

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA RFID PARA EL CONTROL DEL FONDO
BIBLIOGRAFICO DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UCAB”**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

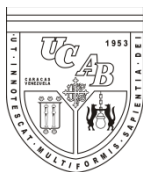
Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR Sergio Sancho Acosta

PROFESOR GUÍA Ing. Alfredo Sánchez-Vegas Pérez

FECHA Caracas, Julio de 2012



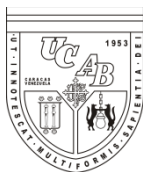
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**“DISEÑO DE UN SISTEMA RFID PARA EL CONTROL DEL FONDO
BIBLIOGRAFICO DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UCAB”**

REALIZADO POR Sergio Sancho Acosta

PROFESOR GUÍA Ing. Alfredo Sánchez-Vegas Pérez

FECHA Caracas, Julio de 2012



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA RFID PARA EL CONTROL DEL FONDO
BIBLIOGRAFICO DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UCAB”**

**Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su
contenido con el resultado:**

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:	Nombre:

REALIZADO POR Sergio Sancho Acosta

PROFESOR GUÍA Ing. Alfredo Sánchez-Vegas Pérez

FECHA Caracas, Julio de 2012

INTRODUCCIÓN

En la era de globalización, el factor tecnológico, particularmente el relacionado con las telecomunicaciones y el Internet, es el que ha propiciado el cambio y la reducción de costos más significativa en todo tipo de empresas y por otra parte, la sociedad de la información ha provocado un acelerado cambio en los servicios de las bibliotecas. Las unidades de información tradicional han ido evolucionando no sólo por la aparición de nuevas tecnologías, sino por la necesidad de trazarse mejoras en los servicios que brindan a los usuarios. El primer servicio electrónico que ofrecieron las bibliotecas universitarias fueron los catálogos automatizados que mostraban información bibliográfica a todos los usuarios del campus universitario. Los viejos muebles que albergaban las fichas de los catálogos fueron desapareciendo de las bibliotecas, no por una forma natural de realizar mejoras en los servicios, sino por una necesidad que permitía a las bibliotecas poder mantener la calidad de sus servicios.

Las bibliotecas no podían albergar físicamente los ficheros catalográficos, sostener la lentitud del proceso de impresión de fichas y, entre tantas cosas, las largas colas detrás de los ficheros en conflicto para realizar una búsqueda infructuosa. Los catálogos automatizados brindaron mejoras en los servicios que permitieron la accesibilidad remota, la consulta concurrente de un mismo registro, la abolición de los horarios de atención, además del beneficio de las referencias hipertextos que derivaron de una mayor calidad de los servicios.

De esta manera, cualquier empresa, organización o institución que posea grandes inventarios requiere de un método para clasificar, almacenar y monitorear sus productos de forma rápida, efectiva, confiable y económica. Se sabe que, cuando estos procesos del inventario son realizados de forma manual, aumenta la probabilidad de que se produzcan errores humanos y se generan problemas de retraso y lentitud así como poca confiabilidad en los datos. Cuando se emplean procedimientos semiautomáticos como, por ejemplo, el sistema de lectura mediante código de barras, es posible reducir la probabilidad de errores humanos por parte del personal encargado, pero la lentitud de los procedimientos seguía siendo un problema.

En ese sentido, con la aparición de la tecnología RIFD (Radio Frequency Identification), muchas bibliotecas se han permitido actualizar su infraestructura tecnológica. Esta tecnología es la ideal para automatizar los procedimientos asociados con el manejo de inventarios, centros de información, etc., pues garantiza la identificación de objetos de forma unívoca, superando el sistema de código de barras. La tecnología RIFD se empleó por primera vez durante la Segunda Guerra Mundial, por la Armada británica, con el fin de identificar a los aviones amigos.

Hoy por hoy, se pueden encontrar sistemas que usan la tecnología RIFD en gran variedad de servicios del ámbito civil y militar, público y privado, tales como la gestión de activos (equipajes, bibliotecas, documentos), identificación de personas (hospitales, parques, prisiones) y de animales, pagos automáticos, etc., por lo que se puede afirmar y predecir que la tecnología tiene un impacto importante sobre la vida diaria de empresas, instituciones y ciudadanos.

En la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), campus Montalbán (Caracas), se construye actualmente un edificio que será la nueva sede para la Biblioteca Central. Esta contará con unos 9.000 m² donde se podrán concentrar los ejemplares distribuidos en depósito, centros e institutos de investigación y planear el mejoramiento de los servicios a los usuarios. Este número de ejemplares hasta los momentos es de 343.883 entre textos, tesis, revistas, CD's, VHS's y diapositivas, el número de usuarios atendidos por la biblioteca asciende a los 23.680 y este número aumenta cada año. La ejecución de este proyecto ofrece la oportunidad de migrar a una tecnología como la RIFD para automatizar la gestión del fondo bibliográfico y los servicios a los usuarios. De esta manera, este Trabajo Especial de Grado (TEG) se enfocó en el Diseño de un sistema RIFD para el control del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB, que permita realizar el monitoreo y control de bienes documentales en forma rápida, eficiente y segura.

La tesis se estructuró en seis (6) capítulos, que se enumeran e identifican a continuación:

I) Planteamiento del Proyecto, en el que se presenta el diagnóstico del problema así como los objetivos, justificación e importancia y la delimitación y los alcances de la problemática.

II) Marco Teórico-Referencial, en donde se exponen los principios teóricos y los antecedentes que fundamentaron la investigación realizada.

III) Diseño y Desarrollo del Proyecto, en el que se explican las etapas y fases de desarrollo del proyecto así como las estrategias aplicadas para cumplir con los objetivos planteados.

IV) Presentación de Resultados, se destaca el producto de cada una de las fases de la investigación.

V) La Propuesta, la cual contiene: la introducción, el diagnóstico, el planteamiento, la fundamentación teórica, los objetivos, el procedimiento metodológico, las actividades y recursos necesarios para su ejecución, descripción general del sistema, de la sala de colección general, el funcionamiento del nuevo sistema, las etapas del proyecto (Sistema RFID), los requerimientos del nuevo sistema: materiales y humanos, el sistema de detección cuando la biblioteca esta abierta, los costos de implementación, la evaluación de la propuesta.

VI) Conclusiones y Recomendaciones, se muestran puntualmente las soluciones dadas al problema planteado y algunas recomendaciones.

Finalmente, la exploración se acompaña de las referencias bibliográficas consultadas a lo largo de la investigación y sus anexos respectivos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

En este capítulo se desarrolla una descripción de la situación planteada para desarrollar el estudio acerca del diseño de un sistema de monitoreo y control del fondo bibliográfico mediante el uso de RFID, en la nueva sede de la Biblioteca Central de la Universidad Católica “Andrés Bello” (UCAB), en la cual parte de una revisión general a una específica y concreta del objeto que trata el problema de investigación.

1.1 Planteamiento del Problema

La Biblioteca Central de la UCAB, actual, se encuentra en el campus de Montalbán, en el edificio donde también funcionan las oficinas del Rectorado, los Vicerrectorados, la Secretaría General, la Administración y el Instituto de Investigaciones Históricas. Como institución ucabista, la Biblioteca ha sido concebida para ofrecer un servicio de información de calidad y excelencia al usuario tanto in situ, como de forma remota, de manera que “apoye e impulse el desarrollo de la comunidad universitaria, dinamice la labor investigativa para la creación de nuevos conocimientos, apoye la docencia como herramienta formadora, con miras a construir y formar recursos humanos capaces de construir sociedades más justas y dignas” (Reseña sobre la misión y visión de la Biblioteca, Disponible: http://www.ucab.edu.ve/Misión_y_Visión.html, p. 3).

Píriz (2008) refiere que, para octubre 2010 la Biblioteca Central de la UCAB, contaba con una colección de 155.372 registros bibliográficos y un total de 343.883 ejemplares. Este fondo está constituido por libros, publicaciones periódicas y oficiales, trabajos de grado y de ascenso, obras de referencia y publicaciones en formatos electrónicos, que se encuentran ubicados y distribuidos en la sala, en el depósito Hermano Salegui y en 12 centros e institutos de investigación de la UCAB, ubicados en diferentes áreas de la universidad. Para gestionar y operar los ejemplares de esa colección, la Biblioteca cuenta, actualmente, con el sistema de base de datos SIBUCAB

(Sistema de Información de Biblioteca) y SIBUCAB XZ, para los libros ubicados en el depósito. Gracias a ese sistema, el proceso de clasificación y catalogación de la colección está centralizado en la Biblioteca Central, incorporando además otras bibliotecas de la UCAB como la del Instituto de Investigaciones Históricas (IIH-UCAB) y el Centro de Medios Audiovisuales.

La Biblioteca Central actual, dispone de cuatro (4) salas principales (General, de Consulta Automatizada, de Reserva y de Referencia) para los servicios de consulta interna y préstamo circulante de la colección así mismo, administra desde 2010, los cubículos de estudio grupal. En el sitio Web de la UCAB, se encuentran los siguientes datos, que revelan la dimensión dinámica de la Biblioteca para octubre 2010:

- Cuenta con una colección de 343.883 obras, esta colección está constituida por: libros, tesis (pre-grado y post-grado), revistas, trabajos de ascenso (de profesores), VHS's, CD's, diapositivas. Dentro de este universo de obras, se resaltan algunos números de interés:

- Un total de 18.000 tesis de post-grado y pre-grado hasta septiembre de 2011, las cuales se encuentran digitalizadas y pueden ser consultadas a través del portal online de la biblioteca desde 1997, así mismo, un total de 25 trabajos de ascenso, los cuales se encuentran digitalizados en su totalidad.

- Doce (12) títulos de revistas publicadas por la UCAB que alcanzan un total de 173 números.

- La colección de libros alcanza un total de 343.883 y 155.372 registros.

- Número de préstamos: unos 22.000 mensuales.

- Finalmente, el número de usuarios externos es de 2.327 y ucabistas: 20.653.

La Biblioteca Central de la UCAB atendió en el 2010 un promedio de 22.980 usuarios al mes, hay que resaltar que este número está en constante aumento.

En el año 2006, bajo la dirección del profesor Emilio Píriz Pérez, actual director de la Biblioteca, se puso en funcionamiento la Biblioteca Virtual UCAB. En este proceso, se digitalizaron las tesis de postgrado y pregrado de la UCAB y las revistas editadas por Publicaciones UCAB y, adicionalmente, se incorporaron al portal una serie de recursos para la búsqueda y consulta de información como las bases de datos online como EBSCO, PROQUEST, DIALNET y Microjuris y el consorcio Agora-Bit, que agrupa

otras 10 bibliotecas, Ágora-bit.com.ve es un portal bajo la responsabilidad de la Biblioteca Central de la Universidad Católica Andrés Bello, cuyo objetivo fundamental es construir una red de conocimientos, con sentido social, donde el usuario pueda localizar la información de una forma rápida y sencilla en las diversas biblioteca que conforman la red y lograr la transformación de la comunidad académica tele espectadora en tele actora, logrando ampliar cualitativamente y cuantitativamente la oferta de servicios de información a la comunidad.

Las ventajas de dicha red son: (a) Eficiente manejo de las colecciones, (b) Información disponible las 24 horas, (c) Acceso a la información sin limitaciones geográficas, (d) Reducido tiempo de espera en el acceso a la información, (e) Capacidad de ofrecer información adicional: fotografías, videos, etc., (f) Facilidad para incluir datos estadísticos y (g) Búsqueda simultánea en varias Bibliotecas. El sistema de control y gestión documental empleado por la Biblioteca es el Documanager, un sistema creado y desarrollado por la empresa MSINFO Sistemas de Información, C. A., e implementado en el período académico comprendido entre los años 2003/2004, que garantiza la gestión de la colección con eficiencia, organización y rapidez y provee una plataforma multiusuario para la consulta del fondo de la Biblioteca desde cualquier lugar, las 24 horas del día.

En previsión del crecimiento continuo del fondo bibliográfico y la mejora de los servicios ofrecidos a los usuarios, ya en el año 2007, durante el período rectoral del Padre Ugalde s. j., se aprobó el plan y diseño de un nuevo edificio como sede de la Biblioteca. La ejecución de este proyecto se hizo factible gracias a los aportes financieros recibidos por la UCAB, a través de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI), de parte de las compañías Veba Oil & Gas Cerro Negro GMBH, BP Venezuela Holdings Limited, Tecniciencia Libros 7 C. A. e Inversiones Mojave C.A. La obra, que comenzó a mediados del año 2008, tendrá una superficie de 9.000 m². Con ello, la Biblioteca contará con un área total de 12.000 m² si se suman los 3.000 m² de la edificación actual. La construcción de la nueva sede de la Biblioteca Central se presenta como la oportunidad para disponer de una instalación moderna y cómoda pero, sobre todo, como la ocasión para seguir modernizando la plataforma tecnológica actual, en lo relacionado con los procesos de gestión, mantenimiento y seguridad de la colección

bibliográfica y de la automatización de los servicios a los usuarios, para darle a estos mayor autonomía, sobre todo en el servicio de préstamo.

Una de las acciones orientada a mejorar la gestión de la colección está relacionada con la implementación de un sistema de identificación por radiofrecuencia RFID. Se trata de una tecnología emergente para este uso particular, el cual está teniendo auge en la actualidad y expectativas de crecimiento por su aplicación en entornos muy diferentes como empresas de ferretería, textiles, control y seguimiento de medicamentos, cadenas de distribución, localización de artículos y personas y sistemas de pago, entre otros. Gómez-Gómez y otros (2007) refieren que, mediante RFID se puede conseguir automatización eliminando errores humanos en la identificación, clasificación y seguimiento de objetos; mejoras en la administración de la información y en la calidad de servicio; incremento en la rentabilidad del negocio y en la eficiencia, reduciendo el tiempo de realización de inventarios, y sobre todo disminuyendo los costes de trabajo, operativos y de producción (p. 320).

Olmo (2008) señala que desde 1999, se viene aplicando con éxito, para la gestión de la colección y la automatización de los servicios al usuario. Unidades de Documentación como la Biblioteca Nacional de Corea, la Biblioteca del Vaticano, la Biblioteca Pública Luís Martín-Santos (Madrid) y la Biblioteca de Ingeniería de la Universidad de Chile pueden considerarse pioneras en esta área. De hecho, son varias las compañías, como Nedap y 3M, que ofrecen actualmente proyectos de implantación de sistemas RFID orientados a los servicios y procesos bibliotecarios.

De esta manera, el RFID permite un control eficiente, en términos de inventario actualizado, localización de los ejemplares bibliográficos y su protección. La tecnología permite reconocer y ubicar cada libro u obra, equipo electrónico, equipo de seguridad, eléctrico o de oficina, de forma automática y, además, almacenar información única de cada uno de ellos. Por tanto, en vista de las ventajas competitivas que ofrece la tecnología RFID para la gestión del volumen de ejemplares y de usuarios en la nueva sede de la Biblioteca Central y frente a los métodos semi automatizados que se emplean en la actualidad, se planteó como Trabajo Especial de Grado, la conversión a RFID. El objetivo es diseñar un sistema, basado en RFID para efectuar el control y monitoreo de la colección de la Biblioteca Central de la UCAB en su nueva sede. Con esta tecnología,

se alcanza una identificación unívoca de cada ejemplar bibliográfico etiquetado en las distintas salas de la nueva sede, permitiendo su inventario de forma rápida y permanente.

También se puede beneficiar el servicio de préstamo mediante el reconocimiento automático de cada obra al momento de su entrega al usuario o cuando éste lo devuelva, lo que genera una considerable reducción del tiempo en comparación con la actualidad. Y, en relación con la seguridad, el sistema RFID evitará que cualquier persona intente sustraer un ejemplar o equipo de las instalaciones de la biblioteca sin previo consentimiento del personal que allí labora e incluso, puede desplazar al sistema de seguridad electromagnético, ya que presenta utilidades adicionales como el control de colecciones fuera del recinto.

Visto desde esta perspectiva, surgieron cada una de las interrogantes relacionadas con el estudio, las cuales responden al qué de la investigación, qué es lo que debe explicarse, cuándo ocurre, etc., siendo las que a continuación se presentan:

¿Cómo recopilar información técnica sobre los sistemas RFID y su aplicación en el ámbito de las bibliotecas y centros de documentación?

¿Cuáles son los dispositivos y equipos necesarios para el control e inventario de los ejemplares bibliográficos en función del conjunto de bienes que serán monitoreados por el sistema diseñado y de las opciones económicamente viables que ofrece el mercado?

¿Cuál es el sistema de control mediante tecnología RFID, abarcando los planos, equipos y conexiones necesarias?

¿Cómo realizar el análisis de los costos totales del sistema RFID diseñado?

¿Cómo ejecutar las pruebas oportunas para demostrar la fiabilidad del sistema diseñado?

1.2 Objetivos del Proyecto

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un sistema basado en el uso de la tecnología RFID, que permita el control y monitoreo del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB en su nueva sede.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información técnica sobre los sistemas RFID y su aplicación en el ámbito de las bibliotecas y centros de documentación.
- Definir los dispositivos y equipos necesarios para el control e inventario de los ejemplares bibliográficos en función del conjunto de bienes que serán monitoreados por el sistema diseñado y de las opciones económicamente viables que ofrece el mercado.
- Diseñar el sistema de control mediante tecnología RFID, abarcando los planos, equipos y conexiones necesarias.
- Realizar el análisis de los costos totales del sistema RFID diseñado.
- Formular una propuesta para el uso de la tecnología RFID, que permita el control y monitoreo del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB en su nueva sede.

1.3 Justificación e Importancia del Proyecto

Un estudio sobre diseñar un sistema basado en el uso de la tecnología RFID, que permita el control y monitoreo del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB en su nueva sede, se justifica, entre otras razones, por la trascendencia que representa el RFID como una tecnología con innumerables aplicaciones, lo que hace que este proyecto sirva como base a todas aquellas personas que en un futuro deseen emplear esta tecnología para hacer de las Universidades y en especial la UCAB, más segura, moderna y eficiente casa de estudios. El manejo y monitoreo del sistema, mejorará los procesos de préstamo de la biblioteca, la conducción óptima de la información necesaria para la elaboración de consultas inherentes a los procesos de préstamo que son pertinentes a dicha biblioteca, permitiendo obtener un feedback entre los usuarios y minimizando las pérdidas que pueda ocasionar la falta de un proceso de gestión adecuado dentro de la organización.

No obstante, como se hizo mención en el planteamiento del problema, la ejecución del proyecto de una nueva sede, ofrece la oportunidad de plantear las mejoras de los procesos de gestión y de los servicios que presta una institución con las dimensiones tan importantes que tiene la Biblioteca Central de la UCAB. Se apuesta por una tecnología muy atractiva y de vanguardia por sus múltiples ventajas y beneficios a largo plazo, a pesar de los costos iniciales y del proceso de instalación del sistema. Lentamente, en Latinoamérica, las bibliotecas se van incorporando a la tecnología RFID, convirtiéndose en lo que se ha llamado “bibliotecas inteligentes” y, pese a que muchas empresas comerciales ofrecen la implementación de ésta tecnología, con este proyecto de Trabajo de Grado se quiere presentar una alternativa de modernidad y actualización tecnológica.

Cabe señalar entonces, que éste estudio resulta relevante, puesto que la misma genera aportes prácticos - teóricos, económicos y sociales, en cuanto a aspectos relacionados con el uso de la tecnología RFID, que permita el control y monitoreo del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB, que logre establecer una comunicación proporcionada entre el personal de la biblioteca y los usuarios. Entonces, nos preguntamos: ¿Por qué vale la pena realizar este proyecto?

El sistema diseñado servirá de plataforma para nuevas aplicaciones como los servicios de auto préstamo, lo que da una mayor autonomía al usuario en un entorno seguro para la colección bibliográfica y los lectores. Tapia (2007) señala que otra característica de RFID es su flexibilidad, toda vez que puede integrarse, prácticamente, con cualquier producto o dispositivo, desde un teléfono celular hasta en la ropa, incluso en implantes en animales y personas, con lo que se impulsarían nuevas formas de interacción. Y añade que, en el futuro, cada vez más productos adoptarán la tecnología RFID por sus ventajas frente al tradicional código de barras. Asimismo, la automatización del manejo de la colección permitirá al personal de la biblioteca liberarse de mucha carga de trabajo, para poder dedicarse a otras tareas como la difusión de la colección, orientación a los usuarios, y demás quehaceres de las unidades de información.

Por otra parte, al diseñar un sistema basado en el uso de la tecnología RFID, que permita el control y monitoreo del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB se obtendrán beneficios en los siguientes aspectos:

1. Teórico y práctico: en lo que concierne al aspecto teórico, facilitará una contribución significativa a la universidad, ya que servirá de basamento para el desarrollo de proposiciones y propuestas relacionadas en la temática a estudiantes de la carrera. Y en lo que respecta a lo práctico, la propuesta describe y compara que el sistema RFID es la tecnología apropiada en la actualidad en lo que atañe al control del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB, en el caso particular, en la nueva sede.

2. Económico: disminución de costos debido a que se evitarán reprocesos en el servicio que ofrece la unidad de información. La biblioteca a través del RFID, empleará una de las herramientas tecnológicas existentes en las organizaciones, a fin de optimizar los procesos y lograr al mismo tiempo racionalizar costos, garantizando una mayor efectividad y eficacia en los pasos desarrollados y, en consecuencia, la gestión se verá fortalecida al tener bien perfilado el proceso de préstamo digitalmente, como también se utilizarán otras herramientas disponibles para difundir la información, etc., que guardan relación con la gestión de la unidad de información.

La importancia de este estudio, se considera una valiosa contribución a la Universidad, ya que se nutrirá la fuente documental y bibliográfica de la misma, cuya información puede ser de utilidad para los actuales y futuros estudiantes e igualmente puede servir de punto de partida para continuar otras investigaciones relacionadas con el tema. Así mismo, será una valiosa contribución a la Biblioteca Central de la UCAB.

En síntesis, el RFID es una tecnología con innumerables aplicaciones, lo que hace que este proyecto sirva como base a todas aquellas personas que en un futuro deseen emplear esta tecnología para la seguridad en unidades de información, es decir, la protección del acervo bibliográfico de la biblioteca de la UCAB, para que sea más segura, moderna y eficiente en lo que a préstamos se refiere.

1.4 Delimitación y Alcances de la Problemática

El área temática en el cual está inserta la presente investigación se enmarca dentro del diseño de un sistema RFID, y dentro de ésta, el control del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB. Desde el punto de vista espacial dicha exploración se realizó en la Biblioteca Central de la UCAB, en Caracas. Su propósito consistió en diseñar un sistema basado en el uso de la tecnología RFID, que permitirá el control y monitoreo del fondo bibliográfico de la unidad de información de la UCAB en su nueva sede, con miras a generar acciones que fortalezcan el control de préstamo. Este estudio quedó delimitado temporalmente entre los meses de octubre 2011 y julio de 2012.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO - REFERENCIAL

Este capítulo se describe el marco referencial o conceptual, en el cual se consideran una serie de precisiones, el cuerpo de conceptos y teorías que sustentan la investigación, para formular y desarrollar parte del estudio con el objeto de cumplir con los objetivos propuestos. Por lo ante expuesto, este capítulo contiene todo lo concerniente a algunos antecedentes de investigación que guardan relación con el desarrollo del estudio, entre esos aspectos se cuentan los siguientes: Antecedentes de la Investigación y Bases Teóricas.

2.1 Antecedentes de la Investigación

Existen numerosos estudios relacionados con la temática expuesta, por consiguiente, se hizo necesaria una revisión de los trabajos afines a objeto de tomarlos como referencia y orientar adecuadamente esta tesis, igualmente tener una visión y alcance más amplio de la investigación. De esta manera, se analizaron los estudios y documentos conexos con el sistema RFID y el préstamo de biblioteca.

De la Cruz, Reyes y Bravo (2010), efectuaron un estudio denominado: *Radiofrecuencia de identificación (RFID): microtecnología de gran impacto*, en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática. En esta investigación se describió el RFID, acrónimo de Radiofrecuencia de Identificación, es un término que se refiere a la identificación automáticamente sin contacto físico de objetos mediante radiofrecuencia (RF). Es una tecnología emergente que tiene el potencial de causar un gran impacto con una eficiencia del 100%, lo que realmente se requiere para que la tecnología sea exitosa. A diferencia del UPC (código único del producto) que utiliza el código de barras, la tecnología RFID utiliza el EPC (código electrónico del producto) que es específico al ítem, no al tipo de producto. Esto implica que cada producto es único en su identificación a pesar de ser el mismo producto. Entre sus aplicaciones actuales abarcan desde sistemas industriales

automatizados, control de acceso, identificación de animales y pasaportes electrónicos hasta aplicaciones médicas, emisión de billetes y seguimiento de existencias.

En la conclusión se puso de relieve la importancia de conocer profundamente el contexto respecto al RFID, la cual se le considera la tecnología emergente más prometedora de los últimos años, que facilitará la gestión de información en todos los ámbitos de negocio, proponiendo nuevas formas de servicio y estilo de vida. Actualmente el código de barras ha cumplido casi treinta años, pero aun sigue siendo la tecnología de identificación más utilizada en todo el mundo, a pesar de todas las ventajas que propone la tecnología RFID frente al código de barra muchas empresas están a la espera que alguna gran compañía se decida y les arrastre hacia esta nueva era, lo que frena a las empresas tiene que ver más con la cultura y la información que con el precio de la RFID. Hay mucha información contradictoria que es una de las barreras en la actualidad para el desarrollo y expansión de la tecnología RFID.

Esta exploración hace una contribución al trabajo, por cuanto actualmente existen muchos sistemas de identificación automática, logrando la tecnología RFID ubicarse entre las más prometedoras. Su pretensión fue mostrar las cualidades de la tecnología RFID mediante un cuadro comparativo frente a sus competidoras más cercanas existentes en el mercado.

Almonacid (2007), desarrolló una investigación titulada: *Estudio de factibilidad para implementar tecnología RFID en biblioteca Miraflores, en la Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Electricidad y Electrónica*. El presente trabajo de titulación, dio respuesta básicamente a dos (2) objetivos: (1) investigar detalladamente los aspectos técnicos y las partes constitutivas del sistema RFID con aplicación en bibliotecas y (2) realizar los estudios necesarios para determinar la factibilidad de una futura implementación de esta tecnología en la biblioteca del Campus Miraflores, de la Universidad Austral de Chile (UACH).

El desarrollo de la tesis, describe y compara técnicamente la tecnología RFID con su antecesora, el código de barras. Se analizó el funcionamiento técnico de la tecnología RFID en la frecuencia de 13.56 MHz, logrando identificar su modo de acoplamiento (lector/etiqueta), codificación, modulación y principalmente el sistema anti-colisión usado por estas etiquetas pasivas. La información presentada provino de una amplia

gama de fuentes, donde destacan principalmente las entrevistas realizadas en las diferentes bibliotecas chilenas en que se ha implementado el sistema de identificación RFID. Además se revisaron publicaciones especializadas en tecnología RFID, manuales y material técnico del equipamiento necesario para construir un sistema de gestión con tecnología RFID.

Concluyó en que luego del amplio estudio realizado se logró plantear una estructura y una propuesta de implementación RFID para la biblioteca Miraflores, así, de esta manera, se entregó una solución al problema de las constantes pérdidas de libros desde estanterías abiertas.

Esta indagación hace un aporte a éste trabajo, por cuanto ofrece una propuesta en base a la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID), para solucionar el actual inconveniente de la biblioteca Miraflores de la Universidad Austral de Chile (UACH), la constante pérdidas de libros desde estanterías abiertas. Es por ello, que este estudio se centró específicamente en este tipo de aplicación, no considerando las variadas opciones existentes para otro tipo de aplicaciones.

2.2 Bases Teóricas o Marco Conceptual

El marco conceptual es el grupo central de conceptos y teorías que se utilizan para formular y desarrollar el argumento de un trabajo especial de grado, por lo que hay que hacer referencia a las ideas básicas que forman la base de las explicaciones y a la revisión bibliográfica que se encuentra en artículos, estudios anteriores y libros especializados sobre la temática de estudio, estos factores son de gran utilidad para elaborar el estudio, de manera que posea cohesión y sea convincente en aras de lograr los objetivos propuestos.

De esta manera se trataron aspectos como; el sistema RFID (Radiofrequency Identification): definición, evolución Histórica de la Tecnología, principios de funcionamiento y componentes, elementos, software, frecuencias y estandarización, características, así mismo, se establece la relación de la tecnología RFID y las bibliotecas, modelo de instalación, ventajas y desventajas, etc.

2.2.1 El Sistema RFID (Radiofrequency Identification): Definición

Los sistemas de identificación se emplean para el manejo de información relativa a las personas y a los objetos, para ellos se utilizan formas de registro magnético, óptico, sonoro e impreso. Por lo general, estos sistemas requieren de dos (2) componentes fundamentales: (1) un elemento codificado que contiene la información (léase, datos procesados siguiendo alguna norma o patrón preestablecido) y (2) un elemento con capacidad de reconocer la información.

Posteriormente, el equipo lector se comunica con una computadora donde se realizan diversos procesos; en primer lugar, los datos son decodificados, esto es, se transforman en información entendible para la computadora. A continuación, la información es verificada, comparada y aceptada para luego realizar alguna decisión lógica. Estos sistemas también son empleados para la identificación de objetos o artículos (también llamados en inglés “ítems”) sobre todo cuando se destinan a usos comerciales. Cuanto mayor es la diversificación, esto es, cuando el número de artículos rebasa la capacidad de clasificación humana, más necesaria es la identificación exacta del producto. De tal manera que el industrial, el comerciante, distribuidor y cliente, conocidos como los elementos integradores de los canales de distribución, puedan reconocer algunas características del producto como su lugar de origen, ubicación y destino, costo y precio de venta, verificación y control, contabilidad y administración, estadísticas e inventarios (Almonacid, 2010).

De esta manera, la tecnología RFID es un sistema de identificación por radiofrecuencia, la cual es utilizada para la captura automática de datos y la identificación electrónica de productos, artículos, componentes, animales, incluso personas, mediante el uso de dispositivos llamados etiquetas o tags. Por otra parte, Portillo, Bermejo y Bernardos (2008, p. 31) destacan que, el RFID (Identificación por Radiofrecuencia) es un método de almacenamiento y recuperación remota de datos, basado en el empleo de etiquetas o “tags” en las que reside la información. RFID se basa en un concepto similar al del sistema de código de barras; la principal diferencia entre ambos reside en que el segundo utiliza señales ópticas para transmitir los datos entre la etiqueta y el lector y RFID, en cambio, emplea señales de radiofrecuencia (en diferentes

bandas dependiendo del tipo de sistema, típicamente 125 KHz, 13,56 MHz, 433-860-960 MHz y 2,45 GHz).

En ese sentido, Gómez-Gómez y otros (2007, ob. cit.) señalan que la explosión de la tecnología se produjo, en los últimos años, por la creación del estándar EPC (Electronic product code, código electrónico de producto). Este código, que normalmente consta de 96 bits, se incluye en las etiquetas RFID y con él, se proporcionan identificadores únicos para 268 millones de empresas, que podrán tener 16 millones de clases de objetos y 6.800 millones de números de serie en cada clase de objeto. El RFID proporciona una individualización a través de un único número ID (ID number). La tecnología por sí misma tiene una gran variedad de aplicaciones, desde tarjetas de identificación que son detectadas o leídas a varios centímetros de distancia del lector RFID, hasta sistemas de autopistas que utilizan etiquetas RFID activas, que pueden iniciar la comunicación con el lector a una distancia de hasta 30 metros.

La forma en que funcionan los sistemas RFID es sencilla. Cuando las etiquetas entran en el área de cobertura de un lector RFID, éste envía una señal para que la etiqueta le transmita la información almacenada en su memoria, habitualmente un código de identificación. La recuperación de la información contenida en la etiqueta se realiza vía radiofrecuencia y sin necesidad de que exista contacto físico o visual (línea de vista) entre el dispositivo lector y las etiquetas, aunque en muchos casos se exige una cierta proximidad de esos elementos. La señal captada por el lector RFID se pasa en formato digital a la aplicación específica que utiliza RFID.

Finalmente, García (2006) destaca que "...aunque los componentes hardware son los responsables de la identificación y la captura de datos, un sistema RFID no es útil sin la capacidad de gestión y manipulación de datos que proporcionan los componentes software" (p. 5), estos comenzaron las primeras actividades comerciales, con la fundación de Sensormatic y Checkpoint, que junto con otras compañías, desarrollaron un equipo de vigilancia electrónica anti-intrusión denominado EAS (Electronic Article Surveillance).

2.2.1.1 Evolución Histórica de la Tecnología RFID

Es complicado establecer un punto de partida claro para la tecnología RFID. La historia de la RFID aparece entrelazada con la del desarrollo de otras tecnologías de comunicaciones a la largo del siglo XX: ordenadores, tecnologías de la información, teléfonos móviles, redes inalámbricas, comunicaciones por satélite, GPS, etc. La existencia actual de aplicaciones viables basadas en RFID se debe al desarrollo progresivo de tres áreas tecnológicas principales:

- *Electrónica de radiofrecuencia*: necesaria para el desarrollo de las antenas y los sistemas de radiofrecuencias presentes en las etiquetas e interrogadoras RFID.

- *Tecnologías de la información*: en su vertiente de computación (en el lector, en la propia etiqueta y en el sistema de información asociado) y en su vertiente de comunicaciones para el envío de información entre etiqueta y lector, y entre lector y sistema de información asociado).

- *Tecnología de materiales*: necesaria para el abaratamiento de las etiquetas. RFID no es una tecnología nueva, sino que lleva existiendo desde 1940. Durante la Segunda Guerra Mundial, los militares estadounidenses utilizaban un sistema de identificación por radiofrecuencia para el reconocimiento e identificación a distancia de los aviones: “Friend or Foe” (amigo o enemigo). Acabada la guerra, los científicos e ingenieros continuaron sus investigaciones sobre estos temas. En octubre de 1948, Harry Stockman publicó un artículo en los Proceedings of the IRE titulado “Communications by Means of Reflected Power”, que se puede considerar como la investigación más cercana al nacimiento de la RFID.

A partir de ese momento, el desarrollo de la tecnología RFID ha sido lento pero constante. Durante la década de los 50 se realizaron multitud de estudios relacionados con la tecnología, principalmente orientados a crear sistemas seguros para su aplicación en minas de carbón, explotaciones petrolíferas, instalaciones nucleares, controles de acceso o sistemas antirrobo. Durante esta época se publicaron dos artículos importantes: “Applications of Microwave Homodyne”, de F. L. Vernon, y “Radio Transmission Systems with Modulatable Passive Responders”, de D. B. Harris.

En los años 60 se profundizó en el desarrollo de la teoría electromagnética y empezaron a aparecer las primeras pruebas de campo, como por ejemplo, la activación remota de dispositivos con batería, la comunicación por radar o los sistemas de identificación interrogación-respuesta. Aparecieron las primeras invenciones con vocación comercial, como “Remotely Activated Radio Frequency Powered Devices”, de Robert Richardson y “Communication by Radar Beams” de Otto Rittenback, “Passive Data.

EAS fue el primer desarrollo de RFID y el que indiscutiblemente se ha venido utilizando más ampliamente. Fue el preludio de la explosión de esta tecnología. Durante los años 70 desarrolladores, inventores, fabricantes, centros de investigación, empresas, instituciones académicas y administración realizaron un activo trabajo de desarrollo de la tecnología, lo que redundó en notables avances, apareciendo las primeras aplicaciones de RFID. A pesar de ello, la tecnología se siguió utilizando de modo restringido y controlado. Grandes empresas como Raytheon, RCA y Fairchild empezaron a desarrollar tecnología de sistemas de identificación electrónica, y en 1978 ya se había desarrollado un transpondedor pasivo de microondas. A finales de esta década ya se había completado una buena parte de la investigación necesaria en electromagnetismo y electrónica para RFID, y la investigación en otros de los componentes necesarios, las tecnologías de la información y las comunicaciones, estaba empezando a dar sus frutos, con la aparición del PC y de ARPANET.

En los años 80 aparecieron nuevas aplicaciones. Fue la década de la completa implementación de la tecnología RFID. Los principales intereses en Estados Unidos estuvieron orientados al transporte, al acceso de personal y, más débilmente, a la identificación de animales. En Europa sí cobró un especial interés el seguimiento de ganado con receptores de identificación por radiofrecuencia como alternativa al marcado. Más tarde también aparecieron los primeros peajes electrónicos. La primera aplicación para aduanas se realizó en 1987, en Noruega, y en 1989 en Dallas. Todos los sistemas eran propietarios, y no existía la interoperabilidad.

Ya en la década de los 90 se tomó conciencia de las enormes posibilidades que podía brindar la explotación de RFID y comenzaron a aparecer los primeros estándares. En Estados Unidos se siguió profundizando en la mejora de los peajes automáticos y la

gestión de autopistas. Mientras tanto en Europa se implementaron aplicaciones RFID para controles de acceso, peajes y otras aplicaciones comerciales. En 1999, un consorcio de empresas fundó el Auto-ID Center en el MIT.

Finalmente, a partir del año 2000 -2010, empezó a quedar claro que el objetivo de desarrollo de etiquetas a 0,05 dólares podría alcanzarse, con lo que la RFID podía convertirse en una tecnología candidata a sustituir a los códigos de barras existentes, de esta manera, en el año 2003 marcó un hito en el desarrollo de la tecnología RFID: Walmart y el Departamento de Defensa (DD) estadounidense decidieron adherirse a la tecnología RFID.

2.2.1.2 Principios de Funcionamiento y Componentes del Sistema RFID

Existe una gran diversidad de sistemas RFID, los cuales pueden satisfacer un amplio abanico de aplicaciones para los que pueden ser utilizados. Sin embargo, a pesar de que los aspectos tecnológicos pueden variar, todos se basan en el mismo principio de funcionamiento, que se describe a continuación, según Portillo, Bermejo y Bernardos (ob. cit., p. 34):

1. Se equipa a todos los objetos a identificar, controlar o seguir, con una etiqueta RFID.
2. La antena del lector o interrogador emite un campo de radiofrecuencia que activa las etiquetas.
3. Cuando una etiqueta ingresa en dicho campo utiliza la energía y la referencia temporal recibidas para realizar la transmisión de los datos almacenados en su memoria. En el caso de etiquetas activas la energía necesaria para la transmisión proviene de la batería de la propia etiqueta.
4. El lector recibe los datos y los envía al ordenador de control para su procesamiento.

Por otra parte, Fumai (2009), Tapia (2007) y García (2006) señalan que los componentes de un sistema RFID, está conformado básicamente por cuatro (4) elementos (véase la *Figura 1: Funcionamiento básico del sistema RFID*), que permiten

de forma secuencial cumplir con el objetivo de identificar y localizar los objetos etiquetados. Esos elementos son:

1) Tags o etiquetas electrónicas: están constituidas por el conjunto de una antena, un pequeño chip de silicio -que contiene un receptor y un transmisor de ondas de radio-, un modulador para enviar señales de respuesta, lógica de control, una memoria interna y, algunas de ellas, un sistema de energía. Al conjunto del chip más la antena se le denomina ‘transpondedor’ (transmisor/respondedor).

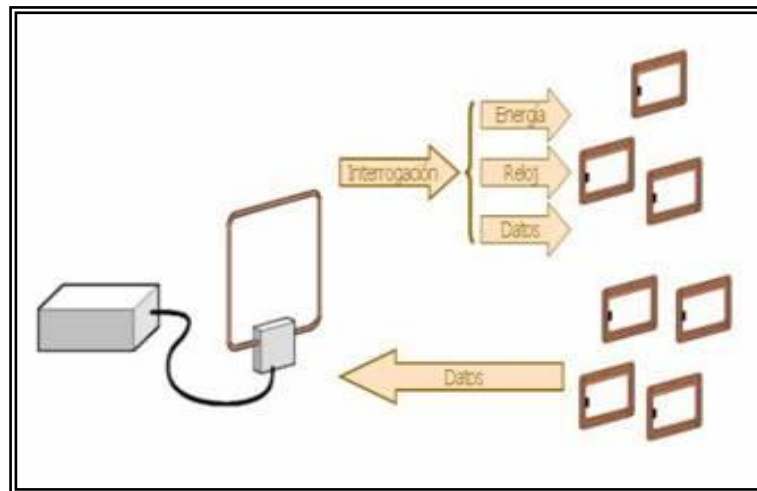


Figura 1. Funcionamiento básico del sistema de RFID, García (2006).

2) Lectores: son dispositivos que transmiten continuamente pulsos de energía mediante ondas de radio, que son recibidos por las etiquetas. Las etiquetas detectan la energía y devuelven una señal de respuesta, que es recogida por el lector. La señal de respuesta contiene la información almacenada en el chip de las etiquetas.

3) Antenas: conforman la capa física de esta tecnología y se utilizan para transferir información entre los lectores y las etiquetas. El diseño de las antenas afecta en gran medida el rendimiento y comportamiento de un sistema RFID.

4) Host o cualquier otro sistema logístico final, que almacene la información obtenida por los lectores, según convenga a cada aplicación. Con el fin de interpretar esa información, el lector debe ser capaz de comunicarse con la base de datos. La *Figura 2*:

Elementos básicos de un sistema RFID, muestra a continuación una visual de los componentes, dispuestos en forma secuencial.

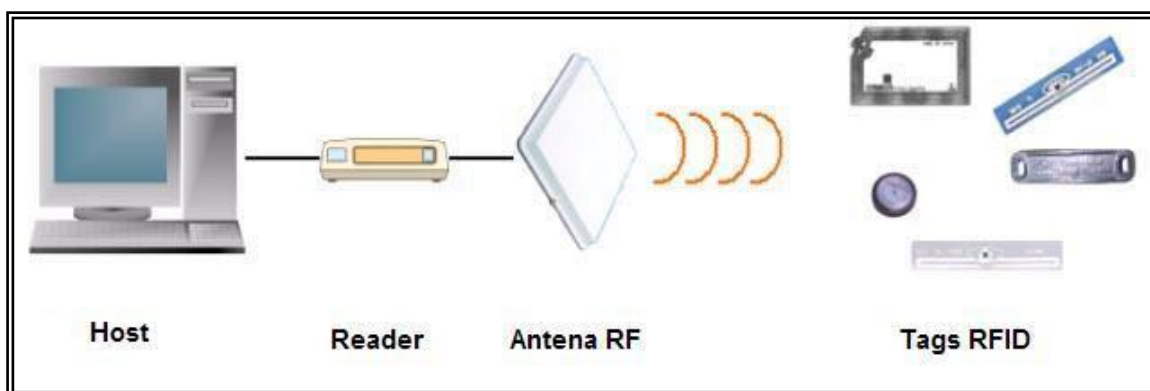


Figura 2. Elementos básicos de un sistema RFID, García (2006), p. 7.

Finalmente, García (2006, ob. cit.) precisa que si bien todos los sistemas RFID cuentan con estos componentes básicos, su configuración final depende de variables como el tipo de etiqueta, la frecuencia seleccionada, la medida de las antenas unidas a los chips; la cantidad de información contenida en el chip y si la etiqueta tiene capacidad de lectura/escritura o simplemente lectura. Estos factores serán determinantes para el rango de lectura del sistema, el tipo de objetos que podrán etiquetarse y, sobre todo, para los costos de implementación del sistema señalado.

2.2.1.2.1 Elemento Tags

Los tags RFID son el dispositivo fundamental de todo el sistema RFID. Se denomina también transpondedor por su modo de operación básico y tiene capacidad de recibir y transmitir señales, pero sólo transmitirá a modo de respuesta ante una posible petición de un dispositivo transceptor o lector RFID. El tag contiene una antena muy pequeña y el código EPC de 64 o 96 bits. En la *Figura 3: Esquema físico de tags se describen los elementos contenidos en un tag*.

El chip, normalmente hecho de silicio, contiene información del artículo al cual está unido. Los chips, utilizados por los minoristas y fabricantes para identificar sus

artículos, deben contener el EPC, que es el equivalente en RFID al código de barras que actualmente se encuentra impreso en casi todos los productos.

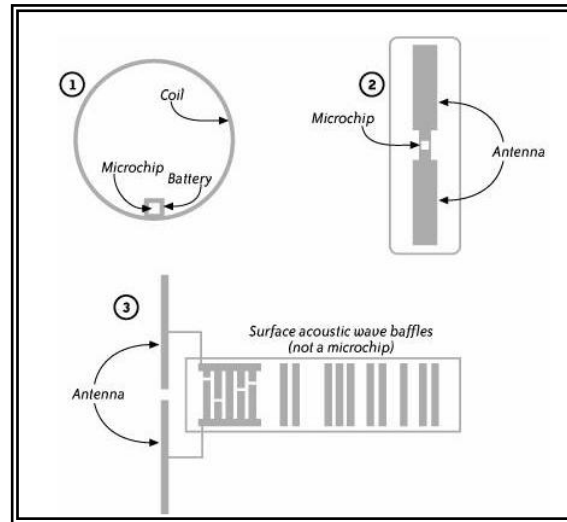


Figura 3. Esquema físico de tags, Glover, B y H. Bahtt, 2006, p. 56.

Mientras que el código de barra necesita un escáner óptico para su lectura y sólo almacena información genérica del producto, el chip EPC de 96 bits contiene encriptado un código que permite identificar no sólo al fabricante y el tipo de artículo, sino al artículo en sí. Por tanto, con este código EPC es posible hacer un seguimiento o trazabilidad de la autenticidad, localizando los productos a través de la cadena de suministro, desde la fabricación hasta el punto de venta, por ejemplo.

2.2.1.2.1.1 Tipos de Tags

Las etiquetas o tags son fabricadas en una amplia variedad de formatos. El proceso básico de montaje consta, en primer lugar, de una base de material de sustrato (papel, PVC, entre otros), sobre la cual se dispone una antena hecha de diferentes materiales conductivos, tipo aluminio o cobre. Después, se conecta el chip a la antena para, finalmente, revestir el conjunto con una capa protectora realizada en materiales como PVC laminado, resina epóxica o papel adhesivo, según sean los requerimientos del entorno en que se empleará la etiqueta.

ONSTI (2009) refiere que se pueden clasificar los tags “...según su tipología (activo, pasivo, semipasivo) y por su tipo de memoria, capacidad de almacenamiento, origen de alimentación, frecuencias de trabajo, características físicas, protocolo de interfaz aérea (cómo se comunica con el equipo lector) y así sucesivamente” (p. 21).

Además de estas características básicas hay que considerar el mecanismo adhesivo del tag al producto, las capacidades de lectura/escritura, estándares soportados y protocolos de anticolidión, seguridad y encriptación. Es importante hacer esta clasificación porque la elección adecuada de la etiqueta garantiza el éxito de la aplicación RFID que se esté proyectando. El estándar EPC clasifica los tags como se muestra en la *Figura 4: Tipos de etiquetas definidos por EPC*, a saber:

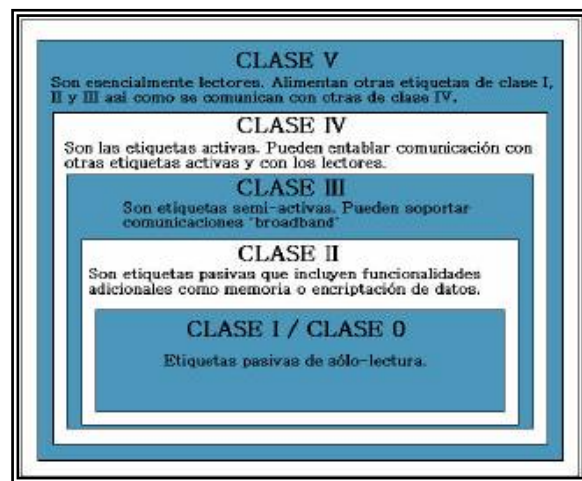


Figura 4. Tipos de etiquetas definidos por EPC, García, 2006, p. 64.

En ese sentido, Glover, B. y H. Bahtt (citados en García, 2006) explican cada tipo, como se resume a continuación:

1) Tags pasivos: no tienen alimentación propia por lo que no inician la comunicación. Requieren que la señal enviada por el lector se acople a la antena de la etiqueta y, una vez que almacena suficiente energía, transmiten vía radiofrecuencia la información que contienen. Suelen tener un tamaño muy reducido y ser finas como una hoja de papel, con una memoria de unos 128 bytes. Dependiendo de la forma de la antena y la frecuencia de trabajo, una etiqueta pasiva puede ser leída desde una distancia de hasta 9mts. Los tags pasivos son más apropiados en herramientas en las que el

movimiento de los productos es constante y controlado, no siendo necesario ni almacenar datos ni monitorizar el entorno.

2) Tags activos: disponen de una pila o un sistema de alimentación interna, lo que les permite estar siempre en funcionamiento, sin requerir de una señal de mucha intensidad por parte del lector para poder transmitirle sus datos. Su memoria puede ser de hasta 128 KBytes, gracias a lo cual tienen capacidad de monitorear el entorno. Estas etiquetas tienen gran alcance, cercano a los 30 mts. Por su parte, el uso de los activos es una mejor opción en procesos dinámicos, o donde el movimiento de los productos etiquetados es variable y se requiere búsqueda de datos, monitorización del entorno o gran capacidad de almacenamiento de datos.

3) Tags semi-pasivos: no inician la comunicación con el lector aunque tienen batería propia, que alimenta la circuitería del chip y permite almacenar información, como, por ejemplo la temperatura del ambiente que recibe a través de sensores inalámbricos incorporados.

4) Tags two-way: son etiquetas con alimentación propia, capaces de iniciar la comunicación no sólo con el lector sino también con otras etiquetas de su misma clase. Finalmente, otra característica de los tags o etiquetas RFID es su capacidad de lectura/escritura. García (2006, ob.cit.) explica que la información contenida en un tag de sólo lectura no puede ser alterada, mientras que un tag de lectura/escritura es capaz recibir y almacenar información adicional durante su ciclo de vida e, incluso, el tag puede ser reutilizado. Los tags de sólo lectura son menos costosos e ideales para etiquetar artículos en centros minoristas. La información que almacenan se obtiene direccionando el lector hacia la base de datos asociada a la identificación del artículo etiquetado. Las aplicaciones de lectura/escritura son más sofisticadas y costosas y tienen un rango de operación menor, debido a que una operación de escritura requiere más estabilidad y potencia de señal.

2.2.1.2.2 Elemento Lectores

El lector RFID es un dispositivo de escaneo que, por lo general, posee su propia antena para comunicarse con la etiqueta. El proceso de comunicación entre el lector y la

etiqueta es posible mediante ondas de radio, siempre y cuando ambos funcionen en la misma frecuencia. El lector puede procesar el escaneo de varias etiquetas de forma simultánea, lo que representa un incremento notable de la velocidad de lectura o identificación respecto a los códigos de barras.

Los lectores varían en forma, tamaño y potencia y pueden ser móviles o estáticos. Un ejemplo de las diferentes formas que puede tener un lector según la aplicación final podría ser el lector estático para el control de cajas etiquetadas que entran en un almacén; o bien, el lector móvil para monitorear el inventario de una planta minorista o el prototipo global para escanear actividades domésticas diarias. En la *Figura 5: Tipos de lectores de diferentes fabricantes*, se puede observar una variedad de lectores según los distintos fabricantes.



Figura 5. Tipos de lectores de diferentes fabricantes, ONTSI, 2009, p. 13.

García (2006, ob. cit.) describe al lector desde dos puntos de vista diferentes. El primero, mediante los elementos físicos que lo conforman y el segundo, según la lógica de operación dividiendo sus funciones en componentes lógicos. Ambos aspectos no son necesariamente correspondientes entre sí. Así mismo, en la *Figura 6: Componentes físicos de un lector RFID*, se muestra los tres (3) bloques funcionales en que se encuentran repartidos los diferentes componentes físicos del lector.

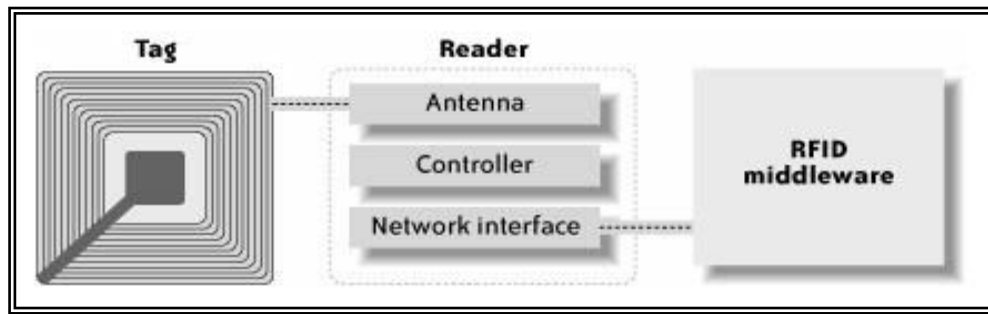


Figura 6. Componentes físicos de un lector RFID, García, 2006, p. 47.

En fin, la comunicación entre tag y lector a través de la radiofrecuencia hace necesario el uso de una o varias antenas RFID, igualmente, debido a que el lector debe comunicarse con otros dispositivos dentro de la red, éste debe poseer una interfaz de red de algún tipo. Además, para poder implementar los protocolos de comunicación y el control del transmisor, el dispositivo lector debe tener un micro controlador o un microcomputador que funcionará como unidad de control.

2.2.1.2.3 Elemento Antenas

La antena unida al chip es responsable de la transmisión de la información contenida en la etiqueta hacia el lector RFID. Normalmente, cuanto mayor es la antena, mayor es el rango de lectura o distancia de identificación. García (2006, ob. cit.) refiere que algunos lectores tienen una o dos antenas integradas; otros, en cambio, son capaces de manejar varias antenas colocadas de forma remota; sin embargo, existen limitaciones en cuanto al número de antenas que el dispositivo lector puede controlar, por ejemplo: las pérdidas producidas por los cables de conexión, los cuales pueden alcanzar hasta varios metros de longitud.

En la *Figura 7: Información que se transmite hacia el Tag*, señala cómo la información que se transmite hacia el tag viaja por el brazo superior y la información que se recibe desde éste, lo hace por el brazo inferior.

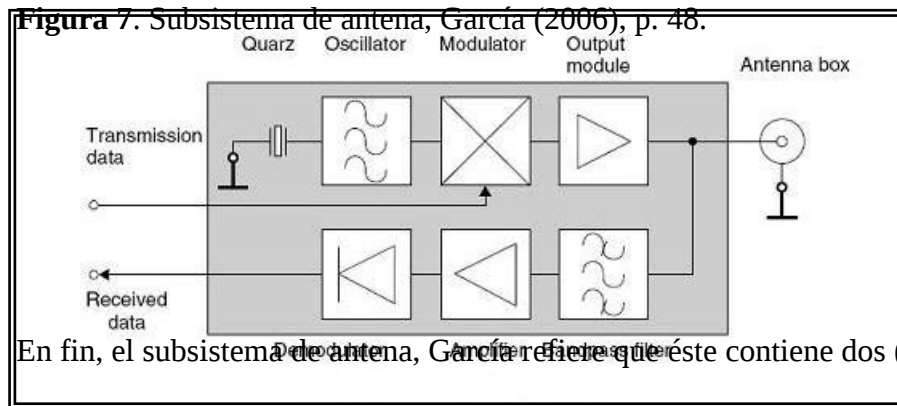


Figura 7. Información que se transmite hacia el Tag, García, 2006, p. 47.

2.2.1.2.4 Software de un sistema RFID

La plataforma software de un sistema RFID es una base de datos que permite almacenar, de forma organizada, la información de identificación que genera el subsistema hardware (tag y lector) (ONSTI, 2009). De estas maneras, las características y funcionalidades de los componentes de la plataforma software de un sistema RFID varían de acuerdo con los requisitos de la aplicación final.

García (2006, ob. cit.) clasifica en tres (3) categorías los componentes; destaca que entre los tres componentes es razonable encontrar alguna funcionalidad común, aunque sean tres sistemas independientes, como se muestra en la *Figura 8. Componentes software RFID y su interdependencia*:

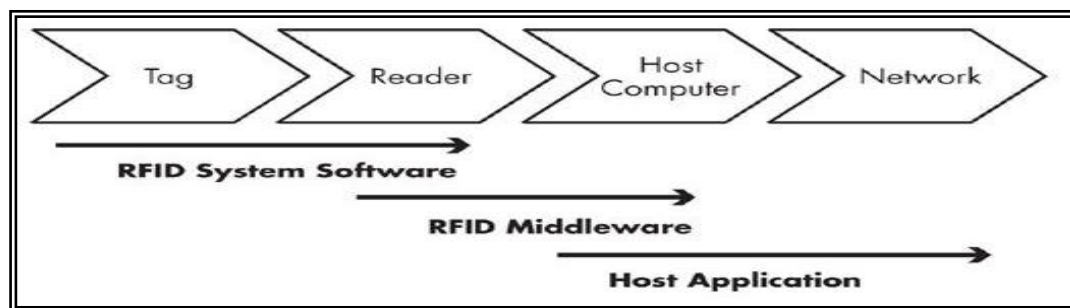


Figura 8. Componentes software RFID y su interdependencia, García, 2006, p. 11.

1) *RFID System Software*: el software de sistema RFID permite la interacción básica entre el dispositivo lector y el tag. Básicamente, la comunicación se realiza a nivel de procesamiento de señales radio por lo que se requiere un hardware RF, un software de muy bajo nivel (firmware) y un sistema software de alto nivel para gestionar el flujo de datos que se intercambia entre los dispositivos. En el nivel de la comunicación, las operaciones básicas entre el lector y el tag que habilita el sistema de software RFID en la Tabla 1: Operaciones procesadas por el software del sistema RFID.

Tabla 1. Operaciones procesadas por el software del sistema RFID

Operaciones procesadas por el software del sistema RFID	
Lectura/escritura	Permite procesar las dos operaciones básicas de un tag: recuperar la información almacenada en su memoria y transmitirla al lector escribir información nueva que le llega a través del lector.
Anticolisión	El software de anticolisión se utiliza cuando múltiples tags se encuentran en el campo RF generado por el lector y deben ser identificados de forma simultánea. Por ejemplo, en una aplicación de inventario cientos de objetos etiquetados pueden aparecer en el campo RF del lector de forma simultánea.
Detección/Corrección de errores	Un lector puede implementar software sofisticado para la detección y corrección de posibles errores de transmisión desde el tag como datos incompletos o información duplicada.
Cifrado, Autorización, y Autenticación (Seguridad)	El cifrado, autorización, y autenticación son útiles cuando se necesita un intercambio de información seguro, mediante código o clave secreta, entre el lector y el tag. Con ello, se impide que un lector no autorizado capture información del tag, si no puede ejecutar el protocolo de autorización.

Fuente: Adaptado de García, 2006, pp. 11-12.

2) *RFID middleware*: El middleware RFID consiste en un conjunto de componentes software que actúan como un puente entre los componentes hardware del sistema RFID (tags y dispositivos lectores) y la aplicación cliente (host application). El middleware realiza dos (2) operaciones principales:

- *Monitorizar y centralizar los informes del estado de salud de los dispositivos lectores* en el sistema RFID, dentro de la aplicación disponible RFID. Es una operación esencial en entornos donde hay varios dispositivos lectores distribuidos en una o varias localizaciones y una monitorización manual o visual no es posible. En este caso, cuando

un dispositivo lector sufre algún fallo de operación o malfuncionamiento, se genera un alerta en el puesto centralizado de gestión del sistema. De esta forma, se detecta el problema en tiempo real. En una situación ideal, el software de monitorización debe ser capaz de manejar otros dispositivos además de los lectores RFID, como los lectores de código de barras o las impresoras RFID.

- *Gestionar la infraestructura específica RFID (lectores y tags) y el flujo de información*: esta operación consiste en la codificación, recolección, procesamiento, filtrado, y agregación de la información transmitida entre los tags y los dispositivos lectores para la consiguiente integración en la aplicación cliente. Esta función es muy interesante en entornos donde los dispositivos lectores recogen gran cantidad de información, ráfagas de datos o cadena de datos de tags. La información, en consecuencia, necesita ser tratada para eliminar lecturas duplicadas o filtrarla, o bien generar alertas a la hora de definir reglas de recolección de información.

Mientras se desarrolla de la gestión de la infraestructura, se realiza la normalización de los datos. En ausencia de estándares, el formato de datos que genera el dispositivo lector y los protocolos de comunicación con el host cliente son normalmente propietarios. Para operar en un entorno multi-propietario, el middleware RFID es responsable de traducir los diferentes formatos de los diferentes dispositivos lectores en uno sólo, un formato normalizado para una sencilla integración a nivel de aplicación cliente. La mayoría de los paquetes de middleware ofrecen las dos operaciones aunque pueden tener grado de sofisticación diferente. Por ello, la elección de un paquete en concreto debe estar basada en los requisitos de la aplicación final.

3) *Host application (aplicación cliente)*: la aplicación cliente recibe la información del tag, procesada y normalizada a través del lector y del middleware RFID. Por lo general, la aplicación cliente es un software que existe en la empresa, previo a la implementación del sistema RFID; por ejemplo, una aplicación de control de inventario, o una aplicación de gestión de almacén. Si la aplicación cliente tiene una buena interfaz de entrada de datos, el middleware RFID sólo necesitará procesar y formatear la información procedente del tag y utilizar el protocolo definido por la aplicación cliente para pasar la información hacia el sistema. En algunos casos, hay que modificar la aplicación cliente por falta de definición en el protocolo de su interfaz para poder

aceptar información proveniente del middleware y en otros casos, es necesario trabajar con una aplicación diferente porque los sistemas son incompatibles. Por ejemplo, en un sistema de control de acceso, que previamente se había llevado a cabo con llaves metálicas, ahora necesita una aplicación software para hacer la gestión automática de autenticación y permiso de paso.

Es importante notar que es muy frecuente que los negocios tengan que rediseñar sus aplicaciones y modelos de negocio para conseguir los beneficios reales que puede generar manejar esta información adicional a través de los sistemas RFID. Si se considera que el código EPC de las etiquetas almacena más información que el código de barras, no resulta común que las aplicaciones que manejan las empresas y organizaciones sean capaces de manejar toda esa nueva información.

2.2.1.2.5 Frecuencias y Estandarización

La comunicación entre los tags y los lectores RFID depende de la frecuencia de operación. La frecuencia determina la velocidad de comunicación y la distancia de lectura; normalmente, a mayor frecuencia, mayor rango de lectura. Dependiendo de la frecuencia en la que operan, los sistemas RFID se clasifican en cuatro (4) tipos (véase *Tabla 2: Frecuencias del sistema RFID*).

Tabla 2. Frecuencias del sistema RFID

Baja frecuencia (LF, Low Frequency)
Alta frecuencia (HF, High Frequency)
Ultra alta frecuencia (UHF, Ultra High Frequency)
Microondas

Fuente: Adaptado de García, 2006 y ONTSI, 2009.

Por otra parte, en la *Tabla 3: Aplicaciones para las distintas bandas de frecuencia RFID*, se presentan las características de cada banda de frecuencia y su uso conveniente para diferentes aplicaciones. NFC (*Near field communication*) es una tecnología en

desarrollo que permitirá equipar los teléfonos móviles con módulos RFID, a fin de hacer compras o descargar información (ver sitio Web www.nfcforum.org.) Algunas observaciones complementan esta Tabla. Los tags LF no están siendo aceptados por EPC, por lo que están cayendo en desuso para aplicaciones de control de productos. HF y UHF pueden ser pasivos pues un lector puede leer muchos tags HF de forma simultánea y a una velocidad superior que en HF, como son las tarjetas inteligentes, de acceso a edificios o a modo de billete en el transporte público.

Tabla 3. Aplicaciones para las distintas bandas de frecuencia RFID

Banda de frecuencia	Características del sistema	Aplicaciones
LF de 100 a 500kHz (Típico) de 125 a 134kHz (Internacional)	Corto alcance Poca velocidad de transmisión Relativamente económico Gran penetración en los materiales (líquidos) Trabaja bien junto a metales	Control de acceso Identificación de animales Control de inventario EAS (Antirrobo) Llaves de automóvil
HF Típico 13,56 MHz Internacional	Corto/medio alcance Velocidad de transmisión media Puede leer a través de líquidos y en entornos húmedos Problemático junto a metales Moderadamente costoso Posibilidad de actuar como lector etiqueta en función del escenario de ubicación (NFC)i	Control de acceso Tarjetas inteligentes EAS (Antirrobo) Inventario en bibliotecas Gestión de almacén Control de equipajes Gestión de lavandería Identificación de pacientes Pagos desde telefonía móvil (NFC)
UHF (de 400 a 1000 MHz) Típico 850–950 MHz	Largo alcance Alta velocidad de transmisión Mecanismos de anticollisión Problemático con líquidos y metales Problemático en entornos húmedos El metal genera interferencias Moderadamente costoso	Gestión de artículos Gestión de la cadena de suministro Gestión de expedientes Trazabilidad
Microondas (de 2,4 a 6GHz) Típico 2,4 GHz o 5,8 GHz Internacional	Medio alcance Características similares a los tags UHF pero con mayor velocidad de transmisión Mayor precio	Control ferroviario Peajes de autopista Localización

Fuente: Adaptado de García, 2006 y ONTSI, 2009. Elaboración propia, 2012.

Actualmente se tiende a usar sólo etiquetas en frecuencias HF y UHF. Aunque la tecnología UHF está menos desarrollada para RFID que la HF, muchas empresas y organizaciones la prefieren porque el estándar EPC tiende a UHF. Sin embargo, las etiquetas UHF pierden bastante alcance con líquidos y metales y presentan zonas nulas en el área radiada. También se puede producir la pérdida de alguna etiqueta cuando se

encuentran varias relativamente cerca unas de otras. Las ondas de UHF no se ven afectadas en gran medida por ruido de motores o fluorescentes, sin embargo sí se muestran influidas por otros sistemas como teléfonos celulares. Con todo, siempre habrá que tener en cuenta el entorno y la naturaleza del producto a etiquetar a la hora de tomar una decisión entre una frecuencia y otra.

En Tapia y otros (2007) se explica que no existe hoy ningún organismo internacional que regule oficialmente las frecuencias en las que operan los dispositivos RFID, por lo que cada país es responsable de normalizarlas. Aun así, existen algunos organismos que trabajan en la estandarización y regulación de las frecuencias, entre ellos, los países más importantes son (*Tabla 4. Estandarización y regulación de las frecuencias en países*). Además de la estandarización para el uso de las frecuencias, existen organismos que regulan el funcionamiento de la tecnología RFID, entre ellos la ISO (International Organization for Standardization, organización internacional para la estandarización) y la EPCglobal.

Tabla 4. Estandarización y regulación de las frecuencias en países

Estados Unidos	FCC (Federal Communications Commission, Comisión Federal de Comunicaciones)
Canadá	DOC (Department of Communication, Departamento de Comunicaciones)
Japón	SOUMU (Ministerio de Asuntos Internos y Comunicación)
China	MII (Ministerio de la Industria de la Información)
Europa	ERO (European Radiocommunications Office, Oficina Europea de Radiocomunicaciones)
	CEPT (Conférence Européenne des administrations des Postes et des Télécommunications, Conferencia europea de la administración de correos y telecomunicaciones)
	ETSI (European Telecommunications Standards Institute, Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones)

Fuente: Elaboración propia, 2012.

En ONTSI (2009, ob. cit.) se refiere que la EPCglobal es una organización sin ánimo de lucro, neutral y con casi 1.200 miembros suscritos. Su misión es el desarrollo e implantación de un sistema de estándares globales (abiertos y gratuitos) que combinan RFID, redes de comunicaciones, y el EPC con la finalidad de: a) asegurar la interoperabilidad entre los sistemas utilizados por las diferentes compañías que

componen la cadena de suministro y b) permitir la identificación y trazabilidad de un ítem a través de toda la cadena de suministro.

Los estándares desarrollados por EPCglobal están enfocados hacia la implementación de la EPCglobal Network, una red desarrollada para mejorar la eficiencia y visibilidad de la cadena de suministro. El objetivo de esta red apunta a que la etiqueta almacene únicamente el EPC del producto y que el resto de la información relevante esté contenida en las bases de datos de la red. De este modo, la información está protegida, ya que sólo los miembros de EPC global están tendrán acceso autorizado.

En este sentido la *Unión Internacional de Comunicaciones* (IUT, 2005, p. 14), detecto que la ausencia de nuevas normas internacionales estaba obstaculizando la asimilación de aplicaciones basadas en la RFID. La fragmentación del establecimiento de normas en esta esfera podría hacer que las organizaciones incurrieran en gastos más elevados para garantizar la compatibilidad con sistemas múltiples. Sociedades de redes ubicuas, celebrado en abril de 2005, instaron a que se desplegaran esfuerzos concertados para fomentar la armonización mundial de las normas RFID y su inter-funcionamiento, con miras a estimular un crecimiento rápido y armonioso en esta esfera tecnológica.

Así mismo destaca la IUT, que en lo tocante a la armonización de la utilización de frecuencias y protocolos de comunicación, varían a través de las regiones. En América del Norte, que actualmente es la región más importante en materia de RFID, existen normas tales: como el Rótulo mundial (GTAG, *Global Tag*), la *American National Standard Institute* (1999) ANCI NCITS-T6 256. En la Región Asia-Pacífico, El caso de Europa es más complejo, puesto que hay menos uniformidad en cuanto al uso de frecuencias. Los formatos de datos para los rótulos RFID, o códigos de productos electrónicos, por otro lado, se han beneficiado de la colaboración internacional a través de organizaciones como Auto-ID Centre (actualmente EPC Global), y el Ubiquitous ID Centre.

Por otra parte, la *Comisión Nacional de Telecomunicaciones* (CONATEL) señala en el Decreto N^o 7.591 del 28 de julio de 2010, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N^o 39.479, de fecha 3 agosto de 2010, consideraron necesario incluir ciertas bandas de frecuencias para aplicaciones de baja potencia y corto alcance,

a los fines de promover la utilización de equipos de telecomunicaciones para implantes médicos activos, dispositivos de banda ultra ancha y equipos utilizados para centrales teleféricas de interfaz terminal inalámbrica, a través de la calificación de equipos como de uso libre, así como la definición de los parámetros de utilización de dichos equipos en cuanto a sus bandas de frecuencias de operación y las potencias isotrónicas radiadas equivalentes.

En síntesis, para identificar o rastrear un documento es necesaria una red segura de servidores. Allí encontrará un directorio o Servicio de Nombramiento de Objetos (ONS, Object Naming System), que indicará al lector en dónde se encuentra almacenada la información relacionada con el tag. El ONS funciona como un navegador de Internet que interpreta la dirección URL (Uniform Resource Locator) como un sitio Web.

2.2.1.3 Características de los Sistema RFID

Entre las características más resaltantes del sistema de radiofrecuencia se tiene las siguientes (Almonacid, ob.cit.):

1. El lector RFID tiene la capacidad de leer varios tags simultáneamente.
2. El lector y el tags RFID no necesitan tener línea de vista, por la frecuencia y la polarización de las antenas.
3. El sistema RFID no necesita de un área específica de cobertura, ya que es un enlace punto a punto con gran movilidad.
- 4: No necesita de gran infraestructura ya que se requieren solo los elementos básicos (antena), el lector, el tag y el terminal.

En fin, las características de la tecnología RFID funcionan en un radio de acción determinado, puede identificar productos en concreto y no sólo tipo de productos y, finalmente, los dispositivos son muy resistentes y normalmente forman parte del producto o se colocan bajo de una superficie protectora.

2.2.2 Sistema de RFID y las Bibliotecas

La tecnología RFID, se utiliza en bibliotecas para múltiples propósitos: identificación y selección de libros, control del inventario, autopréstamo y prevención de robos. Aplicaciones RFID como éstas liberan al personal bibliotecario de las tareas rutinarias y repetitivas en beneficio de la atención al cliente. Europa es el continente que posee la mayor cantidad de instalaciones, que van desde pequeñas bibliotecas escolares hasta grandes bibliotecas patrimoniales como es el caso de la Biblioteca del Vaticano. Maturana (2006) afirma que “...en este momento se calcula que a nivel mundial 5% de las bibliotecas con más de 100.000 volúmenes utilizan tecnología RFID en alguno de sus procesos” (p. 16). En el ámbito de bibliotecas y centros de documentación a nivel mundial, el uso de la tecnología RFID está dirigido principalmente al:

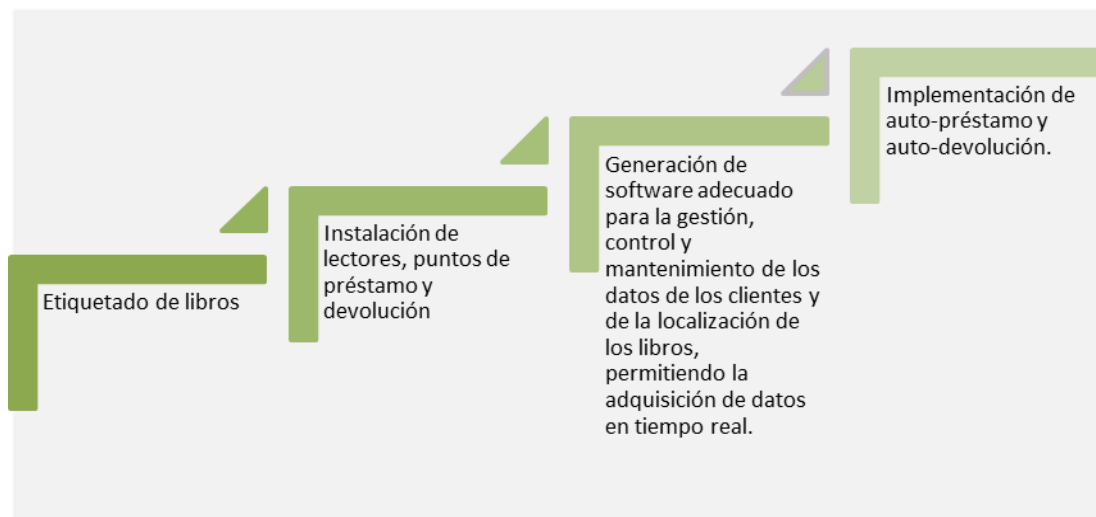
- *Control de colecciones e inventarios*, ya que agiliza considerablemente los procesos rutinarios y permite un control permanente sobre las existencias y uso de las colecciones.
- *Área de circulación*, ya que su uso permite un aumento considerable de la cantidad de transacciones realizadas por minuto y es ideal para instituciones que presentan una alta demanda de transacciones.
- *Seguridad*, pues RFID está desplazando al sistema de seguridad electromagnético, ya que presenta utilidades adicionales como el control de colecciones fuera del recinto o la posibilidad de tener estadísticas de préstamo automatizadas.

En fin, mejorar las operaciones de préstamo y devolución, favorecer el archivo correcto de los libros y aliviar la carga de trabajo de los bibliotecarios, los sistemas RFID prometen proporcionar un mejor control frente al robo, así como de los libros no devueltos. Éste servicio también se ve mejorado al reducir las colas y al conseguir una circulación más rápida de libros, revistas y material audiovisual. Utilizando un escáner de inventario portátil, por ejemplo, los bibliotecarios pueden ver en pantalla una colección entera de libros sin ni siquiera tocarlos. Se pueden encontrar fácilmente los libros mal ubicados o artículos individuales solicitados por los clientes.

2.2.2.1 Modelo de Instalación de RFID en Bibliotecas

Compañías como Nedap y 3M han desarrollado modelos para incluir sistemas RFID en bibliotecas (véase Web: <http://www.nedap.es> <http://www.3m.com>). Gómez-Gómez y otros (2007, ob.cit.) indican que los pasos a seguir para instalar el sistema RFID en bibliotecas, debe hacerse según el siguiente diagrama de trabajo (véase *Tabla 5: Modelo de Instalación de un Sistema RFID*).

Tabla 5. Modelo de Instalación de un Sistema RFID



Fuente: Basado en Gómez-Gómez y otros, 2007, p. 7.

El Sistema Inteligente provee a las bibliotecas una tecnología que permite eficiencia y seguras operaciones. Este elimina o reduce el trabajo manual del personal requeridos para realizar “check-in”, “check-out”, inventario y actividades de seguridad. El sistema consiste de varios elementos: etiquetado de libros, instalación de lectores, puntos de préstamos y devolución, generación de software adecuado para la gestión, control y mantenimiento de datos de los clientes e implementación del auto-préstamo y auto- devolución (véase *Figura 9. Imagen de una unidad de Información con un Sistema Inteligente*).

Para Maturana (2006, ob.cit.), los aspectos que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

1) *Etiquetas*: todos los productos de la biblioteca (libros, CDS, dvds, etc.) se deben etiquetar. Señala que la mayoría de las aplicaciones diseñadas para bibliotecas se han empleado etiquetas de HF a 13,56 MHz, ya que no se necesita un gran alcance de lectura y es el estándar más implantado actualmente. Además, tienen un menor costo, rápido procesamiento y una distancia adecuada de lectura. Los principales estándares de HF para bibliotecas son el ISO15693 y el ISO18000-3. Las etiquetas son pasivas debido a que la cantidad de información necesaria para almacenar no es muy grande. De hecho, basta con identificar el libro para luego acceder a la base de datos.

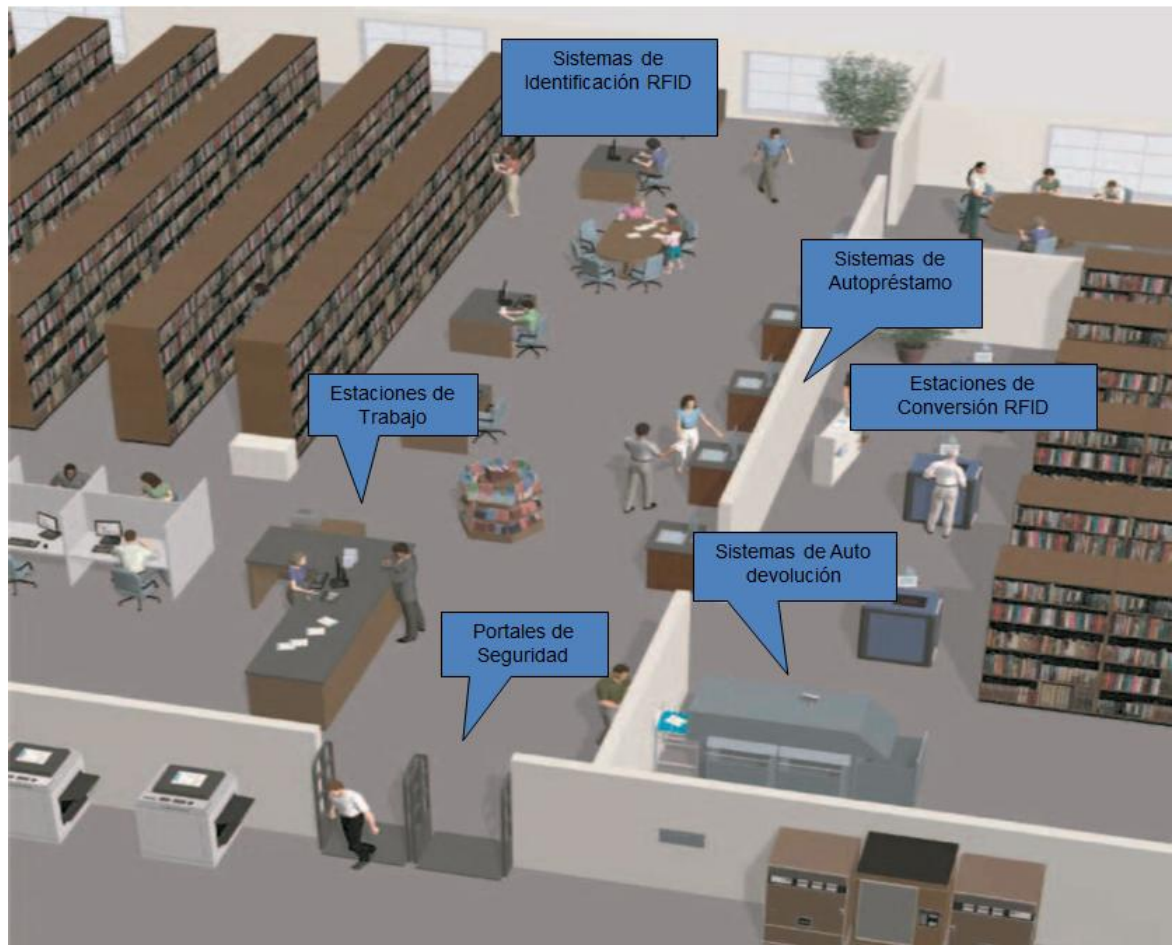


Figura 9. Imagen de una Unidad de Información con un Sistema Inteligente.

La etiqueta tiene una memoria de lectura/escritura, uno de cuyos bits (0 ó 1) se destina al control antirrobo. Esto supone una gran ventaja en comparación con los sistemas actuales en los que las funciones de registro de datos y seguridad están separadas, con lo que se requiere una operación adicional. En el caso de CDS o DVDs, debido a que no es necesario el contacto directo, las etiquetas se pueden colocar en el interior de la carcasa o incluso integradas en ella.

El costo promedio de tags para libros varía entre los USD\$0.5 a USD\$1. A este valor es necesario agregar el costo asociado al recurso humano encargado de instalar los tags y es recomendable considerar adicionalmente etiquetas protectoras, para evitar el hurto de los dispositivos. Existen también tags específicos para las credenciales de socio y su costo dependerá de las potencialidades que se requieran, que pueden ir desde la sola identificación hasta el descuento directo de dinero por multas y atrasos desde la tarjeta (tipo Metro).

2) *Equipos de Conversión:* es necesario contar con un equipo que permita la conversión desde código de barra a RFID. Este equipo tiene una gran velocidad de lectura que conlleva a que el proceso de conversión sea bastante breve, entre 2 a 3 horas por cada 10.000 ejemplares. El precio mercado de estos conversores varía entre los USD\$5.000 y USD\$30.000.

3) *Lectores:* estos lectores permiten el rastreo e inventario de las colecciones y la cantidad a adquirir dependerá de la colección y uso que la biblioteca le dará a los mismos: inventario, localización, adquisiciones, etc. La gran ventaja que presentan estos lectores es la rapidez, ya que es posible leer hasta una cantidad de aproximada de 1.000 ejemplares por minuto. El precio de los lectores (sin Palm) varía entre los USD\$ 2000 y los USD\$ 10.000.

4) *Antenas de Seguridad:* es el equipamiento que ha presentado la mayor penetración en el mercado de las bibliotecas, ya que combina la seguridad con opciones de manejo de colecciones y préstamo. Su desventaja sigue siendo el costo de las etiquetas, ya que para colecciones grandes es mucho más conveniente en término de costos la implementación de las típicas cintas electromagnéticas. El valor de estas antenas es prácticamente el mismo que el de las antenas electromagnéticas, es decir, del orden de los USD\$15.000.

5) *Protocolos de Comunicación*: un factor fundamental a considerar para que un proyecto de implementación de RFID tenga éxito es el protocolo de comunicación del software de gestión de bibliotecas con que cuente la institución. Es imprescindible que dicho software cuente con los protocolos SIP2 o NCIP para que se pueda implementar RFID, si no se cuenta con estos protocolos es IMPOSIBLE implementar. Sobre esto mismo hay que verificar muy bien con el proveedor del software que posea la institución que este cuente con las licencias sobre SIP 2 o NCIP ya que generalmente estas no están consideradas en el paquete base que el proveedor ofrece a las instituciones.

Obviamente, todo el equipamiento descrito necesita un software para su operación, parametrización y configuración en concordancia con la realidad de cada institución. Generalmente el equipamiento que se adquiere viene con el software incorporado, pero en algunos casos, sobre todo cuando se trabaja con más de un proveedor, es necesario adquirir software estándar que permita manejar bajo una misma interfaz los distintos equipos. Existen alternativas open source, para la administración de equipamiento RFID y software comercial, que es configurable bajo los parámetros de cada requerimiento. El costo promedio varía entre USD\$0 (sin considerar los costos de desarrollo y parametrización para los productos open source) y los USD\$10.000.

2.2.2.2 Ventajas y Desventajas del uso de RFID en Bibliotecas

A la hora de realizar el inventario de los libros no hace falta ir sacándolos uno por uno, sino que pasando un lector RFID portátil por las estanterías se van detectando los libros que hay en la biblioteca. Además se comprueba su correcta ubicación por si alguno de ellos estuviera fuera de lugar. Para conseguir estadísticas fiables sobre el uso de libros o bibliotecas se pueden instalar sensores en los puntos de lectura, para saber qué es lo que más interesa a los usuarios o qué tipos de lectura se debe fomentar. Otra ventaja del RFID en las Bibliotecas es la mejora del servicio ofrecido al cliente, creando un valor añadido, lo que permite poder diferenciarse frente a la competencia. Aumenta la interacción con el cliente y ayuda a construir relaciones con él, con tal de fidelizarlo.

Sin embargo, aunque ofrece grandes beneficios, el coste de la implantación y los numerosos obstáculos tecnológicos debidos a las dificultades propias de la adaptación de

una nueva tecnología pueden ser un problema. Sin embargo, conviene destacar que en el actual estado de desarrollo, su introducción en las bibliotecas se enfrenta a varios problemas todavía no resueltos. Entre los más significativos destaca la falta de privacidad, la ausencia de estándares y el coste, tanto de los dispositivos como del desarrollo de sistemas RFID.

La apuesta de los principales desarrolladores de software y hardware, como Microsoft, SAP o Intel, junto con el interés de grandes superficies como Wal Mart o la alemana Metro es un primer gran paso. A medida que las compañías vayan adoptando estas soluciones el mercado crecerá de forma exponencial. La medición de su coste en comparación con el rendimiento tiene la misma forma que la curva de oferta y demanda típica de economía. A medida que la curva de rendimiento sube, existe un punto en el que el beneficio suministrado por el uso de las etiquetas RFID comienza a superar su coste. A partir de ese momento la adopción de la identificación por radiofrecuencia comienza a tener sentido comercial.

Se deben estudiar los beneficios totales que la implantación acarrearía en una compañía. No se debe valorar sólo el coste de la etiqueta, sino el gasto relativo que ésta tiene y los beneficios (económicos y de gestión) que proporcionaría. Por ejemplo, en muchas aplicaciones de fabricación una etiqueta de 10 i puede resultar muy barata si se la compara con el coste del problema que puede solucionar. En cualquier caso, la situación específica debería determinar el coste adecuado de la etiqueta que permitiera tener éxito. A medida que la identificación por radiofrecuencia se adopte de manera más generalizada, el coste de las etiquetas caerá como sucede con todos los nuevos productos cuyo uso se masifica. Es sólo cuestión de tiempo que se vuelva completamente accesible y todo indica que su uso crecerá con el paso del tiempo. Es posible que exista una gran inversión en software, servicios y lectores. Según se vayan aplicando las normas de forma uniforme el gasto se destinará a las etiquetas, y conforme se vayan implantando el coste se irá reduciendo.

Uno de los principales problemas de la tecnología RFID es la falta de un estándar internacional para el uso de frecuencias, muchas veces incompatibles entre un país y otro (Higgins y Cairney, 2006). Incluso más importante que un estándar internacional, está el desafío de proveer mecanismos de seguridad capaces de mantener la información

ante posibles amenazas a la privacidad (EICTA y CE RFID, citados en ONSTI, 2009). Dichos mecanismos deben evitar que la información sea interceptada y leída por agentes externos, entre ellos Hackers, ya sea mediante técnicas de criptografía y conexiones seguras. Sin embargo, la poca capacidad de almacenamiento y procesamiento de las etiquetas RIFD hacen difícil la implementación de dichos mecanismos.

La infraestructura que proporciona un entorno con tecnología RIFD debe ser más robusta, de forma que mejore su comportamiento ante posibles interferencias (Ranky, citado en ONSTI, 2009), como la saturación de etiquetas, causada al leer múltiples etiquetas al mismo tiempo, o la redundancia en la lectura, producida cuando una etiqueta es detectada por varias antenas (Derakhshan, Orłowska y Li, citados en ONSTI, 2009). Otro problema por solucionar es el llamado escudo electromagnético (Electromagnetic Shielding) (Shinagawa, citado en ONSTI, 2009), efecto que se produce cuando se interpone un material conductor entre una etiqueta y un lector, por ejemplo, envolver con aluminio una etiqueta RFID o la presencia de agua, dificultando su lectura. El efecto del escudo electromagnético es proporcional a la frecuencia de lectura de las etiquetas, siendo menos propensas las etiquetas de baja frecuencia (LF). Un problema visible es quizás que todas las etiquetas RFID necesitan una antena, la cual es, generalmente, mucho más grande que el chip RFID utilizado.

Finalmente, el costo de adquirir, instalar y mantener estos sistemas, comparado con sistemas como el código de barras, es el principal factor limitante para su implementación (U.S. Department of Commerce, citado en ONSTI, 2009), aunque con los constantes desarrollos y mejoras, el uso de esta tecnología será cada vez más económico, fiable y sencillo de implementar.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y DESARROLLO

En toda investigación, es necesario que los hechos estudiados, las relaciones que se establezcan entre ellos, las derivaciones obtenidas y las evidencias significativas que se encuentran en concordancia al problema planteado, reúnan todas las condiciones de seguridad, objetividad y validez. Por ende, el propósito de este estudio se basó en diseñar de un sistema RFID para el control del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB, por tal razón, se describe la metodología que se aplicó para lograr dicho estudio.

3.1 Tipo de Investigación

La exploración se basó en una modalidad de “proyecto factible”, no experimental, descriptivo y explicativo, con apoyo en un diseño bibliográfico y de campo. De este modo, las Normas para la Elaboración, Presentación y Evaluación de los Trabajos Especiales de Grado, de la USM (2005) destaca que “un *proyecto factible* consiste en elaborar una propuesta viable que atiende a necesidades en una institución, organización o grupo social que se han evidenciado a través de una investigación documental o de una investigación de campo” (p. 24), es decir, en el caso particular, el diseño de un sistema RFID para el control del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB.

Así mismo, en la Guía Práctica de Trabajo Especial de Grado, Velazco (2006), señala que la *investigación proyectiva* “consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. Puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. En cualquier caso la propuesta debe apoyarse en evidencia empírica” (p. 5). Desde esa perspectiva, un estudio de *proyecto factible* es aquel que según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2006) consiste en:

La elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o

grupos sociales: puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo de una investigación de tipo documental de campo o un diseño que incluya ambas modalidades (p. 16).

Es decir, es aquel orientado a resolver un problema o satisfacer necesidades en una institución u organización social. En el caso particular, brindará soluciones a un problema determinado, tal es el caso de las necesidades de la Biblioteca Central de la UCAB, lo cual permite organizar el diseño de una propuesta de un diseño de un sistema RIFD para el control del fondo. Visto de esta manera, la investigación se apoyó en un estudio *descriptivo*, que según Hernández, Fernández y Baptista (2006) es aquel que:

...tiene como objetivo indagar sobre la incidencia y los valores... en que se manifiesta en una o más variables. El procedimiento consiste en medir en un grupo de personas u objetos una o, más variables y proponer su descripción (p. 187).

Seltiz y Jahoda (citados en Ramírez, 1999) por su parte, manifiestan que la investigaciones *descriptivas* son "...estudios cuyo alcance se extienden hasta la determinación de la frecuencia con que algo ocurre o con la que algo se halla asociado o relacionado con otro factor..." (p. 73), es decir son aquellos que permiten detectar regularidades efectivas de variables en estudio, en este caso, se describen los aportes teóricos e indicadores sobre la temática a estudiar.

En conclusión, una investigación es *descriptiva*, porque se analiza, critica e interpreta en profundidad la información seleccionada y cada uno de los elementos más importantes de la situación problemática, para de esta manera, logra cumplir con los objetivos planteados. A tal efecto, la autora del presente trabajo se formula las siguientes preguntas sobre la temática expuesta: ¿Qué es lo estudiado? ¿Por qué se estudia?, ¿Para qué?, ¿Cuándo? y ¿Dónde?

En ese sentido, el Manual de la USM (ob.cit.) señala que la investigación es *explicativa* ya que: "centra su atención en la comprobación de hipótesis causales, busca descubrir las causas que originan determinados comportamientos o acontecimientos y/o

intenta hacer comprender la realidad a través de leyes o de teorías” (p. 22), es decir, se explicará lo más detallado posible el fenómeno descrito en su contexto natural, tal y como es el evento en la realidad, sus cualidades, sucesos y característica particular.

En suma, la investigación *explicativa* se orienta al establecimiento de relaciones entre eventos. Explicar se ha entendido convencionalmente como determinar la causa o el por qué de algo (Sierra, 1995), o encontrar los procesos que permiten comprender de qué manera ocurre un evento. Así mismo, en la investigación explicativa se pretende detectar relaciones entre eventos, más no se ejerce control de variables (Hurtado, 2000).

3.2 Diseño de la Investigación

En el marco de la investigación planteada el *diseño* de un estudio se define como “el plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correcto, técnicas de recolección de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos” (Balestrini, 2006, p. 118), y para Manual de la Universidad Alejandro de Humboldt (2005), el diseño representa las estrategias que se deben seguir para el desarrollo la investigación: se debe indicar de manera estructurada y funcional las etapas del proceso. Es decir, ubicar el trabajo de grado en algunas de las alternativas de exploración existente, así como también el nivel que se pretende alcanzar.

En contraste a lo anterior, el *diseño* en el que se apoya el presente estudio es el bibliográfico y de campo, con la finalidad de responder al problema planteado. En este orden de ideas, el Manual de la Universidad Santa María (ob.cit.), establece que el diseño bibliográfico es “básico de las investigaciones documentales, ya que a través de la revisión del material documental de manera sistemática, rigurosa y profunda se llega al análisis de diferentes fenómenos o a la determinación de la relación de las variables” (p. 44). Se puede decir entonces que, el diseño del estudio es el plan en el contexto propuesto, que permite orientar desde el punto de vista técnico los procesos, desde la recolección de los primeros datos hasta el análisis de los mismos, en función de los objetivos planteados.

De esta manera, se presenta el diseño metodológico del proyecto, constituido por ocho (8) etapas a los fines de dar respuesta a los objetivos planteados. Las actividades de

cada etapa se describen en forma detallada, abarcando desde el desglose de las estrategias aplicadas para generar información exacta e interpretable, la exposición de los procedimientos, técnicas y herramientas que fueron desarrollados para diseñar el sistema RFID para el control del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB en su nueva sede. La *Tabla 6*, ofrece una visión de conjunto de las distintas *Etapas del Diseño Metodológico y su desarrollo*, a saber:

Tabla 6. Etapas del Diseño Metodológico

Etapas del Diseño Metodológico y su Desarrollo
<i>1. La revisión y el acopio bibliográfico - documental</i>
<i>2. Diagnóstico y planificación</i>
<i>3. La observación directa</i>
<i>4. Trabajo de campo</i>
<i>5. Determinar los equipos necesarios y el número de ítems (libros)</i>
<i>6. Evaluación de la compatibilidad de la base de datos</i>
<i>7. Realización de la propuesta completa del sistema</i>
<i>8. Construcción a posteriori de las pruebas necesarias de los equipos</i>

Fuente: Elaboración propia, 2012.

A este respecto y en virtud de los ítems anteriores, ahora se describen los detalles de cada parámetro señalado en la *Tabla 6*, a saber:

1. La Revisión y acopio bibliográfico - documental: Su propósito fue profundizar en el estudio del problema, que se basó en un procedimiento científico, sistemático de indagación y organización para llegar al análisis de los diferentes aspectos que constituyeron el presente trabajo. A tal efecto, durante esta etapa, se investigaron los principios fundamentales de la tecnología, aplicada a los sistemas de biblioteca. La descripción de los elementos que integran un sistema RFID, analizados en el Marco Teórico de este Trabajo Especial de Grado, es decir se hizo una revisión y análisis de los distintos textos relacionados con el tema.

Se realizó un inventario de las bibliotecas y centros de documentación, para después llevar a cabo las distintas lecturas acerca del tema tratado, igualmente, se cuenta con las diversas bibliografías y entrevistas al tutor. Esta fase permitió plantear y desarrollar el marco referencial- conceptual, en la cual se evidencia las distintas

características del problema en estudio. Así mismo, permite determinar las distintas teorías que sustentan la investigación y fortalecer la estructuración de dicho marco referencial.

2) *Diagnóstico y Planificación*: esta fase tuvo como objetivo recabar toda la información necesaria acerca de las funciones y procesos que se desarrollan en la Biblioteca Central de la UCAB y todo lo relacionado con el proveedor en Venezuela del Sistema RFID (Véase *Tabla 7: Proveedor del Software RIFD en Venezuela* y *Tabla 8. Distribuidor del Software RIFD en Venezuela*), a saber:

1) La Empresa 3M: proveedor en Venezuela, cuyo contacto es el siguiente:

Tabla 7. Proveedor del Software RIFD en Venezuela

Contacto de 3M Venezuela:	Luz Lugo Senior Administrative Assistant SS&PS / D&G / ECB.
Dirección:	3M Manufacturera Venezuela, S.A., Av. Tamanaco, Centro Empresarial El Rosal, Piso 6 Caracas Venezuela
Teléfonos:	Office: +58 212 9578352 Fax: +58 212 9578499
Emails:	lmlugo@mmm.com www.3M.com www.3M.com.ve

Fuente: Elaboración propia, 2012.

2) Contacto de INFOLINK: distribuidor en Venezuela de 3M, cuyos contacto es el siguiente:

Tabla 8. Distribuidor del Software RIFD en Venezuela

Contacto de 3M Venezuela:	José Moreno Senior Administrative Assistant SS&PS / D&G / ECB.
Dirección:	Calle Real c7c El Carmen, Edificio Centro Dos Caminos, Piso 2, Ofic. 2-D, Los Dos Caminos, Caracas.
Teléfonos:	0212 239-9945/4528
Emails:	jose.moreno@plus-link.com.ve, jose.moreno@infolink.com.ve
PagWeb:	http://espanol.plus-link.com.ve

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3. *La observación directa*: Hurtado (ob.cit.) señala que la observación constituye: “Un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información, para el cual

el investigador se apoya en sus sentidos (vista, oído, olfato, tacto y sentidos kinestésicos...” (p. 449), es decir la investigación se realizó en el contexto real, tal es el caso de la Biblioteca Central de la UCAB, lo cual permitió observar determinar los equipos necesarios y el número de ítems (libros) que serán etiquetados en función de las opciones disponibles en el mercado venezolano y una vez analizadas las implementaciones de la tecnología en algunas bibliotecas de la ciudad de Caracas.

Palella y Martins (2005) expresan que la observación es aquella que se realiza: “cuando el investigador se pone en contacto con el hecho o fenómeno que trata de investigar” (p. 106). La observación, en este caso, se realizó con el objeto de analizar ciertos procesos relacionados con el diseño de un sistema RIFD para el control del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB.

4) *Trabajo de Campo*: Se realizó a partir de la elaboración, aplicación, análisis e interpretación y la recolección de información, lo cual sirvió de insumo para la formulación de las conclusiones y recomendaciones del estudio.

5) *Determinación de los equipos necesarios y el número de ítems (libros)* que serán etiquetados en la Biblioteca Central de la UCAB, en función de las opciones disponibles en el mercado venezolano y una vez analizadas las implementaciones de la tecnología en algunas bibliotecas públicas de la ciudad de Caracas. La *Tabla 9: Tiempo estimado para etiquetado*, da una idea del tiempo necesario para etiquetar todos los libros según las estaciones de las que se disponga.

Tabla 9. Tiempo estimado para etiquetado

Tiempo necesario para completar las labores de etiquetado (en semanas)				
N° de estaciones	N° de libros			
	50.000	250.000	500.000	750.000
1	10	50	100	150
2	5	25	50	75
3	3,5	17	34	51
4	2,5	12,5	25	37,5
5	2	10	20	30
6	1	5	10	15

Fuente: Adaptado de Gómez-Gómez y otros, 2007, p. 326. Elaboración propia, 2012.

6) *Evaluación de la compatibilidad de la base de datos* existente en la Biblioteca de la UCAB con la tecnología RFID, que se quiere implementar, para ello se revisó el software empleado internamente.

7) *Realización de la propuesta completa del sistema* requerido para la Biblioteca Central de la UCAB y determinación de los costos totales del sistema diseñado.

8) *Construcción a posteriori de las pruebas necesarias de los equipos* para demostrar la fiabilidad del sistema. También se contó con la ayuda del tutor, quien constantemente ha aportado sus ideas y material para el desarrollo de la exploración. De esta manera, se concluye con este capítulo que la metodología y desarrollo de las tesis, el cual contiene la técnicas del Trabajo de Grado, permitió determinar el tipo y diseño de la investigación en conjunto con la información necesaria para la ejecución del trabajo así como las distintas fases en que se elaboró el proyecto.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.2 Presentación de Resultados de acuerdo a las Etapas de Investigación

En este capítulo se muestra la presentación de resultados de la investigación, el cual fue dividido por fases, ya que como no se aplicó ningún instrumento, se procedió a la ordenación y colocación de los datos en fases, de acuerdo al desarrollo de la investigación para generar una visión más amplia de la realidad, por cuanto se contrastaron tales resultados con la teoría utilizada y con los objetivos propuestos, con el fin de validar la información obtenida.

En ese sentido, el proyecto de “diseñar un sistema RFID para el control del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB, está compuesto por varias fases, de las cuales la primera de ellas estuvo orientada a la planificación del proyecto y en los cuales se detallaron los objetivos específicos a seguir en todo el proceso de investigación. De esta manera se logró visualizar el esquema general a donde se quería llegar, por ello, fue necesario el cumplimiento de una serie de fases que permitió el logro y ejecución de la investigación, tales como:

1) Investigación documental, levantamiento de la información, revisión de la literatura, uso de fuentes secundarias en las bibliotecas e Internet: ubicación de la bibliografía especializada, clasificando los materiales obtenidos, según su importancia y fecha de publicación, se seleccionaron fuentes de autores con respecto al tema, se consultó Internet y se visitaron bibliotecas de Universidades en Caracas. Es decir, se indagaron en los trabajos de tesis realizados con anticipación y selección de los más recientes, los cuales sirvieron de referentes al estudio y aportaron vías hacia la meta que se buscaba lograr con la pesquisa.

2) Formulación de los objetivos generales y los específicos, se analizaron críticamente las fuentes bibliográficas, determinando su confiabilidad y su periodicidad, con el objeto de descubrir hasta qué punto se han desarrollado investigaciones relacionadas con temática expuesta.

3) Construcción del marco teórico tomando como base todo lo expuesto por los diversos autores, en la bibliografía consultada, atendiendo a la propuesta de cada objetivo, los cuales según Sabino (2000, p. 34) tienen un enfoque analítico, es el trato perceptivo que se le da a la investigación cuando la misma involucra la necesidad de observar y crear opiniones propias desde distintos puntos de vista.

Por consiguiente, se realizó un análisis documental, que según Finol y Nava (citados por Palella y Martins, ob.cit.) está constituido por dos (2) aspectos específico: el análisis de contenido y el análisis de forma, dando lugar al análisis interno y externo. De esta manera, el análisis de contenido es aquel:

[...] contenido interno que recae en el significado y valor del documento, que constituye la unidad de análisis, originando una descripción sustancial del mismo, que parte del estudio de las ideas expresadas en el documento [...] (p. 72).

Es decir, lo fundamental en el análisis de contenido es el establecimiento previo de ciertas categorías sobre las cuales recae el análisis (unidades de análisis) y que pueden ser palabras, frases, párrafos, etc. cuya presencia va a ser estudiada y clasificada en cada documento. Por ende, se puede decir que es el conjunto de operaciones que tienden a representar el contenido de un documento de una forma distinta a la original y provoca la elaboración de un documento secundario. A este respecto, también se utilizó el análisis crítico, como técnica de trabajo, al concatenar los datos obtenidos, con el estudio y los resultados de otros autores que han desarrollado aspectos tratados en la investigación.

Por ende una vez contrastada la información, el autor procede a aportar sus apreciaciones con respecto a cada una de los objetivos planteados. El método utilizado se concibió bajo un enfoque deductivo-sintético, conceptualizado por Sabino (2000, ob. cit., p. 34), como el proceso de formar criterios y conclusiones en forma clara y concisa acerca del fenómeno estudiado. Así mismo, la técnica es aquella que se refiere según el Manual de USM (2005, ob.cit.) a:

Los medios que hacen manejables a los métodos; indican cómo hacer para alcanzar un resultado propuesto, se sitúan a nivel de los hechos o de las etapas operativas y permiten la aplicación del método por medio de elementos prácticos, concretos y adaptados a un objeto bien definido (p. 46).

Desde esa perspectiva, las técnicas aplicadas fueron las siguientes (Enciclopedia Encarta, 2007, ob.cit.):

- *El subrayado*: se basa en señalar por debajo con una raya alguna letra, palabra o frase escrita, para llamar la atención sobre ella o con cualquier otro fin.
- *El resumen*: se hace una síntesis de las ideas más importantes de un libro, texto, explicación, conferencia, etcétera. Debe ser breve, conciso, con frases cortas y sin juicios críticos.
- *Elaboración de fichas*: consistió en anotar datos breves, de interés sobre un tema, libro o particularidad y ordenarlos o archivarlos con otras similares, con el fin de tenerlas siempre que se desee, disponibles para consultarlas. Para Balestrini (2006, ob. cit.), el fichaje constituye una “técnica operacional para el manejo de las fuentes documentales, que se empleará, a fin de introducir los procedimientos y protocolos instrumentales de la investigación documental en el manejo de los datos ubicados en éstas, y requeridos en la investigación [...]” (p. 153).

4) El marco metodológico, en donde se detalló el tipo y diseño de la investigación y los procedimientos llevados a cabo para alcanzar los objetivos propuestos.

5) En las conclusiones y recomendaciones, se retoma el problema tratado y se relaciona con los aportes de la investigación, es decir se sintetizan los resultados y se distinguen los aspectos más importantes estudiados, evidenciando el logro de los objetivos y la resolución de las interrogantes expuestas en el Capítulo I.

6) Elaboración de la Propuesta: donde se detallan los aspectos relacionados con el diseño de un sistema RFID para el control del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB, en su nueva sede.

Finalmente, el autor considera que, la forma más aceptable de engranar este trabajo, atiende a las expectativas de los objetivos propuestos al inicio de la investigación.

CAPÍTULO V

PROPUESTA

5.1 Introducción

La selección de un sistema, como RFID, para automatizar las funciones de una biblioteca, coloca a esta en un compromiso a largo plazo. Al seleccionar esta tecnología, es probable que la conserve por mucho tiempo, debido principalmente a su costo. La implementación de un sistema RFID es un proyecto de gran envergadura, que cambiará radicalmente la forma actual en que se ejecutan los procesos y servicios dentro de la institución.

La tecnología RFID, se utiliza en bibliotecas para los siguientes propósitos:

- 1- Identificación y selección de libros.
- 2- Control del inventario.
- 3- Auto-préstamo y Auto-devolución.
- 4- Prevención de robos.

Aplicaciones como éstas liberan al personal bibliotecario de las tareas rutinarias y repetitivas en beneficio de la atención al cliente. Éste servicio también se ve mejorado al reducir las colas y al conseguir una circulación más rápida de libros, revistas y material audiovisual, etc. Utilizando un escáner de inventario portátil, por ejemplo, los profesionales pueden ver en pantalla una colección entera de libros, sin ni siquiera tocarlos. Se pueden encontrar fácilmente los libros mal ubicados o artículos individuales solicitados por los usuarios.

Por ende, este proyecto se basa en formular una propuesta para el uso de la tecnología RFID, que permita el control y monitoreo del fondo bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB, en su nueva sede (Figura 10: Fachada Sur de la Biblioteca Central de la UCAB y Figura 11: Fachada de la Biblioteca Central de la UCAB, nueva sede), para ello, se sustenta en los análisis y las observaciones evaluadas en lo que concierne al sistema RFID y los procesos de control bibliográfico de la Biblioteca Central de la UCAB.



Figura 10: Fachada Sur de la Biblioteca Central de la UCAB. **Fuente:** Google.

El diseño se justifica, entre otras razones, por la trascendencia que representa el RFID como una tecnología con innumerables aplicaciones, lo que hace que este proyecto sirva como ejemplo y base para promover nuevos, que hagan de la biblioteca y en especial en la UCAB, una más segura, moderna y eficiente casa de estudios así como un vanguardista centro de conocimientos.

El manejo y monitoreo del sistema, mejorará los procesos de préstamo, y la conducción óptima de la información necesaria para la elaboración de consultas inherentes a los procesos de préstamo que son pertinentes a las unidades de información, permitiendo obtener un feedback entre los usuarios y minimizando las pérdidas que pueda ocasionar la falta de un proceso de gestión adecuado dentro de la organización bibliotecaria.

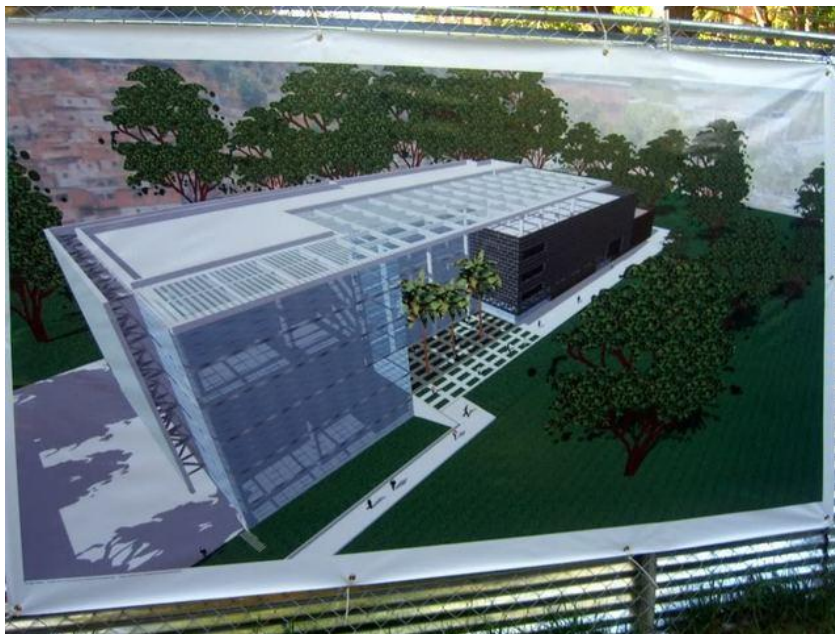


Figura 11: Fachada de la Biblioteca Central de la UCAB, nueva sede.

Finalmente, la propuesta se estructuró por fases que abarcan los siguientes aspectos:

- Planteamiento de la propuesta.
- Diagnóstico.
- Comparación entre el Sistema Actual y el Sistema con Tecnología RFID.
- Actividades y recursos necesarios para su ejecución.
- Costos de implementación.

Estas fases se describen en los siguientes puntos de este capítulo.

5.2 Planteamiento de la Propuesta

El objetivo de la propuesta se fundamenta en diseñar un sistema moderno y tecnológico de préstamo, basado en la tecnología RFID que permita el control y monitoreo de la colección de la Biblioteca Central de la UCAB, en su nueva sede. Con esta tecnología, se alcanzará una identificación relacionada a cada ejemplar bibliográfico etiquetado, en las distintas salas de la nueva sede, permitiendo su inventario de forma rápida y permanente.

La implementación de este proyecto permitirá una observación eficiente, en términos de inventario actualizado, localización de los ejemplares bibliográficos y su protección. La tecnología podrá reconocer y ubicar cada libro u obra, equipo electrónico, equipo de seguridad, eléctrico o de oficina, de forma automática y, además, almacenar información única de cada uno de ellos.

En síntesis, a futuro beneficiará el servicio de préstamo mediante el reconocimiento automático de cada obra al momento de su requerimiento y entrega, por parte del usuario, lo que genera una considerable reducción del tiempo. Y, en relación con la seguridad, el sistema RFID evitará que cualquier persona intente substraer un ejemplar o equipo de las instalaciones de la biblioteca, sin previo consentimiento del personal que allí labora. El sistema de seguridad con el que actualmente cuenta la Biblioteca Central de la UCAB, es básicamente, un control de préstamos, pero este protocolo de operación quedara obsoleto al implementar estantería abierta.

5.3 Diagnóstico

La Biblioteca Central de la UCAB, actualmente comprende una diversidad de centros, institutos, unidades y departamentos que contienen fondos documentales (ver sección 1.1), bases de datos, programas y actividades en áreas específicas y están dispuestos en un sistema integrado de organización de la información denominado Documanager. La Universidad adquirió dicho Sistema Manejador de Bases de Datos (SMBD), con el propósito de facilitar una plataforma única para resolver la gestión de los procesos documentales en todas sus dependencias.

Entre sus ventajas más destacadas está en que posee la Base de Datos de Biblioteca en los servidores de la UCAB, puede utilizarse en otras Bibliotecas de la UCAB y consultar su fondo por medio de Internet, las 24 horas del día y desde cualquier lugar. En ese sentido, para adaptarla a los nuevos tiempos y tecnologías, se creó la Biblioteca Virtual UCAB en el año 2006, iniciándose el proceso con la digitalización de las tesis de pregrado y postgrado de dicha casa de estudio y revistas ucabistas editadas por ediciones UCAB. Por otra parte, se adquirieron las Bases de Datos online: EBSCO, PROQUEST, DIALNET y MICROJURIS.

En lo que respecta a los procesos que conforman el procesamiento técnico, analítico y sintético de la información, como son la catalogación, clasificación, indización y la selección y adquisición de documentos, se cuenta con los recursos humanos formados en el área de las ciencias de la información y la documentación.

También, se cuenta con la tarjeta TAI de la UCAB y Banco Mercantil, la cual se encuentra integrada al sistema de préstamo y a la vinculación con entidades externas; adicionalmente existe el Consorcio AGORA-BIT.COM.VE, un portal de Bibliotecas que agrupa 8 entidades (Biblioteca Filosofado, Biblioteca centro Gumilla, CERPE, Biblioteca UCAB Guayana, Biblioteca Teologado, Biblioteca ITER, Biblioteca Colegio San Ignacio y Biblioteca Banco Mercantil).

En la Universidad no solo se cuenta con la Biblioteca central, adicionalmente existen varios centros y portales virtuales que se encuentran descentralizados de esta, estos son:

- RECOM: Un portal de bases de datos sobre el amplio campo de la Comunicación Social y la Cultura. (Virtual)

- NEDE: Centro de información y documentación (CID-NEDE) física y electrónica que sirve de referencia en materia de delincuencia económica e ilícitos financieros y ofrece servicios especializados para apoyar los procesos educativos, programas y actividades de investigación y asesoría del núcleo.

- CICSVI: La Salas Virtuales de Investigación (SVI) son espacios de acceso libre que ofrecen información relevante sobre un tema o un personaje del periodismo venezolano. Permiten hallar fuentes documentales primarias, secundarias y periféricas que ayudan a comprender el contexto en el cual fueron producidos los documentos. (Virtual).

- CD-IIES: El Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales, este permite el acceso a toda la producción técnica, científica y académica del Instituto. Así mismo, a través del catálogo en línea, podrá hacer consultas bibliográficas del fondo especializado con el que cuenta el CD-IIES.

- IIH-UCAB: Instituto de investigaciones históricas, este es un organismos de la facultad de humanidades y educación destinado fundamentalmente a la investigación en el área de historia y cultura del continente americano.

Adicionalmente, existen otro grupo de pequeñas colecciones en algunas Facultades, Escuelas y Departamentos dentro del campus de la UCAB, tanto estas, como los 5 centros mencionados presentan el mismo inconveniente, no existe un portal que los mencione a todos, y que aporte una información estructurada de estos, son todas autónomas e independientes, siendo sus políticas y protocolos de trabajo diferentes entre ellas

5.4 Comparación entre el Sistema Actual y el Sistema con Tecnología RFID

En la *Tabla 10. Comparación entre el Sistema Actual y el Sistema con Tecnología RFID*, la labor de inventario realizada con el actual sistema, presenta considerables dificultades para lograr con éxito un resultado inmediato. Sin embargo, al momento de incorporar tecnología RFID, estos son mucho más satisfactorios, debiéndose, principalmente a las innumerables ventajas que tiene un sistema de identificación, en el cual no necesita contacto visual con una etiqueta para realizar la lectura, frente a otro que es completamente necesaria, como el sistema de código numérico. Otros de los factores que se verían afectados, pero en menor grado, serían: el incremento en la velocidad para realizar préstamos de materiales y la mejora en el control de documentos en estanterías.

No obstante, a continuación se presenta una comparación entre el Sistema Actual y el Sistema con Tecnología RFID, en la cual es necesario centrar éste análisis en factores que son una parte importante del futuro accionar del sistema, estos son:

- (1) El proceso de inventario.
- (2) El préstamo de documentos.
- (3) La devolución de documentos.
- (4) El sistema de seguridad.

Aquí se concentran las principales ventajas y desventajas, de ambos sistemas, frente a las tareas más importantes a considerar, una vez que sea efectiva la puesta en marcha de la aplicación RFID.

Tabla 10. Comparación entre el Sistema Actual y el Sistema con Tecnología RFID

SISTEMA ACTUAL		
TAREA	VENTAJAS	DESVENTAJA
INVENTARIO	- Bajo costo de inversión para realizar la tarea. - Tecnología actualmente en funcionamiento. - Personal familiarizado con el actual sistema. - debido al tiempo esta tarea se realiza una vez al año.	- Se realiza 1 vez por año académico, obteniendo los resultados de pérdida de artículos. - Reordenamiento de estantería manual. - El sistema de lectura no es portátil y es necesario llevar los libros al mesón de trabajo para realizar la tarea. - Es necesario abrir cada libro y cargar el código de manera manual para cargar los datos al sistema. - Mayor requerimiento de personal a realizar la tarea. - Los tiempos actuales invertidos para realizar inventario ascienden a las 7920 horas hombre.
PRESTAMO Y DEVOLUCION	- Menor costo de inversión para realizar la tarea. - Personal familiarizado con el actual sistema.	- Lentitud en el préstamo y recepción de libros. - Es imprescindible abrir el libro para hacer lectura del código. - Es necesario cargar el código de manera manual al sistema.
SISTEMA DE SEGURIDAD	- El personal de biblioteca es el único que tiene acceso a las estanterías.	- No se cuenta con un sistema de seguridad automático.
SISTEMA CON TECNOLOGÍA RFID		
TAREA	VENTAJAS	DESVENTAJA
INVENTARIO	- Se realiza inventario al término de cada semana laborable. - Se estima un tiempo de 2 horas para realizar inventario. - Se utiliza la ayuda del lector portátil e inalámbrico para realizar el reordenamiento de estantería. - Se realiza la búsqueda de libros de forma inalámbrica, sin tener que realizar contacto visual con el texto. - No es necesario sacar los libros de estantería para hacer inventario.	- Mayor costo de implementación. - Mayor tiempo requerido para una nueva implementación. - Hay que realizar pruebas previas para evitar la interferencia en estanterías.
PRESTAMO Y DEVOLUCION	- No necesita contacto visual con la etiqueta RFID, para poder hacer lectura del código registrado en el chip. - La tecnología permite leer múltiples etiquetas RFID, simultáneamente. - Mayor velocidad en el préstamo de textos. - No se requiere personal administrativo para realizar dicha tarea.	- Nuevo Costo de inversión.
SISTEMA DE SEGURIDAD	- La tecnología RFID evita falsificaciones de códigos.	- Inversión para la compra de nuevos portales de seguridad.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

5.5 Actividades y Recursos necesarios para su Ejecución

5.5.1 Descripción general del Sistema

El modelo del sistema que se propone para el actual funcionamiento de la biblioteca, consiste en la incorporación de etiquetas con tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) a los documentos bibliográficos existentes, para su préstamo, catalogación y registro. Las etiquetas RFID, admitirán grandes mejoras sobre dos (2) operaciones fundamentales dentro del sistema de gestión bibliotecario, estas son:

1) Permitir una mayor frecuencia en la tarea del registro de inventario, gracias a que ésta tecnología reconoce una identificación inalámbrica de cada material que contenga adosada una etiqueta RFID. Por lo tanto, este proceso podrá entregar diariamente resultados si ha ocurrido alguna sustracción de material bibliográfico, sin la autorización necesaria para ello.

2) Ejecutar la operación de préstamo y la recepción de material bibliográfico en un menor tiempo del acostumbrado.

Esto se debe, a que el sistema de identificación no necesita contacto visual con la etiqueta RFID para poder hacer lectura del código registrado en el chip. Se podrá contar, por una parte, con una valiosa información respecto al estado del material bibliográfico al término de cada día laboral, y por otra, con una mayor velocidad en el proceso de préstamo y recepción de documentos bibliográficos.

5.5.2 Descripción de la Sala de Colección General

La tecnología RFID, se ubicaría al comienzo en la sala de colección general. Esta sala albergaría en su interior textos pertenecientes a la colección general, que corresponde a los libros que son prestados por un período máximo de 3 días, sin renovación. Posteriormente, se incorporaría la colección de tesis, trabajos de ascensos, etc., las revistas de especialidad y la sala de referencia.

Esta sala permitirá, también, una mejor gestión, administración y vigilancia del material bibliográfico existente dentro de ella, aportará el tiempo y el espacio necesario

para realizar pruebas y ensayos de operación sobre la tecnología de identificación, que fortalecerá el manejo y el control del sistema. Este fortalecimiento y dominio del mismo, entregará la opción de analizar la posibilidad de ampliar los prestamos del servicio bibliotecario, como adquirir una estación de auto préstamo (véase *Anexo D: Estación de Auto préstamo*), que daría una mayor autonomía a los estudiantes y profesores de al solicitar algún texto, o ampliar la incorporación de etiquetas RFID a toda la colección existente en la Biblioteca Central de la UCAB.

5.5.3 Funcionamiento del nuevo Sistema

El sistema propuesto para la Biblioteca Central de la UCAB se ubicaría en la nueva sede (véase Figura 12. Plano de la UCAB), este se basa principalmente en la lectura de etiquetas con tecnología RFID para realizar las labores de préstamo, recepción de documentos, ubicación, reacomodo y para efectuar inventarios cotidianos de los documentos que se encuentran dentro de la misma.



Figura 12: Plano de la UCAB, la sede de la nueva biblioteca se construye anexado al edificio actual.
Fuente: <http://www.ucab.edu.ve>

Técnicamente, el nuevo sistema (incluido el cambio de software actual con la incorporación del software RFID) funcionaría de la siguiente manera:

1. El bibliotecólogo hace lectura de la credencial universitaria del estudiante (TAI), para tener acceso a su cuenta personal.

2. La estación del personal envía la información del cliente, hacia el sistema de circulación de la biblioteca (Software RFID) para validar al cliente.

3. Una vez validada la cuenta, el bibliotecólogo simplemente debe pasar los documentos sobre el lector RFID de la estación de trabajo, o simplemente apilar los materiales sobre éste, para ser registrados.

4. El lector de la estación del personal envía la información del cliente y de los documentos, hacia el sistema de circulación de la biblioteca (Software RFID) para validar al cliente y los materiales que van a ser prestados.

5. Cuando la transacción ha sido realizada, se podrá imprimir un recibo, indicando los materiales que han sido prestados y la fecha en que deben ser devueltos.

De igual manera el proceso puede ser realizado con la estación de auto-préstamo, con los mismos pasos, pero de manera automática, y sin necesidad de ser atendido por personal administrativo.

Para lograr esta comunicación entre ambos sistemas de gestión, se recomienda la adquisición del protocolo que ofrece 3M en Venezuela. Éste, permitirá un eficiente intercambio de información cuando sea solicitada, desde la actual base de datos del sistema de gestión bibliotecario de la Biblioteca Central de la UCAB, hacia el software RFID, y viceversa. La adquisición de dicho software se encuentra contemplada e incluida en el análisis de costos (ver sección 5.7).

5.5.4 Etapas del Proyecto (Sistema RFID)

Para realizar la implementación de este proyecto se ha dispuesto de una serie de etapas a cumplir, a fin de llevar la realización del mismo de una manera sistemática y coherente. A continuación se presenta un listado de diferentes aspectos que deberán ser considerados para llevar a cabo de manera positiva dicha propuesta:

1. *Evaluación del sistema actual:* al realizar una evaluación al sistema de software de bibliotecas (ILS) actual, podemos evidenciar que este no es compatible con el sistema propuesto en este trabajo de grado, debido a que el mismo no soporta el protocolo SIP2, por este motivo, surge la necesidad de buscar una alternativa para el actual ILS.

2. *Selección y migración de ILS*: tras realizar una evaluación e investigación de los ILS existentes en el mercado, y comparando sus costos y facilidades para realizar la migración, se determinó que la opción más viable para la Biblioteca de la UCAB sería el sistema KOHA, ya que este soporta los protocolos necesarios para comunicarse con el sistema de Software de RFID, además no tiene un costo de inversión por ser un sistema gratuito, y por si fuera poco, la empresa que proporcionaría los equipos, realizaría la migración de un ILS al otro, de forma gratuita.
3. *Conversión del sistema actual a código de barras*: para poder realizar la implementación de un sistema RFID en una biblioteca, es estrictamente necesario primero contar con un sistema de código de barras, es por esto, que como parte del proceso de implementación de este trabajo, es necesario cambiar en primera instancia a este sistema de control. Para realizar esta tarea, se cuenta con el ILS propuesto en la sección anterior, ya que posee una herramienta que permite imprimir una etiqueta con código de barras diferente para cada ítem que contiene en su base de datos, de esta manera se puede cambiar toda la colección de un sistema a otro de una forma sencilla y práctica.
4. *Conversión de código de barras a RFID*: Posteriormente a la identificación con el código de barras se procede con el proceso de migración a RFID el cual es muy sencillo, el único equipo necesario para realizar esta tarea es la estación de trabajo (ver 5.6.1 *Estaciones de trabajo RFID 3M, modelo 895*), y basta con realizar una lectura del código de barras, colocar un Tag RFID en el ítem, colocar el ítem sobre el Pad (antena RFID), y se espera entre uno o dos segundos para que el sistema informe en pantalla de que el Tag está operativo, luego de haber realizado esta tarea, el ítem ya se encuentra registrado y pasa a formar parte en sistema de la nueva colección RFID.
5. *Sincronización de los equipos con la red LAN de la Biblioteca*: se refiere a la adecuación de los equipos que serán conectados a la red de la biblioteca, es decir, las unidades de auto préstamo, los portales de seguridad y las estaciones de trabajo, tanto las estaciones de trabajo como las unidades de

auto préstamo se conectan a las red de forma física a través de la interfase Etherneth con conectores RJ-45, y los portales de seguridad pueden ser conectados a las red (en forma física por interface Etherneth con conectores RJ-45) o de forma inalámbrica, utilizando tecnología Wi-Fi. Es decir, la transmisión será continuamente de pulsos de energía mediante ondas de radio, que son recibidos por las etiquetas. Las etiquetas detectan la energía y devuelven una señal de respuesta. La señal de respuesta contiene la información almacenada en el chip de las etiquetas. Todos estos equipos son conectados a las red y configurados como cualquier otro mecanismo de la red LAN, la única configuración necesaria es asignarle una dirección IP, esta puede ser estática o dinámica. La administración y configuración de la red es realizada por el personal encargado de esta área en la UCAB, los equipos soportan estas interfaces de red y son compatibles con los protocolos de red TCP/IP.

5.6 Requerimientos del nuevo sistema: Materiales y Humanos

5.6.1 Recursos Materiales

Para lograr un mejor entendimiento de lo descrito en la propuesta presentada, es necesario definir las características técnicas y funcionales del suministro e instalación de un sistema de préstamo, devolución y control e inventario de documentos (véase *Figura 13: Equipos de hardware que conforman el sistema RFID propuesto*), así como la inicialización y pegado de etiquetas de circulación RFID y protectores de los artículos bibliográficos seleccionados de la sección de estantería abierta de la Biblioteca Central de la UCAB, nueva sede, para ser parte del proyecto piloto con tecnología RFID.

Por ende, los elementos necesarios para la implementación, deberán cumplir en general, los siguientes requerimientos técnicos y funcionales que se proponen a continuación:

- *Estaciones de trabajo RFID 3M, modelo 895(ver anexo A)*: se proponen 5, una para cada área de consulta, desde planta baja hasta piso 3, lo que suman 4 unidades, y

una extra para el personal de la biblioteca exclusivamente y como repuesto si es necesario.

-*Estación de auto préstamo RFID 3M, modelo 8420 (ver anexo D):* se proponen al menos 3 estaciones de auto reclamo, se recomienda colocar 1 por piso, desde planta baja hasta piso 2.

- *Etiquetas 3M, TAGS RFID (ver anexo B):* estas etiquetas vienen en rollos de 1000 unidades, se calculó que son necesarias 350 cajas para poder etiquetar la colección completa, y se dispongan de etiquetas de reserva para ítems nuevos.

-*Asistente Digital de biblioteca RFID 3M (ver anexo E):* este equipo es el que le permitirá al personal de la biblioteca realizar tareas rutinarias de una forma mucho más eficiente de cómo se realizan actualmente, Se recomienda adquirir 2 equipos. (Véase: *Figura 16: Operaciones del Asistente Personal portátil de 3M*).

- *Sistema de Detección RFID 3M Modelo 9102 (ver anexo c):* son necesario 3 equipos para cubrir eficientemente las salidas norte y sur de planta baja de edificio, 1 equipo para la salida norte, y 2 equipos para la salida sur (véase *Figura 14: Planos de Planta baja elaborado en AUTOCAD, con señalación de los sistemas de detección*).

- *Sistema de Detección RFID 3M modelo 9101:* se necesitan 2 equipos que están destinados a cubrir las 2 únicas salidas peatonales que se encuentra en el semi sótano (véase *Figura 15: Plano de Semi-Sótano elaborado en AUTOCAD, con señalación de los sistemas de detección*).

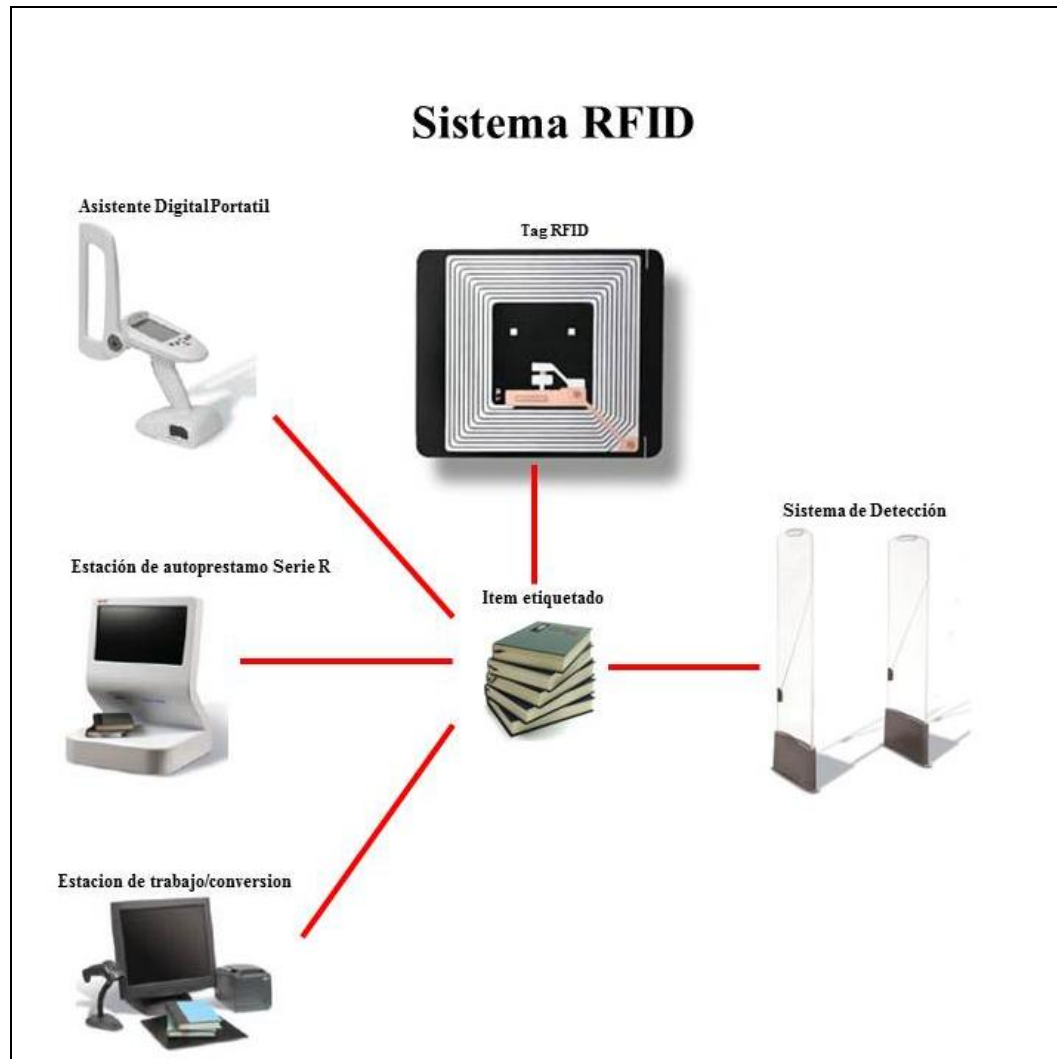


Figura 13. Equipos de hardware que conforman el sistema RFID propuesto. Fuente: Elaboración propia, 2012.

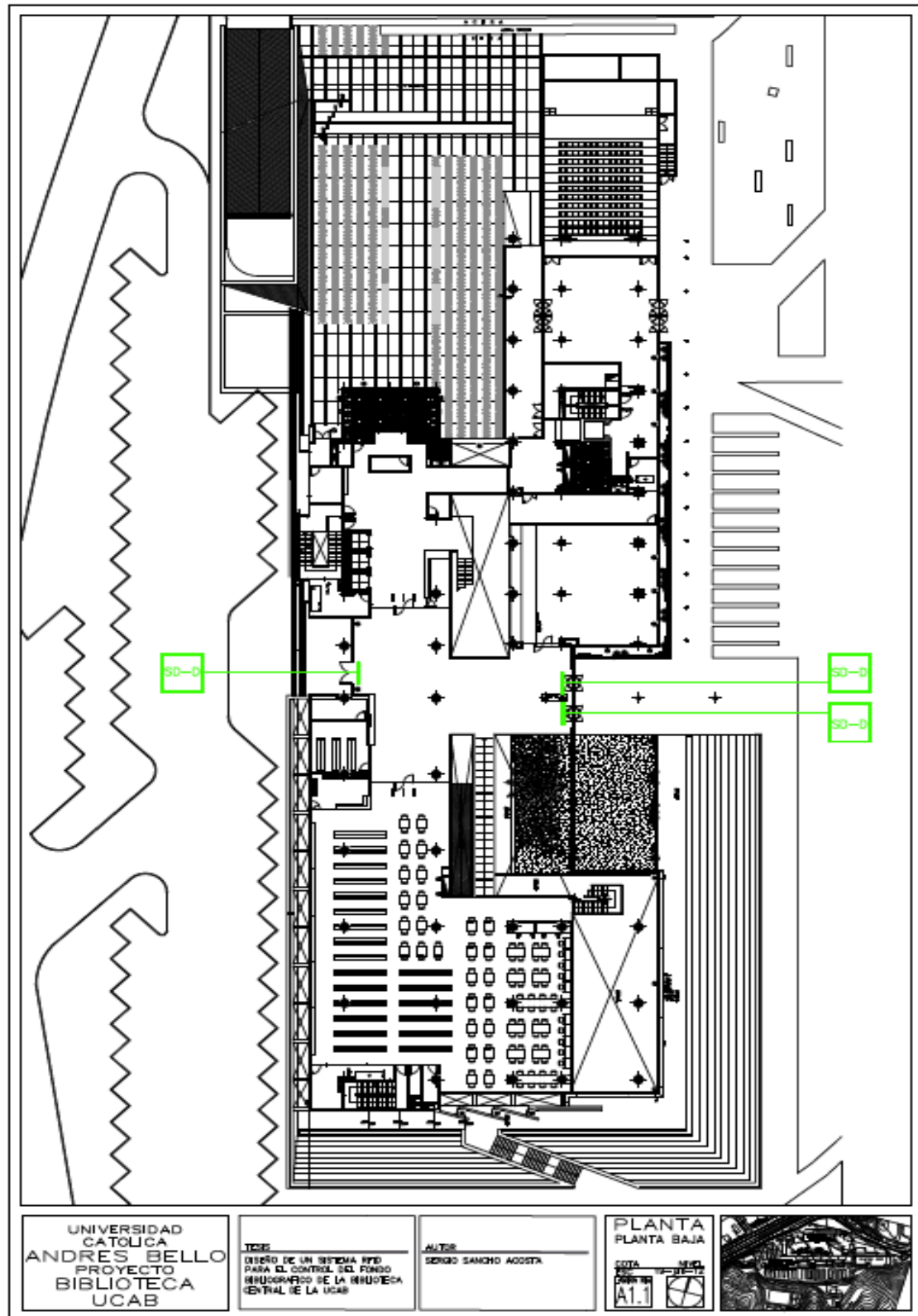


Figura 14: Planos de Planta baja elaborado en AUTOCAD, con señalación de los sistemas de detección.
Fuente: Elaboración propia (2012).

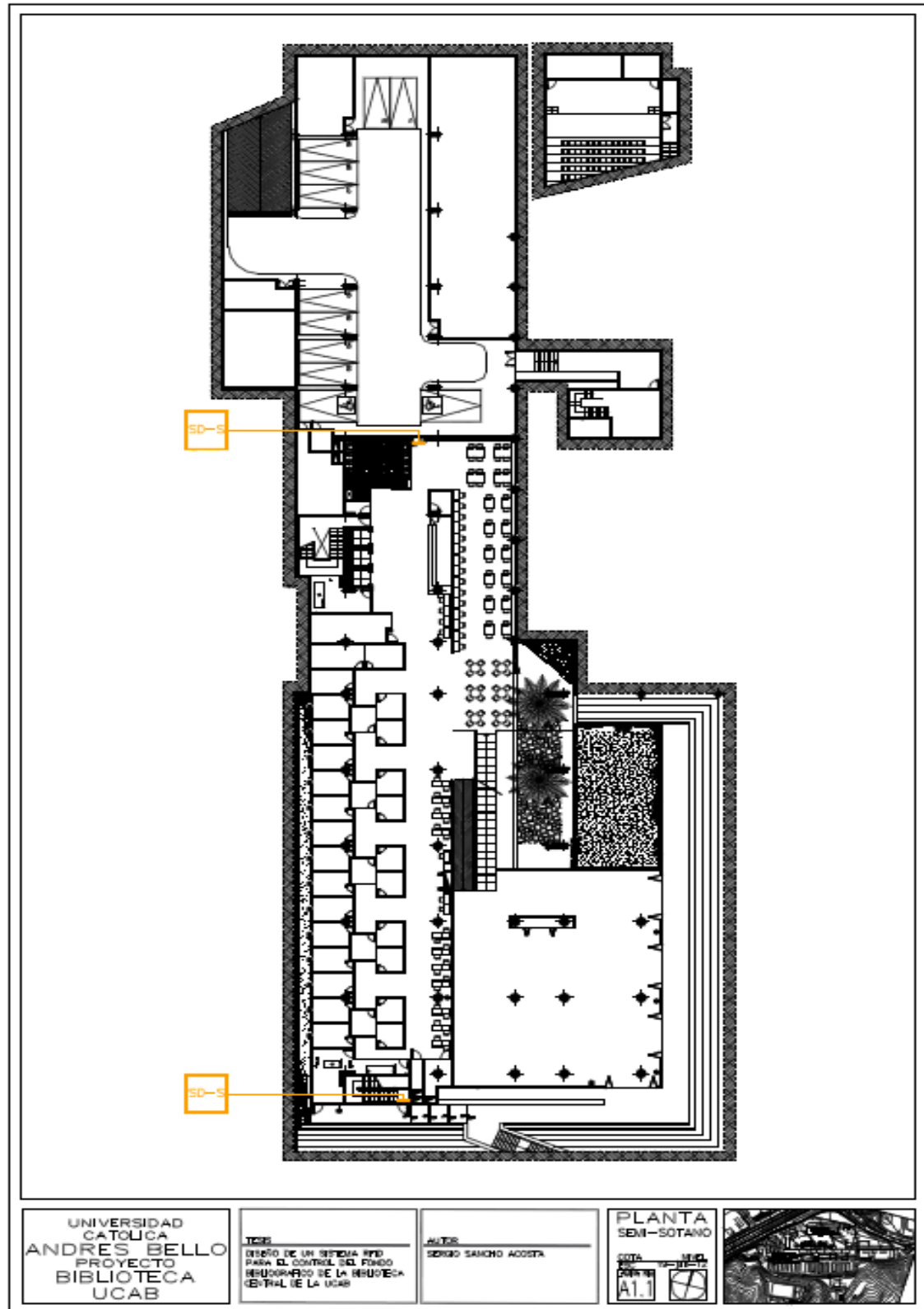


Figura 15: Plano de Semi-Sótano elaborado en AUTOCAD, con señalación de los sistemas de detección.
Fuente: Elaboración propia (2012).

A continuación, se define la estructura interna y funciones del nuevo Edificio de Biblioteca Central de la UCAB, el cual tendrá una superficie de nueve mil metros cuadrados y a través de la investigación se propone la selección de un sistema para automatizar la función de préstamo de la biblioteca. En los planos de planta baja (PB) y semi sótano (PS) se propone colocar ubicaciones de los portales de seguridad (*Figura 14 y Figura 15*), señaladas en colores. Por otra parte, para el semi sótano están destinados 2 equipos de detección que cubren las únicas 2 salidas peatonales del esa planta, el número de modelo de estos equipos es el 9101 y el 9102. Así mismo, por cuestión de dimensiones de las salidas, para planta baja están destinadas 3 unidades de portales, de las cuales (son 3 pares). De esta manera, se logran hermetizar las salidas del edificio, dificultando los intentos de usuarios que deseen sacar algún bien del recinto, sin previo consentimiento o autorización,

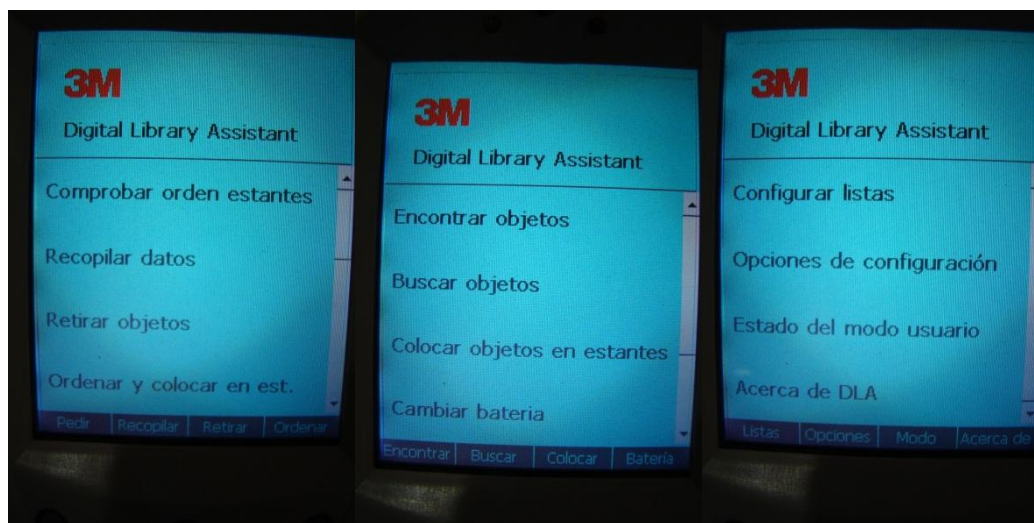


Figura 16. Operaciones del asistente personal portátil de 3M. **Fuente:** Presentación Sistemas para Librerías 3M, 2012.

5.6.2 Recursos Humanos

Sin duda alguna, el equipo humano que se encontrará respaldando y trabajando en el proyecto, debe ser multidisciplinario y dentro de lo posible estar liderado por un bibliotecólogo que unifique los criterios tecnológicos con las políticas de la institución, en este caso con el sistema de la UCAB. Pensando siempre en la tecnología como una herramienta que permite facilitar los objetivos fundamentales de la institución. Primero, el reducir la pérdida de materiales bibliográficos desde estantería abierta y en segundo lugar, el prestar un servicio de calidad y de valor agregado a los usuarios del sistema ya sean estos alumnos, académicos, a personas externas, etc.

Basando el estudio de casos de implementación RFID en la biblioteca, el equipo a cargo del proyecto puede estar conformado por los siguientes integrantes:

1. Jefe del proyecto.
2. Personal de la biblioteca
3. Personal de sistemas (personal de la Universidad).
4. Personal de empresas proveedoras (INFOLINK).

5.7 Costos de Implementación

Para la elaboración de los costos de implementación, se han considerado los datos obtenidos principalmente de la información proporcionada por el proveedor de 3M (INFOLINK) en Venezuela. Sin embargo, los costos entregados en las siguientes tablas son aproximaciones, debido, a que estos se encuentran sujetos a modificaciones sin previo aviso. (Véase *Tabla 11: Costos de equipamiento RFID*).

Por ende, en la *Tabla 11*, se considera la compra del Software de administración de datos *3M modelo 747*, por lo tanto, los costos asociados a una implementación de tecnología RFID ascienden aproximadamente a 937.375,00 Bs.F. (novecientos treinta y siete mil trescientos setenta y cinco bolívares fuertes), según precios de INFOLINK, quienes son los proveedores en el país.

Tabla 11. Costos de equipamiento RFID

CANTIDAD	EQUIPOS E IMPLEMENTOS	PRECIO UNIDAD Bs. F.	PRECIO TOTAL Bs. F.
5 Unidades	Estaciones de trabajo RFID 3M, modelo 895 3M / Pad Staff Workstation Model 895 w/USB Reader	6.080,00	30.400,00
3 Unidades	Estación de auto préstamo RFID 3M, modelo 8420/ 3M Self Check(TM) Modelo 8420	20.630,00	61.890,00
2 Unidades	Asistente Digital de biblioteca RFID 3M / 3M DIGITAL LIBRARY ASSISTANT MODEL 803	16.303,00	32.606,00
1 Unidad	Software de administración de datos 3M modelo 747 (digital data manager) / Digital Data Manager Administración digital de datos modelo 747	3.635,00	3.635,00
350 Cajas	Tags RFID D1 3M (caja de 1000 unidades)	2.100,00	735.000,00
1 Unidad	3M RFID Detection System Model 9101 36" Base Plate (WIRED Network Card)	22.670, 00	22.670, 00
2 Unidad	3M RFID Detection System Model 9102 36" Base Plate (WIRED Network Card)	25.587,00	51.174,00
		TOTAL EN BOLIVARES	937.375,00

Fuente: Elaboración propia, 2012.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las conclusiones a las que se llegó después de haber realizado este Trabajo Especial de Grado y se ofrecen algunas recomendaciones que permitirán complementar la mencionada propuesta:

6.1 Conclusiones

- La tecnología RFID, aunque se halla inmersa en una continua evolución y mejora, se encuentra ya bastante madura, y es la mejor opción para aplicaciones donde es necesario la identificación de objetos, personas o animales en tiempo real; sin detener las tareas que estos desarrollan, o paralizar las actividades de las instalaciones o empresas donde se encuentran, ya que éste, permite la identificación que se realiza de forma remota, sin la necesidad de tener contacto directo con el dispositivo.
- Se evidencio que esta tecnología, aplicada a las bibliotecas mejora en gran medida y de distintas maneras la forma que estas operan, pero además brinda la capacidad de tener a la mano estadísticas útiles como son: el número de usuarios atendidos, demanda en determinados artículos, ítems dañados o extraviados, que le permitirán al Personal responsable actuar en consecuencia con el fin de mejorar el servicio prestado.
- Se seleccionaron para este trabajo equipos que no solo son parte de esta tecnología, sino que fueron creados específicamente para esta aplicación. En nuestro caso en particular se evaluaron distintas marcas que proporcionan dichos equipos y finalmente se escogió la empresa 3M que se presenta como líder a nivel mundial en el área de RFID para bibliotecas, además, es válido resaltar que esta es la única empresa que tiene alcance de distribución, instalación y soporte en nuestro país.
- Actualmente la Biblioteca Central de la UCAB posee una colección estable que en términos generales presenta consistencia entre lo que se encuentra físicamente en estantería y lo que se halla registrado en la base de datos bibliográfica. Ello representa

un importante punto a favor previo a la conversión a etiquetas de RFID, pues, el proceso no se verá obstaculizado por errores e inconsistencias en la colección.

- La Propuesta planteada permite una mejora muy sustancial al usuario final motivado a que los tiempos en la solicitud de un texto será muy reducido en comparación con el actual, igualmente tendrá la oportunidad de consultar el texto antes de retirarlo de la biblioteca, así como la oportunidad de consultar otros libros de manera personal, rápida y sencilla. De la misma manera la biblioteca además de ejercer un mayor control de sus textos, tendrá a la mano, las estadísticas sobre el movimiento y requerimiento de los usuarios, que le permitirá ejercer acciones de forma inmediata para mejorar su servicio.
- El tiempo empleado para la realización de la tarea de inventario se verá reducido en un 99,97% pasando de 7920 horas hombre, que es el tiempo empleado actualmente, al estimado que son 2 horas, con el asistente digital de biblioteca RFID, sin embargo, no solo el tiempo de la tarea se ve afectado, esta disminución drástica permite al personal de biblioteca aumentar la frecuencia de dicha tarea, pudiendo realizarse semanalmente y no anualmente como se realiza con el sistema actual. Podemos evidenciar que esta tecnología afecta notablemente tanto el tiempo como la frecuencia del proceso de inventario, lo que permite al personal administrativo tener un mejor control del fondo bibliográfico permitiendo una temprana detección de pérdidas, hurtos, daños u otro factor que pueda perjudicar la colección.
- Además de las ventajas mencionadas en puntos anteriores, existen otros factores que se ven beneficiados con esta propuesta, como son: la reducción del tiempo necesario para realizar préstamos y devolución de artículos y la mejora en el control y organización de artículos en estanterías.

6.2 Recomendaciones

- En la Universidad existen actualmente otras bibliotecas secundarias ubicadas en áreas diferentes a la Biblioteca Central, que funcionan de manera independiente, por lo que es muy importante requerir que estas sean anexadas en cuanto a su funcionamiento se refiere a la Biblioteca Central. Con ello el usuario tendrá mayor información de manera centralizada y con procedimientos únicos a la hora de requerir un determinado texto de consulta.
- Al instalar el sistema RFID, se debe capacitar al personal de la Biblioteca en el uso y manejo del mismo. La empresa INFOLINK realiza esta capacitación de manera voluntaria y sin costo adicional al proporcionar el sistema.
- Emplear las estadísticas que proporciona el sistema al momento de adquirir nuevas obras, realizar modificaciones en el horario de trabajo, desarrollar sistemas de vigilancia, entre otras.
- La tecnología RFID es altamente adaptable y escalable por lo que es muy importante mantenerse actualizado con dicha técnica ya que se aprecia un gran avance e indudablemente existirán mejoras permanentes que deberán ser adaptadas al sistema recién adquirido.
- La adquisición de un sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), podría ayudar a mejorar aún más la seguridad dentro del edificio, además se pueden usar las estadísticas que aporta el sistema RFID para determinar zonas vulnerables y puntos ciegos en la infraestructura y en áreas internas de la institución.
- Desarrollar campañas comunicacionales con miras de divulgar y promocionar el sistema RFID, para el préstamo circulante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almonacid S., Luis A. (2007). *Estudio de factibilidad para implementar tecnología RFID en biblioteca Miraflores*. [Tesis en línea]. Trabajo Especial de Grado publicado. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Electricidad y Electrónica. Santiago, Chile. Recuperado el 25 de marzo de 2012, desde <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3552/2/40883-2.pdf>.

American Psychological Association (2005). *Manual de estilo de publicaciones de la American Psychological Association*. (5ta ed.). México (D. F.): Manual moderno.

American National Standard Institute (1999). *Normas ANSI NCITS-T6 256-1999*. New York: Autor.

Balestrini, M. (2006). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación*. Caracas: Consultores Asociados.

Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) (2010). *Decreto N° 7.591* Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 39.479, de fecha 3 agosto de 2010. Recuperado el 15 de junio de 2012, desde <http://www.leyesvenezolanas.com>.

De la Cruz Vélez de Villa, Percy E., Reyes Huamán, Marlene y Bravo Loayza, Daniel (2010). “*Radiofrecuencia de identificación (RFID): microtecnología de gran impacto*” [Revista en línea]. **Revista de Ingeniería de Sistemas e Informática**, (7), 2, Julio- Diciembre. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática. Recuperado el 14 de mayo de 2012, desde <http://www.ihg.net/>

Fumai Tuccitto, Alessandro y José Gabriel Teriús Padrón (2009). *Diseño de una red para control de inventario en procesos industriales haciendo uso de la tecnología RFID*. [Tesis en línea]. Trabajo Especial de Grado no publicado. Universidad Católica Andrés Bello, Escuela de Telecomunicaciones. Caracas-Venezuela.

García, V. (2006). *Estudio de la identificación por radiofrecuencia (RFID) y desarrollo de software relacionado con el control de la cadena de suministro*. [Tesis en línea]. Recuperado el 30 de julio de 2011, desde http://pc23te.dte.uma.es/Recursos/RFID/RFID_Memoria.pdf.

Gómez-Gómez, Alberto; Borja Ena-Rodríguez y Paolo Priore. (2007). “*RFID en la gestión y mantenimiento de bibliotecas: El profesional de la información*” [Revista en línea], **El profesional de la información**, 16, 4, julio-agosto, pp. 319-328. Recuperado el 5 de julio de 2011, desde <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2007/julio/05.pdf>.

Hernández Sampieri., R., Fernández, Z. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

Higgins, L. y Cairney, M. (2006). *Tecnología RFID: El Rincón de la Ciencia*, 39. [Documento en línea]. Recuperado el 13 de marzo de 2012, desde <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid2/rc-98/rc-98.htm>.

Hurtado, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística*. Caracas: SYPAL.

Martínez Olmo, María del Pilar y Carmen María Pérez-Montes Salmerón (2008). *La tecnología RFID aplicada a bibliotecas: La experiencia de la Biblioteca Tomás Navarro Tomás* [Documento en línea]. Ponencia presentada en las X Jornadas de Gestión de la Información, Madrid. Recuperado el 15 de agosto de 2011, desde http://digital.csic.es/bitstream/10261/8937/1/SEDIC_08.pdf.

Maturana Maturana, Christian. (2006). “RFID: El código de barras inteligente para Bibliotecas. Serie Bibliotecología y Gestión de Información”. [Revista en línea], **Serie Bibliotecología y Gestión de Información**, 18, 2006. Recuperado el 23 de septiembre de 2011, desde <http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/8438/1/CCF70ADC.pdf>.

Microsoft (2009). *Enciclopedia Encarta para Windows*. (Versión 8.0) [Programa de computadora]. New York: Autor.

Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI) y Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España (AETIC) (2009). *La tecnología RFID: Usos y oportunidades*. [Libro en línea]. Recuperado el 4 de octubre de 2011, http://www.aetic.es/CLI_AETIC/ftpportalweb/documentos/RFIDCOMPLETO.pdf.

Palella S., S. y Martins P., F. (2005). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas: FEDUPEL.

Píriz Pérez, Emilio. (2008). *Biblioteca Central de la UCAB, breve resumen histórico*. [Documento en línea]. Recuperado el 22 de agosto de 2011, desde <http://www.ucab.edu.ve/historia.2997.html>.

Portillo, Javier I., Bermejo, Ana Belén y Bernardos, Ana M. (2008). *Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): Aplicaciones en el ámbito de la salud*. [Libro en línea]. CEIM Confederación Empresarial de Madrid – CEOE, Dirección General de Universidades e Investigación, Fundación Madrid para el Conocimiento. Madrid (España): Fundación Madrid para el Conocimiento.

Ramírez, Tulio (1999). *Como hacer un proyecto de investigación: Humanidades y Educación*. (3ra. Ed.). Caracas: Panapo.

Reynolds G., Lynch K. (2004). *RFID: Un Acercamiento Práctico*. México: Tyco Fire & Security.

Sabino, C. (2000). *El Proceso de la Investigación*. Caracas: Panapo.

Sierra B., R. (1995). *Tesis Doctorales y Trabajos de Investigación Científica*. Madrid: Editorial Paraninfo.

Tapia, Dante I., José R. Cueli, Óscar García, Juan M. Corchado, Javier Bajo y Alberto Saavedra (2007). *Identificación por Radiofrecuencia: Fundamentos y Aplicaciones*. [Documento en línea]. 1a Jornadas Científicas sobre RFID, Ciudad Real. Recuperado el 15 de agosto de 2011, desde http://bisite.usal.es/webisite/archivos/publicaciones/otrosCongresos/2007/articulo_rfid_fundamentos_b.pdf.

3M (2006). *Creando un Biblioteca más Humana: Manejo de Seguridad, Productividad e Información de 3M: Catalogo de Productos*. New York: Autor.

Unión Internacional de Comunicaciones (IUT) (2005) “*Identificación por frecuencias radioeléctricas (RFID)*” [Revista en línea]. **Ubiquitous Network Societies**, pp.14-18. Recuperado el 28 de mayo de 2012, desde www.itu.int/ubiquitous/Papers/RFID%20background%20paper.pdf.

Universidad Alejandro de Humboldt (2005). *Manual, Normas y Orientaciones para la elaboración de trabajo de grado*. Caracas: Autor.

Universidad Católica Andrés Bello (2009). *Anuario estadístico* (1ª. Edic.). Caracas: Autor.

Universidad Católica Andrés Bello (2011). *La misión y visión de la Biblioteca*. [Página Web en Línea]. Recuperado el 19 de agosto de 2011, desde <http://www.ucab.edu.ve/inicio.947.html>.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especializaciones y Maestría y Tesis Doctorales*. FEDUPEL. (4ª ed.). Caracas: Autor.

Universidad Santa María. (2005). *Normas para la Elaboración, Presentación y Evaluación de los Trabajos Especiales de Grado*. Caracas: Autor.

Velazco O., Jorge Luis (2006). *Guía Práctica Trabajo Especial de Grado*. Caracas: UCAB.

Sitios WEB Consultados:

<http://www.nedap.es>

<http://www.3m.com>

<http://www.ucab.edu.ve/historia.2997.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Koha>.

<http://www.softwareseleccion.com/aleph+500-p-1066>

<http://www.bib.usb.ve/descripcion.htm>

www.3m.com/library

www.nfcforum.org.

ANEXOS

ANEXO A

ESTACIÓN DE TRABAJO

ANEXO B

ETIQUETAS

ANEXO C

SISTEMA O PORTALES DE DETECCIÓN DE

SEGURIDAD

ANEXO D

ESTACIÓN DE AUTO PRÉSTAMO

ANEXO E
ASISTENTE PORTÁTIL

ANEXO F

GLOSARIO DE TÉRMINOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Antena: la antena unida al chip es responsable de la transmisión de la información contenida en la etiqueta hacia el lector RFID (García, 2006).

Asistente Digital Portátil: Este equipo ejecuta una variedad de funciones de manejo de la colección haciendo el seguimiento e identificación muy eficiente (3M, 2006, p. 3).

Auto-Préstamo Series: Permite a usuarios de las Bibliotecas en forma automática prestarse o devolver materiales, ayudando a la Biblioteca a aumentar la circulación, mejorar la productividad y el servicio al usuario (3M, 2006, p. 3).

Auto-Préstamo Series-S: Es una combinación de Auto-Devolución y Auto-Selección de la colección para una devolución rápida a las estanterías (3M, 2006, p. 3).

Auto-Préstamo Series-C: Devoluciones más rápidas, seguimiento preciso, y devolución más rápida de materiales a las estanterías, es la característica esencial de esta serie (3M, 2006, p. 3).

Auto-Servicios para Devoluciones: Ofrece un completo auto-servicio de devolución y ordenamiento para ítems con tags RFID y código de barras. Estos se devuelven más rápidos a las estanterías aumentando la satisfacción al cliente (3M, 2006, p. 3).

Auto-Servicio Series-C: Ofrece devolución en tiempo real y una interfase fácil de usar para ayudar a la Biblioteca a aumentar la circulación y mantener un catálogo más preciso (3M, 2006, p. 3).

Componentes de un sistema RFID: Son básicamente cuatro elementos, que permiten de forma secuencial cumplir con el objetivo de identificar y localizar los objetos

etiquetados: 1) Tags o etiquetas electrónicas, 2) Lectores, 3) Antenas y 4) Host o cualquier otro sistema logístico final.

Componentes de Seguridad, Sistemas de Detección: pueden ayudarle a que los materiales no salgan de su Biblioteca, a menos que hayan sido prestados. Los pasillos de seguridad son seguros para medios magnéticos, y cuentan con varias opciones de instalación. Contadores entregan estadísticas de flujo de personas (3M, 2006, p. 3).

Diseño de Investigación: Es aquel que permite orientar desde el punto de vista técnico los procesos de la exploración, desde la recolección de los primeros datos, hasta el análisis de los mismos en función de los objetivos planteados (Ramírez, 1999).

Empresa 3M: proveedor en Venezuela del Software RIFD en Venezuela.

Estaciones de Conversión: En forma muy rápida convierte materiales de la Biblioteca con tecnología tradicional de código de barras a tecnología de RFID (3M, 2006, p. 3).

Estaciones de Trabajo Programa: Convierte y procesa materiales con código de barras y etiquetas RFID en forma rápida y segura (3M, 2006, p. 3).

Etiquetas RFID: Las etiquetas RFID aseguran un manejo rápido y eficiente de inventario en las Bibliotecas actuales (3M, 2006, p. 3).

INFOLINK: distribuidor en Venezuela de 3M del Software RIFD.

Investigación Factible: consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico, para satisfacer necesidades de una institución o grupo social. Puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. En cualquier caso la propuesta debe apoyarse en evidencia empírica. (Guía Práctica de Trabajo Especial de Grado, Velasco, 2006, p. 5).

Lector RFID: dispositivo de escaneo que, por lo general, posee su propia antena para comunicarse con la etiqueta (García, 2006).

Sistema de RFID: sistema de identificación por radiofrecuencia, la cual es utilizada para la captura automática de datos y la identificación electrónica de productos, artículos, componentes, animales, incluso personas, mediante el uso de dispositivos llamados etiquetas o tags (Portillo, Bermejo y Bernardos, 2008, p. 31)

Tags: los tags RFID son el dispositivo fundamental de todo el sistema RFID, se le denomina también transpondedor por su modo de operación básico y tiene capacidad de recibir y transmitir señales, pero sólo transmitirá a modo de respuesta ante una posible petición de un dispositivo transceptor o lector RFID (García, 2006).