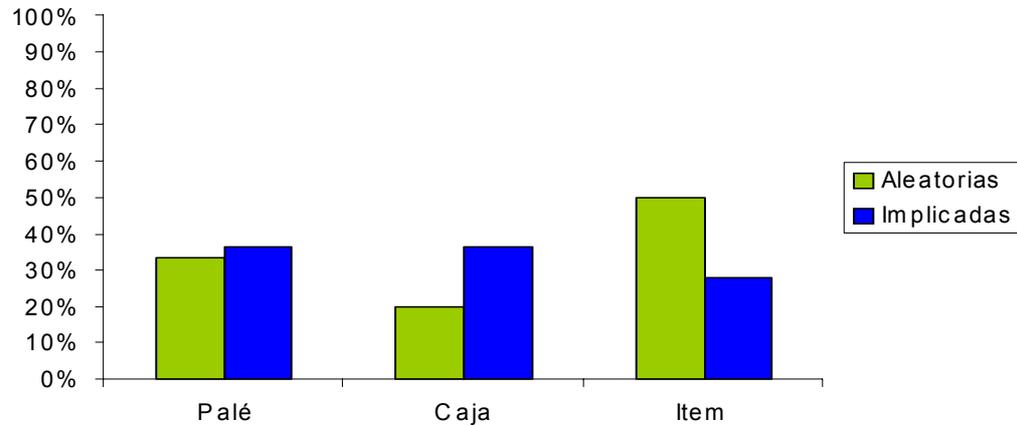
**Figura 4.12. Experiencia en RFID en % de empresas encuestadas**



*Fuente: "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán*

Este elevado número de experiencias con la tecnología le augura un futuro prometedor, sobre todo si se tiene en cuenta que de las experiencias llevadas a cabo en las empresas implicadas, en un 59% de los casos, la instalación o experiencia realizada sigue operativa a día de hoy.

En cuanto al nivel de implementación (Palé, Caja, Item), de las empresas que habían implementado pilotos en sus empresas, tal y como se ve en el gráfico inferior, (Figura 4.13), no hay grandes diferencias entre los diferentes niveles de implementación, en todo caso, las empresas aleatorias han optado más por ir hacia la unidad.

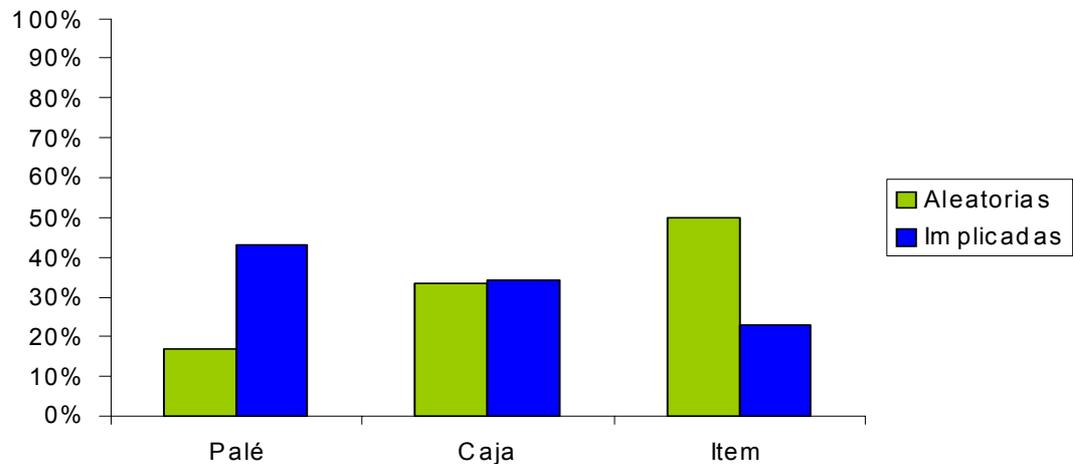
**Figura 4.13. Nivel de implantación RFID en las empresas encuestadas**

Fuente: "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán

Las empresas ven el futuro en la tecnología RFID: El 30% de las aleatorias y el 51% de las implicadas tienen planificada la adopción de RFID en el futuro.

En el caso de la planificación de la adopción de RFID se puede apreciar ciertas diferencias entre las dos muestras de empresas. Mientras las empresas aleatorias tienen un mayor interés en llegar a trabajar con RFID con la unidad de producto, las empresas implicadas se quedan a un nivel inferior, poniendo mayores esperanzas en la identificación de palés mediante RFID.

**Figura 4.14. Nivel planificado de implantación RFID en las empresas encuestadas**



Fuente: "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán

Las áreas donde se pretende implantar RFID son comunes a ambas muestras, las más habituales son:

- La Cadena de Suministro en general
- Almacenes
- Logística
- Producción

Los objetivos con los que las empresas se plantean la implantación de RFID son también comunes a ambas muestras y van en consonancia con el optimismo que se reflejaba en el punto 2. Se destacan entre otros, los siguientes objetivos:

- Gestión de almacenes
- Trazabilidad del producto
- Evitar o minimizar los errores y la pérdida desconocida
- Control de Inventarios
- Calidad

## **6. CONCLUSIÓN Y SUGERENCIAS**

Uno de los problemas de los avances tecnológicos en cualquier ámbito, es el conocimiento real de los mismos; en primera instancia la “noticia” de dichos avances no llega a una gran parte de los interesados, es observable que de la parte “notificada” un bajo porcentaje es la que obtiene un nivel de conocimiento “suficiente” para entender la utilización de dicha tecnología y de este un todavía más bajo porcentaje es el que obtiene un conocimiento especializado para buscar una implantación real. Lo anterior es lo que sucede con las tecnologías aplicadas a la Cadena de Suministro, en específico a la de identificación automática y aún más específicamente a las de RFID. Además, las estructuras de organizaciones basadas en funciones, tienen la desventaja de dejar temas como el de nuevas tecnologías para la Cadena de Suministro, a los departamentos involucrados directamente en su gestión o apoyo, esto deja ver todavía el gran “paradigma” de considerar las funciones de Cadena de Suministro al nivel operativo, en vez de darle la consideración estratégica que requiere para convertirse en un verdadero motor de competitividad.

Dentro de las organizaciones existe la intuición de que la tecnología es un importante pilar para la mejora de su desempeño, sin embargo, distan mucho de poseer un procedimiento suficientemente asertivo para identificar las áreas objetivo ó prioritarias para su aplicación, definir las tecnologías pertinentes y sobre todo realizar el proceso de planificación, implementación y ejecución de las mismas; esto da por resultado información desviada de dichas tecnologías ya que, los casos de “éxito” ó de “fracaso” de estas tecnologías se toman como normas generales, cuando pueden ser casos aislados haciendo que las verdaderas normas generales queden ocultas.

Realizando una rápida recapitulación de las tecnologías descritas en este documento, se pueden divisar desventajas que las hace no aptas a tomar la función de espina dorsal de desarrollo tecnológico en el futuro inmediato. Por parte de las tecnologías ópticas de monitoreo, la necesidad de línea de visión, es una importante limitante que ha arrastrado a lo largo de su desarrollo, sin embargo seguirá jugando un papel complementario para la realización de la trazabilidad total e integral. Las herramientas

de localización, por su lado, son necesarias para la trazabilidad externa principalmente, sin embargo sus limitaciones para funcionar en espacios cerrados las hacen también ser consideradas como complementarias, quizás el Wi-Fi RTLS pueda desempeñar un papel substitutivo, (aunque de cualquier forma es tecnología de RF), pero deberá ser adaptado para funcionar en procesos con “chokepoints” ó secuenciales. La biometría es una herramienta sumamente enfocada a la seguridad, la parte de identificación está siendo desarrollada exclusivamente para humanos con fines casi exclusivos de acceso ó permisos, y las aplicaciones en la Cadena de Suministro se perciben limitadas, desde que vínculos de objetos con información personal pueden resultar igual de eficientes con un coste significativamente menor. Las tecnologías de transporte seguirán formando una parte importantísima en el desarrollo de la Cadena de Suministro, sin embargo su injerencia es sesgada por naturaleza, no contempla todo el espectro de funciones de la Cadena y por lo tanto no podrán gestionarla en su totalidad. Se percibe un avance parco en el desarrollo de nuevos algoritmos de optimización de rutas y el verdadero avance en este sentido será la diseminación de las actuales tecnologías a un mayor número de empresas, casi de igual manera las tecnologías de administración y gestión estarán al alcance de un mayor número de empresas con diferentes niveles de operaciones, en este sentido el papel fundamental de estas dos últimas será el de conseguir una integración intra e inter compañías.

Basándonos en las definiciones, descripciones y datos presentados en las anteriores secciones, se puede concluir que el avance de las organizaciones empresariales actual y en el futuro inmediato estará fuertemente medido por la gestión que se realice en su Cadena de Suministro; de esta gestión, la trazabilidad de objetos forma y formará la columna vertebral, será la proveedora final de información real, precisa, suficiente, oportuna y flexible para la toma de decisiones a los niveles operativos, tácticos y estratégicos, y dará la infraestructura para la ejecución de las acciones que responderán a esas decisiones.

A su vez, dentro de la gama de herramientas que surgen para solventar dicha trazabilidad, la radiofrecuencia y específicamente RFID es la que jugará un papel preponderante por tres razones principales: en primera razón por que aún dentro de su

actual insipiente tiene ya una madurez, que aparte de definir sus capacidades positivas, define algo más importante: sus limitaciones y carencias, las cuales, (y he aquí la segunda razón), pueden ser niveladas ó cubiertas por tecnologías complementarias que están, (y mencionaremos la tercera razón), en proceso de estandarización entre ellas.

El mayor reto de esta herramienta tecnológica es precisamente lograr de manera contundente esa estandarización, debido a que una vez alcanzada, la integración real de la trazabilidad a través de la Cadena de Suministro podrá estar presente, dando por ello una integración real de decisiones y acciones y permitiendo el objetivo primordial de avance y ventaja en competitividad; esto a su vez facilitará la diseminación de conocimiento, tal como anteriores tecnologías exitosas en otros campos son ahora el común de las organizaciones más competitivas. Este reto, no podrá ser logrado sin el apoyo de herramientas informáticas, primeramente por que juegan un gran papel en la estandarización de envíos de información, así como en el desarrollo y desempeño de la propia comunicación de la organización que es imprescindible para un funcionamiento integrado, y por algo muy sencillo aunque algunas veces no tan obvio: al final, la toma de decisiones, directrices y retroalimentación de acciones son básicamente información, y la esencia de la trazabilidad es proveer parte de esa información; esto último, por supuesto implica que la búsqueda de mejora de competitividad a través de la trazabilidad significa necesariamente un aumento del volumen de información manejada, y por tanto un aumento del nivel de procesamiento de esa información, del nivel de almacenaje, y de la velocidad de comunicación de la misma, lo cual es inherente a la “oportunidad” que es una cualidad básica de la información; por lo tanto el desarrollo de sistemas informáticos capaces de adaptarse a los nuevos requerimientos será una necesidad complementaria a la introducción de la tecnología.

**REFERENCIAS**

- [1]. ITtoolbox Supply Chain Knowledge Base, [supplychain.ittoolbox.com](http://supplychain.ittoolbox.com), Nov. 2007
- [2]. Chopra-Meindl
- [3]. Supply Chain Council (SCC)
- [4]. <http://www.aimglobal.org/aimstore/stackedsymbologies.asp#pdf417>
- [5]. [www.quartermaster.army.mil](http://www.quartermaster.army.mil)
- [6]. P.R. Lawrence and J.W. Lorsch, Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration, Harvard Business School Press, Boston, MA (1986)
- [7]. P.K. Bagchi and B.-Ch. Ha, Supply Chain Integration in Europe: A Status Report, The George Washington University School of Business Duques Hall, Washington, DC
- [8]. G. Hamel, Competition for Competence and Inter-partner Learning within International Strategic Alliances, Strategic Management Journal 12(Summer), 83-103 (1991)
- [9]. <http://www.canadianeconomy.gc.ca/english/economy/globalization.html>
- [10]. <http://www1.worldbank.org/economicpolicy/globalization/>
- [11]. G.S. Yip, The Global Strategy, PH 1992
- [12]. Womack, J & Jones, D, **Lean Thinking**, *Simon & Schuster 1996*
- [13]. [www.smartnfc.com](http://www.smartnfc.com)
- [14]. <http://www.nfc-global.com/>
- [15]. RuBee™ & Dot-Tag™ Visibility Networks Presentation, ID World Conference November 2007, [www.visibleassets.com](http://www.visibleassets.com)
- [16]. [www.maxim-ic.com/](http://www.maxim-ic.com/)
- [17]. F.L. Lewis, Wireless Sensor Networks, Advanced Controls, Sensors and MEMS Group Automation and Robotics Research Institute, The University of Texas at Arlington, Ft. Worth, Texas 76118.7115
- [18]. Wi-Fi based RFID and RTLS; enterprise applications and ROI Presentation, ID World Conference November 2007, [www.ekahau.com](http://www.ekahau.com)
- [19]. STRONGTECH, WiFi-Based, Real-Time Location Tracking
- [20]. Geomatics Industry Association of Canada, Ressources naturelles Canada, [www.giac.ca](http://www.giac.ca)
- [21]. GPS Applications in Motion: Moving beyond automatic vehicle location to full enterprise integration Presentation, ID World Conference November 2007, [www.linkspoint.com](http://www.linkspoint.com)
- [22]. Bridgewater State College, <http://webhost.bridgew.edu/>

- [23]. The Role of Biometrics in Identity Theft Presentation, ID World Conference November 2007, International Biometric Group, LCC
- [24]. National Center for State Courts, USA, [www.ncsonline.org](http://www.ncsonline.org)
- [25]. Energy & Transportation in Figures 2006 Part 3: Transport, European Commission Directorate-General for Energy and Transport
- [26]. Vehicle Scheduling and Routing with Drivers' Working Hours, Goel Asvin, MIT-Zaragoza International Logistics Program, Zaragoza Logistics Center, Spain, September 1, 2007
- [27]. La Plataforma Tecnológica Española del Sector de Componentes para Automoción, MEC, Jornada de Sinergias y Oportunidades de colaboración con la PTE HPC- Santiago Noviembre 2007
- [28]. UMT Consulting, Project & Portfolio Management Consultants, [www.umat.com](http://www.umat.com)
- [29]. Introduction to supply chain Information Systems, R. Pibernik Presentation based on Hoffer et al. 2004, p. 5
- [30]. Whitten et al. 2003
- [31]. APS Software Selection Guide [www.homercomputer.com.au](http://www.homercomputer.com.au)
- [32]. ERP Software Information [www.erpandmore.com](http://www.erpandmore.com)
- [33]. Funcional Modules or ERP Software, <http://sysoptima.com/erp/>
- [34]. Michigan Tech Internet2, [www.i2mtu.edu](http://www.i2mtu.edu)
- [35]. The Fourth Annual Global Survey of Supply Chain Progress, Computer Sciences Corporation-Supply Management Review, 2006
- [36]. Seminario Auto-ID ZLC-Log.ID LAB-CREA, presentación 2007. Alberto Blanco, Mario Monsreal
- [37]. The Auto-ID Center, Nov 2005, [http://www.sun.com/solutions/documents/solution-sheets/ls\\_autoid\\_ff.xml](http://www.sun.com/solutions/documents/solution-sheets/ls_autoid_ff.xml)
- [38]. "PANORAMA ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA IDENTIFICACION POR RADIOFRECUENCIA EN LA EMPRESA ESPANOLA", 2005, ZLC-AECOC, Fernando Roldán
- [39]. RFID the next big little thing; Rob Glidden
- [40]. Privacy Rights Clearinghouse, Org