



Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias

Sistema de Control de Hardware para UDLA con Tecnología RFID mediante un Prototipo

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos para optar por el título de Ingeniero de Sistemas de Computación e Informática

Profesor guía:

Ing. Martha Cecilia Paredes

Autor:

Jaime Ramiro Lasso Jaramillo

Año:

2012

## DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

.....

Martha Cecilia Paredes

Ingeniera en Electrónica y Redes de Información

CI. 180369105-2

### DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

.....  
Jaime Ramiro Lasso Jaramillo  
Ci. 171409774-6

DEDICATORIA:

A Dios, por guiar mis pasos y estar siempre a mi lado; A mis padres, por su amor constante y apoyo incondicional; siendo siempre una fuente de inspiración a seguir.

Jaime Ramiro Lasso Jaramillo

## RESUMEN

El presente proyecto busca mejorar el proceso de control de activos de la Universidad de las Américas, mediante el uso de la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID). Para lograrlo se ha desarrollado un prototipo en el cual se podrá evaluar los beneficios del uso de esta tecnología. El proyecto se encuentra dividido en cinco capítulos.

En el primer capítulo se hace una introducción a conceptos fundamentales para llevar a cabo el proyecto, con una selección de términos claves dando una breve reseña de las tecnologías más usadas para control de activos, destacando la tecnología que se usará en el proyecto, la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID).

En el segundo capítulo se realiza una presentación más detallada de la tecnología de identificación por radio frecuencia; su reseña histórica, junto al marco teórico, adicionalmente se mencionan los componentes fundamentales de RFID y diferentes beneficios realizando una comparación con otros sistemas y tecnologías. El capítulo concluye mencionando varios ejemplos de implementación de RFID en diferentes industrias.

En el tercer capítulo se presenta el diseño y desarrollo del prototipo, iniciando con un estudio de la situación actual del control de activos de la Universidad de las Américas, seguida de los objetivos generales y específicos a cumplir del proyecto. A continuación se revisan las especificaciones técnicas del prototipo según los requerimientos de hardware y software del proyecto; además se muestran los procedimientos usados para el desarrollo de la aplicación y la base de datos.

En el cuarto capítulo se detalla el proceso de pruebas y control de calidad realizados para evaluar el prototipo, en conjunto con los resultados obtenidos.

En el quinto capítulo se menciona las conclusiones y recomendaciones obtenidas a través de la realización del proyecto.

## ABSTRACT

This project seeks to improve the process of assets control for University of Americas, through the use of technology of radio frequency identification (RFID) for which takes the development of a prototype in which we can evaluate the benefits of using this technology. The Project is divided into five chapters.

Chapter one provides an introduction to fundamental concepts to carry out the project, with a selection of key terms of information technology, giving a brief overview of the technologies used to control assets, which highlights the technology to be used in the Project, the technology of radio frequency identification (RFID).

Chapter two gives more detail of the radio frequency identification (RFID) technology, which includes historical background, plus the theoretical framework, fundamental components of RFID and various benefits by making a comparison with other systems and technologies, to close at several examples of implementation of RFID in different industries.

Chapter three presents the design and prototype development, beginning with a study of the current status and situation of control assets by the University of Americas, followed by general and specific objectives to fulfill the project, by identifying current security risks. Here we review the technical specifications of the prototype as the hardware and software requirements of the project also shows the procedures and methodologies used to develop the application and database.

Chapter four give details of the process and quality tests performed to evaluate the prototype in conjunction with the results.

In chapter five mentioned the conclusions and recommendations obtained through the project.

## ÍNDICE

Introducción .....	1
<b>1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....</b>	<b>3</b>
1.1. Definición de Seguridad.....	3
1.2. Principios básicos de seguridad .....	4
1.2.1. Disponibilidad.....	4
1.2.2. Integridad .....	4
1.2.3. Confidencialidad .....	4
1.3. Definiciones Útiles .....	5
1.3.1. Abuso Informático .....	5
1.3.2. Activo .....	5
1.3.3. Administrador de Seguridad.....	5
1.3.4. Anti-Virus (Software) .....	5
1.3.5. Ataque .....	5
1.3.6. Autenticación .....	5
1.3.7. Autorización.....	6
1.3.8. Bomba lógica .....	6
1.3.9. Contramedida .....	6
1.3.10. Código fuente.....	6
1.3.11. Cracker .....	6
1.3.12. Delito cibernético .....	6
1.3.13. E-Commerce.....	6
1.3.14. Encriptación.....	7
1.3.15. Error (BUG) .....	7
1.3.16. Firewalls.....	7
1.3.17. Fraude informático .....	7

1.3.18.	Gusano Informático .....	7
1.3.19.	Hacker .....	7
1.3.20.	Hackeo .....	8
1.3.21.	Incidente de Seguridad .....	8
1.3.22.	Incumplimiento .....	8
1.3.23.	ISO 17799 .....	8
1.3.24.	Ingeniería social .....	8
1.3.25.	Minería de datos .....	8
1.3.26.	Oficial de Seguridad .....	8
1.3.27.	Organización.....	9
1.3.28.	Políticas de Seguridad .....	9
1.3.29.	Sistemas de Información .....	9
1.3.30.	Sistemas de detección de Intrusiones (IDS).....	9
1.3.31.	Sistema Operativo .....	9
1.3.32.	Tecnología .....	9
1.3.33.	Tecnologías de la Información (TI).....	9
1.3.34.	Violación de la seguridad .....	10
1.3.35.	Vandalismo Informático.....	10
1.3.36.	Virus.....	10
1.3.37.	Warez.....	10
1.4.	Valor de los activos en una Organización .....	10
1.5.	Tecnologías para control de activos fijos.....	11
1.5.1.	Sistemas de código de barras .....	11
1.5.2.	Banda magnética y tarjetas con chip .....	12
1.5.3.	Biometría.....	13
1.5.4.	Tecnología RFID .....	15
1.6.	RFID vs Código de Barras.....	15
1.7.	Metodologías de Desarrollo de Software.....	16

1.7.1.	Fundamentos .....	16
1.7.2.	Proceso del ciclo de vida del software .....	19
1.7.3.	Características y clasificación de las Metodologías .....	21
1.7.3.1.	Desarrollo Estructurado .....	22
1.7.3.2.	Metodología RUP .....	22
1.7.3.3.	Desarrollo No Estructurado .....	25
1.7.3.4.	Metodologías Ágiles.....	26
1.7.3.4.1.	Programación Extrema .....	26
1.8.	Comparación Metodologías de Desarrollo de Software ...	32
<b>2.</b>	<b>TECNOLOGÍA RFID.....</b>	<b>33</b>
2.1.	¿Qué es un sistema RFID? .....	33
2.2.	Historia de la Tecnología RFID.....	34
2.3.	Componentes Fundamentales de un Sistema RFID .....	34
2.3.1.	Etiquetas (transpondedor) RFID .....	34
2.3.2.	Factores claves para una buena etiqueta RFID .....	35
2.3.3.	Etiquetas Activas vs. Etiquetas Pasivas .....	35
2.3.4.	Evolución de los distintos tipos de tags .....	36
2.3.5.	Lector RFID .....	37
2.3.6.	Lector Manual Inalámbrico .....	39
2.3.7.	Lector fijo instalado en un Área .....	39
2.3.8.	Lector de Carretilla.....	39
2.3.9.	Middleware .....	39
2.4.	Frecuencias RFID.....	40
2.4.1.	Frecuencia Baja (LF) (9 - 135 KHz).....	40
2.4.2.	Frecuencia Alta (HF) (13,56 MHz).....	41
2.4.3.	Frecuencia Ultra Alta (UHF) (433MHz y 860-96 MHz) .....	41
2.4.4.	Microondas (2,45 GHz y 5,8 GHz) .....	41
2.5.	Estándares RFID .....	43

2.5.1.	Normas ISO relativas a RFID .....	45
2.6.	Ejemplos de implementaciones RFID.....	45
2.6.1.	Medicina .....	46
2.6.2.	Control de Accesos .....	46
2.6.3.	Identificación de equipajes en transporte aéreo .....	46
2.6.4.	Industria del Automóvil.....	48
2.6.5.	Comercio a Distancia .....	48
3.	DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO .....	50
3.2.	Formulación del Problema.....	51
3.3.	Objetivo General.....	51
3.4.	Objetivos Particulares.....	51
3.5.	Límites y Alcances.....	51
3.6.	Control de Activos en establecimientos privados .....	52
3.6.1.	Responsabilidad del control de Activos Fijos .....	52
3.6.2.	Inicio del Control.....	53
3.6.3.	Conciliación con Libros Contables .....	53
3.6.4.	Contenido BDD de un sistema de control de activos fijos .....	54
3.6.5.	Mantenimiento del sistema de control de Activos Fijos .....	54
3.6.6.	Sistema computarizado de control de Activos Fijos.....	55
3.6.7.	Inventarios permanentes.....	55
3.7.	Control de activos fijos Universidad de las Américas .....	56
3.8.	Análisis de la Solución.....	56
3.8.1.	Elementos Software .....	57
3.8.2.	Las entradas al software desde el punto de vista del usuario ....	57
3.8.3.	Las salidas del software vistas desde el usuario .....	57
3.9.	Especificaciones Técnicas del Prototipo .....	58
3.10.	Requerimientos de Hardware .....	58
3.10.1.	Transceptor o Lector RFID .....	58

3.10.2.	Etiquetas RFID o Transpondedor.....	59
3.11.	Requerimientos de Software .....	59
3.11.1.	Requerimientos de la Base de Datos.....	59
3.11.2.	Requerimientos de la Interfaz.....	59
3.12.	Diseño e Implementación del Prototipo .....	60
3.13.	Características equipos RFID .....	60
3.13.1.	Ferakmon.....	61
3.13.2.	Kimaldi Electronics.....	65
3.13.3.	Impinj Inc.....	68
3.14.	Selección de Equipos .....	71
3.15.	Esquema del Prototipo .....	73
3.16.	Desarrollo del Software .....	74
3.16.1.	Selección Metodología de Desarrollo de Software .....	74
3.16.2.	Justificación .....	75
3.16.3.	Requisitos del Sistema.....	76
3.16.3.1.	Requisitos Funcionales .....	77
3.16.4.	Diseño de la Base de Datos.....	78
3.16.5.	Desarrollo de las Interfaces .....	81
3.16.5.1.	Modelos de casos de uso .....	82
3.16.5.2.	Diagramas de Actividades .....	95
3.16.6.	API de Desarrollo.....	101
3.16.7.	Diseño de las interfaces .....	103
3.16.8.	Interfaz de administración.....	103
3.16.8.1.	Administración Mantenimientos .....	106
3.16.8.2.	Administración Consultas .....	109
3.16.8.3.	Administración Monitoreo .....	111
3.16.8.4.	Administración Activos .....	113
3.16.9.	Ayuda Aplicativo .....	114

3.17. Políticas de Seguridad.....	115
4. PRUEBAS Y COSTOS .....	117
4.1. Pruebas de Funcionamiento .....	117
4.2. Selección Metodología de Pruebas .....	118
4.3. Pruebas de Funcionamiento del Sistema.....	119
4.3.1. Autenticación de Usuarios .....	119
4.3.2. Agregar Administrador del Sistema .....	120
4.3.3. Agregar Departamento .....	123
4.3.4. Ingreso Activo .....	126
4.3.5. Ingreso Nueva Ubicación .....	132
4.3.6. Simulación Monitoreo Activos .....	136
4.3.7. Agregar Nueva Información Campos.....	139
4.3.8. Opciones de Consulta y Reportes.....	141
4.3.9. Opción de Ayuda .....	143
4.4.Pruebas Rendimiento Software .....	144
4.5.Costo del Prototipo .....	146
4.6.Relación Costo Beneficio .....	146
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	151
5.1. Conclusiones .....	151
5.2. Recomendaciones .....	151
REFERENCIAS .....	153
ANEXOS .....	158

## Introducción

Normalmente, las empresas u organizaciones inmersas en su trabajo rutinario han dado siempre importancia a cómo controlar físicamente sus principales recursos a través de registros manuales o inventarios, de los cuales dependen indirectamente para su funcionamiento normal.

Las empresas u organizaciones realizan una gran inversión para adquirir diferentes activos fijos, sin los cuales sería imposible operar normalmente, sin embargo en muchos casos, el procedimiento de control físico de los mismos, no ha tenido la debida atención, pudiendo evidenciar inconvenientes con su manejo y control.

El control de activos fijos de hardware en la UDLA se lo lleva a través de inventarios que permiten llevar un registro sobre la información de dichos activos, pero no permiten monitorizar la ubicación física de los mismos. Este tipo de procedimiento tiene sus desventajas, siendo la más crítica la susceptibilidad de los recursos a robos que fácilmente pueden pasar desapercibidos, causándole grandes pérdidas económicas a la universidad.

Este tipo de inconvenientes, obligan a revisar, modernizar y actualizar estos procedimientos y proponer en el presente trabajo una solución para de esta manera evitar los robos de los activos físicos de la UDLA; para ello se hace uso de la tecnología de Identificación por Radio Frecuencia (RFID).

RFID permite identificar de manera única y monitorear a través de etiquetas diferentes tipos de dispositivos, incrementando la seguridad física de los mismos, con la posibilidad de conocer su ubicación física para detectar robos en tiempo real, siempre siendo necesario asignar responsabilidades sobre su custodia a un departamento o persona determinada y además de todas las tareas tradicionales en la administración del control de activos en la UDLA.

Para llevar a cabo dicha solución se construye un prototipo con diferentes componentes tanto en software como en hardware. El componente de software permite gestionar todas las tareas de administración de los activos y su correspondiente monitoreo, mientras que los componentes de hardware, equipos RFID, son simulados y dichas simulaciones muestran la funcionalidad del proyecto.

## 1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Con el fin de que la terminología utilizada se entienda claramente para la elaboración del proyecto, una selección de términos clave se definen en este capítulo.

### 1.1. Definición de Seguridad

El término seguridad puede tomar diversos sentidos dependiendo del área o campo de aplicación. En los últimos años, debido al progreso de las tecnologías de la información y la comunicación, el incremento del capital tecnológico en cualquier empresa, se ha vuelto muy importante e indispensable para la producción y desarrollo de las mismas [1] de ahí, surge la necesidad de que tanto el hardware<sup>1</sup>, software<sup>2</sup> y sobretodo su información estén seguros.

Es de vital importancia que la seguridad sea claramente definida. ¿Qué tipo de seguridad es comúnmente conocida como seguridad informática? Por otra parte, ¿Qué significa seguridad de la información? Una revisión de las diversas fuentes de términos relacionados con la informática como: SANS Institute [2], Delincuencia Cibernética Tech TV Glosario [3] y Webopedia Online Computer Dictionary [4] muestran numerosas y diversas definiciones que indican que no hay un consenso en las mismas. La primera definición de la seguridad es dada por Webopedia [4].

*"La seguridad se refiere a las técnicas para asegurar que los datos almacenados en un ordenador no se pueden leer o estar en peligro".*

La segunda definición de la seguridad es dada por SANS Institute [2].

*"La seguridad informática trata de la prevención y detección de acciones no autorizadas por los usuarios de un ordenador."*

---

<sup>1</sup> Hardware hace referencia a cualquier componente físico tecnológico, que trabaja o interactúa de algún modo con la computadora.

<sup>2</sup> En computación, el Software es todo programa o aplicación programado para realizar tareas específicas.

La tercera definición de la seguridad informática por SANS Institute [2] se ha ampliado para incluir la disponibilidad, la integridad y la confidencialidad.

*La seguridad informática: "Los procedimientos tecnológicos y de gestión aplicada a los sistemas informáticos para asegurar la disponibilidad, integridad y confidencialidad de la información manejada por el sistema informático."*

La definición anterior de la seguridad informática implica que las organizaciones necesitan conocer el valor de la información y cómo puede ponerse en peligro, con el fin de desarrollar medidas de prevención.

## **1.2. Principios básicos de seguridad**

Existe un consenso general de parte varios autores y organizaciones en cuanto a los significados de los términos disponibilidad, integridad y confidencialidad.

### **1.2.1. Disponibilidad**

La disponibilidad se refiere a la información que pueda ser recuperada en el momento que se la solicite, esto es, evitar su pérdida o bloqueo, bien sea por ataque doloso, mala operación accidental o situaciones fortuitas.

### **1.2.2. Integridad**

La integridad se refiere a la garantía de que una información no ha sido alterada, borrada, reordenada, copiada. La integridad es el mantener con exactitud la información tal cual fue generada, sin ser alterada por personas o procesos no autorizados.

### **1.2.3. Confidencialidad**

La confidencialidad es la prevención de la divulgación no autorizada de información. Esto puede ser el resultado de la aplicación de medidas no adecuadas de seguridad con respecto a la información, por parte del personal de una organización. Un ejemplo de medidas no adecuadas de seguridad sería la de permitir el acceso anónimo a la información sensible.

### **1.3. Definiciones Útiles**

#### **1.3.1. Abuso Informático**

El abuso informático se refiere a la actividad no autorizada, intencional o negligente que afecte a la disponibilidad, confidencialidad o integridad de los recursos informáticos. Abuso de equipo incluye el fraude, la malversación, robo, daño malicioso, uso no autorizado, denegación de servicio y apropiación indebida.

#### **1.3.2. Activo**

Activo es todo aquello que una persona, empresa o razón social jurídica posee o le deben. También se define como elemento del patrimonio que tiene un valor económico para la empresa u organización.

#### **1.3.3. Administrador de Seguridad**

Administrador o administradores de seguridad son las persona(s) responsable(s) de todos los aspectos de seguridad de un sistema en el día a día.

#### **1.3.4. Anti-Virus (Software)**

Un Software Anti-Virus está diseñado para detectar y eliminar posibles virus antes de causar estragos en el sistema; adicionalmente, se encargan de encontrar y en lo posible eliminar o dejar sin efecto la acción de los virus informáticos y otro tipo de programas malignos. Los antivirus son aplicaciones de software que han sido elaborados como medida de protección y seguridad para resguardar datos e información.

#### **1.3.5. Ataque**

Un ataque se refiere al intento de burlar los controles de seguridad en un equipo.

#### **1.3.6. Autenticación**

La autenticación es el proceso de verificación de que los usuarios son quiénes dicen ser, al iniciar sesión en un sistema informático.

### **1.3.7. Autorización**

Autorización es el proceso de confirmación de un usuario o sistema como auténtico. Utiliza un proceso de autorización adecuado para de esta forma autorizar a determinados recursos o poder realizar determinadas tareas.

### **1.3.8. Bomba lógica**

Una bomba lógica es un programa o rutina que se activa al momento de realizar una específica acción. Una bomba lógica es considerado un virus informático; normalmente su activación es oculta a los ojos del usuario y sus consecuencias varían: puede destruir la información del sistema, interceptar los servicios del sistema para propagarse a través del correo electrónico, etc.

### **1.3.9. Contramedida**

La contramedida es cualquier acción, dispositivo, procedimiento, técnica que reduce la vulnerabilidad de un sistema informático.

### **1.3.10. Código fuente**

El código fuente es el programa en sí, como está escrito por el programador, que es compilado en código máquina que la computadora pueda entender.

### **1.3.11. Cracker**

Un cracker es la persona que intenta obtener acceso no autorizado a un sistema informático. Estas personas suelen ser mal intencionadas y realizan acciones maliciosas con fines de beneficio personal.

### **1.3.12. Delito cibernético**

El delito cibernético es un delito relacionado con la tecnología, las computadoras y el Internet.

### **1.3.13. E-Commerce**

E-Commerce<sup>3</sup> o e-Business es una transacción electrónica realizada a través de Internet y por lo general a través de la *www (World Wide Web)* en la que las

---

<sup>3</sup> Comercio Electrónico

partes o involucrados en la transacción se ponen de acuerdo para confirmar y poner en marcha la transferencia de pagos y bienes.

#### **1.3.14. Encriptación**

La encriptación es la traducción de los datos en un código de seguridad para garantizar la transferencia segura de información. La encriptación previene el robo y manipulación de información confidencial.

#### **1.3.15. Error (BUG)**

Un error o defecto en el software o hardware que hace que un programa no funcione correctamente. Los programas que ayudan a detección y eliminación de errores de programación de software son denominados depuradores.

#### **1.3.16. Firewalls**

Los cortafuegos (*firewalls*) son dispositivos de seguridad para restringir el acceso a redes de comunicación. Su objetivo es asegurar que todas las comunicaciones entre los usuarios de dicha red se realicen conforme a las normas de seguridad de la organización.

#### **1.3.17. Fraude informático**

Fraude Informático son todas aquellas conductas ilícitas que hacen uso indebido de cualquier medio informático implicando actividades criminales.

#### **1.3.18. Gusano Informático**

Los gusanos informáticos son programas dañinos que, una vez que hayan infectado el ordenador, realizan copias de sí mismos con el objeto de reproducirse lo más pronto por medio de red, correo electrónico, dispositivos de almacenamiento, entre otros. Otra característica importante del gusano es que puede duplicarse a sí mismo sin que el usuario se dé cuenta de su existencia.

#### **1.3.19. Hacker**

Hacker es la persona que entra en los sistemas informáticos con el fin de robar o destruir datos. Los hackers proclaman tener una ética y principios inconformistas pero no delictivos.

### **1.3.20. Hackeo**

Hackeo es el uso no autorizado, o los intentos de evitar o eludir los mecanismos de seguridad de un sistema de información.

### **1.3.21. Incidente de Seguridad**

Incidente de seguridad es una alerta a la posibilidad de que una violación de la seguridad se está realizando, se puede realizar o ya fue realizada.

### **1.3.22. Incumplimiento**

Incumplimiento es la pérdida de los controles de seguridad que podría dar lugar a una penetración de cierto sistema de información.

### **1.3.23. ISO 17799**

ISO 17799 son normas reconocidas internacionalmente para seguridad.

### **1.3.24. Ingeniería social**

La ingeniería social es un medio por el cual se extrae la información, por lo general oralmente, por alguien que se hace pasar por un legítimo titular o usuario de la información. El objetivo es evadir o hacer más fácil el acceso a los sistemas de seguridad tradicionales al acceder a la información desde la fuente más confiable pero más vulnerable, el propio protegido.

### **1.3.25. Minería de datos**

Minería de datos es el conjunto de técnicas y tecnologías que permiten explorar grandes bases de datos, de manera automática o semiautomática, con el objetivo de encontrar patrones repetitivos, tendencias que expliquen el comportamiento de los datos en un determinado contexto. Esta información puede identificar importantes oportunidades de mercadeo para dirigirse a segmentos específicos de clientes.

### **1.3.26. Oficial de Seguridad**

El oficial de seguridad en una organización es la persona que asume la responsabilidad primaria de los asuntos relacionados con la seguridad de la organización.

### **1.3.27. Organización**

Una organización es un grupo social formado por personas, tareas y administración, que interactúan en el marco de una estructura sistemática para cumplir con sus objetivos. Pueden ser de cualquier área comercial, entidad gubernamental, o una unidad militar que opera en un entorno competitivo.

### **1.3.28. Políticas de Seguridad**

Las políticas de seguridad son el conjunto de leyes, reglas y prácticas que regulan cómo una organización gestiona, protege y distribuye información confidencial.

### **1.3.29. Sistemas de Información**

Los sistemas de información son los sistemas informáticos y fuentes de información utilizadas por una organización para apoyar sus operaciones del día a día.

### **1.3.30. Sistemas de detección de Intrusiones (IDS)**

Sistemas de detección de intrusiones son aplicaciones de software complejas, que controlan la actividad de la red utilizando diferentes técnicas.

### **1.3.31. Sistema Operativo**

Un sistema operativo es el conjunto de programas informáticos que permite la administración eficaz de los recursos de una computadora; los mismos están exclusivamente relacionados con el control de la computadora y sus equipos asociados.

### **1.3.32. Tecnología**

Tecnología es un concepto amplio que abarca un conjunto de técnicas, conocimientos y procesos, que sirven para el diseño y construcción de objetos para satisfacer necesidades humanas.

### **1.3.33. Tecnologías de la Información (TI)**

Las tecnologías de la información son aquellas herramientas y métodos empleados para manipular o distribuir información. La tecnología de la

información se encuentra generalmente asociada con las computadoras y las tecnologías afines aplicadas a la toma de decisiones.

#### **1.3.34. Violación de la seguridad**

Una violación de la seguridad es cuando una política de seguridad establecida en la organización se ha contravenido.

#### **1.3.35. Vandalismo Informático**

Vandalismo informático es un término usado para describir a un hacker o cracker que ingresa a un sistema informático con la única intención de desfigurar y destruir su contenido.

#### **1.3.36. Virus**

Un virus es un programa de computadora diseñado para hacer copias de sí mismo y propagarse por sí mismo de una máquina a otra sin la ayuda de los usuarios.

#### **1.3.37. Warez**

Software ilegalmente copiado o herramientas de hacking. Warez hace referencia a la distribución de material que viola las leyes derechos de autor. Ese material puede ser aplicaciones, juegos, videos, música, etc.

### **1.4. Valor de los activos en una Organización**

En la economía actual basada en el comercio, los activos tangibles son muy valiosos; es sólo con ellos que las organizaciones pueden participar en las actividades comerciales. Las organizaciones también son capaces de obtener ventajas competitivas mediante el uso eficaz de sus activos. Actualmente existen varias tecnologías que ayudan a llevar registros de dichos activos para reducir costos en adquisiciones, materiales, etc.

Las diferentes soluciones ayudan a las empresas a descubrir y gestionar sus activos para eliminar los costos ocultos, simplificar el proceso de inventarios y obtener un óptimo retorno de la inversión. Estas soluciones rastrean de forma automática el estado y localización de los activos y proveen la funcionalidad

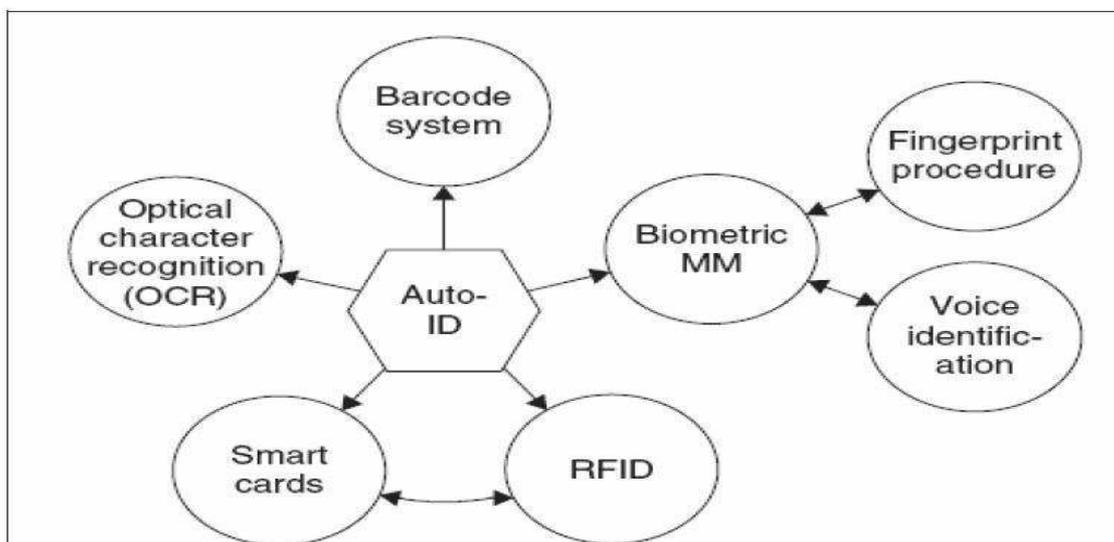
necesaria para pasar de un entorno reactivo de inventarios, a un medio proactivo de gestión de recursos, que reduce las cargas de trabajo en administración y recorta los costos de mantenimiento.

Para ayudar a las organizaciones a obtener un control total sobre sus costos de propiedad es necesario automatizar el control de sus activos, especialmente de los activos tecnológicos (recursos de hardware) que hoy en día juegan un papel importante en el desarrollo de cualquier organización.

### 1.5. Tecnologías para control de activos fijos

Existe una serie de tecnologías para ayudar a identificar y proteger los activos fijos de una organización. Es decir, las empresas quieren identificar los elementos, la captura de información acerca de ellos y de alguna manera obtener los datos en un ordenador sin tener empleados que hagan este trabajo. Se puede observar el esquema de los diferentes sistemas en la figura 1.

Figura 1: Esquema de sistemas para control de activos



Elaborado por: Autor

A continuación se mencionan algunas de estas tecnologías.

#### 1.5.1. Sistemas de código de barras

El código de barras es un código binario formado por barras y espacios dispuestos con un patrón predeterminado. La secuencia de estos, se refiere a

un símbolo asociado que pueden ser interpretados numérica y alfanuméricamente. Un escáner con láser óptico lee el código de barras por el reflejo de un rayo láser a partir de las barras de negro y espacios en blanco.

Hay diferentes tipos de códigos de barras con el código EAN (*Europea Article Number*), el cual fue desarrollado en 1976 por la UPC (*Universal Product Code*) de los Estados Unidos específicamente para la industria alimenticia; actualmente es el más popular.

El código EAN consta de 13 dígitos, los primeros dos o tres números son para identificación del país donde se le asignó el código EAN. Esto no significa necesariamente que el producto fue fabricado en el país. Los próximos cinco números corresponden a la identificación de la empresa.

Los aspectos negativos del código de barras son la limitada capacidad de almacenamiento y que no puede ser reprogramado. Además, el uso en un entorno sucio o polvoriento, como las plantas de fabricación, puede hacer que sea imposible la lectura del código de barras. Sin embargo, el código de barras sigue siendo ampliamente utilizado y muestra similitudes con la tecnología RFID (*Radio Frequency Identification*).

### **1.5.2. Banda magnética y tarjetas con chip [5]**

La tarjeta de banda magnética es el predecesor de la tarjeta inteligente o tarjeta chip<sup>4</sup>, con una banda magnética conectada en la parte posterior de la tarjeta. Las tarjetas de banda magnética se utilizan sobre todo como tarjetas de crédito, tarjetas telefónicas, tarjetas bancarias e incluso billetes de tren con la información almacenada en la franja de negro en forma numérica simple. Los datos de la tarjeta de banda magnética pueden ser fácilmente eliminados por la exposición a ciertas condiciones, como los campos magnéticos fuertes.

Las tarjetas inteligentes consisten en un sistema de almacenamiento electrónico de datos con una capacidad de cálculo opcional, como una tarjeta

---

<sup>4</sup> Circuito integrado en un soporte de silicio, formado por transistores y otros elementos electrónicos miniaturizados.

con microprocesador. La gran diferencia de las tarjetas inteligentes con las tarjetas de banda magnética, es que las tarjetas inteligentes se pueden utilizar por ejemplo en Internet sin contacto físico a través de un código PIN que identifica la tarjeta. Además de una tarjeta inteligente se puede utilizar como una tarjeta múltiple con la gama de utilización de una tarjeta de crédito para el acceso. La mayor capacidad de las tarjetas inteligentes hace que sean mucho más seguras que las tarjetas de banda magnética, pero la vulnerabilidad de los contactos a los efectos externos sigue siendo un problema.

### **1.5.3. Biometría**

La biometría es una tecnología de seguridad basada en el reconocimiento de una característica de seguridad y en el reconocimiento de una característica física e intransferible de las personas, como por ejemplo la huella digital. En el contexto de los sistemas de identificación, la biometría es el término general para todos los procedimientos que identifican a las personas mediante la comparación de las características físicas inconfundibles e individuales. En la práctica, se trata de huellas digitales, identificación de voz y, con menor frecuencia, la identificación de la retina (o iris). [6]

#### ***a. De reconocimiento de voz***

Aplicación de reconocimiento de voz o del habla es hoy en día común para el uso en centros de llamadas, así como los controles de acceso y otros. Una de las aplicaciones es convertir palabras habladas en señales digitales y comparando las características de la voz del locutor con los almacenados en la base de datos, que permite identificar a los individuos. [6]

Hoy en día, el uso más común para los sistemas de reconocimiento de voz está en las tiendas y almacenes. El trabajador en el almacén está equipado con un kit manos libres portátil, el sistema le indica lo que debe recoger y confirma la selección a través del auricular. Esta tecnología de manos libres ofrece grandes ventajas en la precisión y la productividad, y funciona bien en conjunto con otras tecnologías tales como software de gestión de almacenes WMS (*World Management System*), CRM (*Customer Relationship Management*) y

RFID. En cuanto a la interacción con la tecnología RFID, el ordenador del trabajador puede estar equipado con un lector RFID, por lo que es más fácil encontrar productos especiales (esto podría funcionar como un detector de metal, pero esta aplicación está todavía en desarrollo), y a través de comandos de voz, en las etiquetas RFID pueden ser interrogados y las órdenes se pueden dar a ellos con los datos que se transmitan al mismo tiempo al sistema de WMS [7]. Además, el trabajador puede indicar al sistema de reconocimiento de voz para imprimir etiquetas RFID para los productos lo que significa ahorro de tiempo significativo en las operaciones que se realizan en sus labores.

En los centros de llamadas de reconocimiento de voz puede sustituir los empleados y llevar a importantes ahorros de costos. Los "empleados virtuales" ofrecen ventajas tales como tiempos de espera en la cola, la accesibilidad 24 / 7 y disminución de los costos de operación.

#### ***b. Procedimiento de Huella digital***

Procedimiento de huella digital o dactiloscopia, es la práctica de la utilización de las huellas digitales como medio de identificación que hoy es más comúnmente utilizado en casos legales y de aplicación de la ley [8].

Las huellas digitales no sólo se pueden obtener de los dedos de la persona en sí, sino también de las cosas tocadas por el individuo. El uso comercial de este procedimiento se puede ver principalmente en las verificaciones de entrada. El dedo tiene que ser puesto en un dispositivo especial de lectura, donde se calcula un registro de datos del modelo y se comparan con la base de datos. Menos de la mitad de un segundo se necesita hoy en día por los modernos sistemas de huella dactilar para el control de una huella digital [6].

En Alemania, una cadena de tiendas equipó sus cajas con lectores de huellas digitales para realizar los pagos. Este procedimiento hace que el proceso de pago sea mucho más rápido, por lo que una tarjeta de débito o tarjeta de crédito quedan obsoletas.

#### **1.5.4. Tecnología RFID**

El propósito de un sistema RFID es permitir que se puedan transmitir datos mediante un dispositivo portátil, llamado etiqueta, que es leída por un lector y procesada según las necesidades de una aplicación determinada. Los datos transmitidos por la etiqueta pueden proporcionar información sobre la identificación del producto marcado con esta, como por ejemplo: el precio, color, fecha de compra, etc. El uso de RFID para aplicaciones de acceso y de seguimiento aparecieron por primera vez durante los años 80's. Pronto esta tecnología destacó debido a su capacidad de identificar objetos móviles. [9]

El EPC (*Electronic Product Code*, Código Electrónico del Producto) es un estándar que utiliza la tecnología RFID para identificar de manera única a los productos en sus distintas unidades de empaque. El EPC es la evolución del código de barras.

La tecnología de EPC apunta a convertirse en uno de los más importantes estándares de intercambio de comunicación para mejorar los procesos desde el control de inventarios, la certificación de materiales, el rastreo de piezas, las aplicaciones logísticas, hasta la lucha contra la piratería y la falsificación.

#### **1.6. RFID vs Código de Barras**

RFID está ampliando su uso a la industria y educación. Sin embargo, las etiquetas RFID no reemplazarán inmediatamente al sistema de códigos de barras, a pesar de sus ventajas sobre el código de barras. Una migración hacia RFID involucra un conjunto de consideraciones.

- Las etiquetas RFID son más difíciles de falsificar, ya que cada chip tiene un número de serie único, mientras que el chip del código de barras se puede duplicar fácilmente ya que los códigos se imprimen en papel.
- Los códigos de barras deben analizar los productos uno por uno, mientras que las etiquetas RFID pueden escanear elementos de lejos de forma automática sin intervención humana.

- RFID no se basa en la línea de visión.
- Las etiquetas RFID pueden almacenar más datos que los códigos de barras.
- Las etiquetas RFID pueden leer y escribir información útil del producto.
- Las etiquetas RFID no se ven afectados por ambientes no amigables, mientras que los códigos de barras si son afectados.

En la tabla 1 se compara las tecnologías RFID y Código de Barras

Tabla 1: Comparación entre las tecnologías RFID y Código de Barras

<b>Habilidad/Tecnología</b>	<b>Código de Barras</b>	<b>RFID</b>	<b>Ejemplo Ventaja RFID</b>
<b>Visión Directa Etiqueta</b>	Requerida	No Requerida	No es necesario tener lectores orientados a las etiquetas.
<b>Número de Ítems identificados</b>	Uno	Múltiples	Mayor velocidad en los recuentos de inventario.
<b>Automatismo y exactitud</b>	Mayoritariamente requiere lecturas manuales que implica errores de escaneo.	Totalmente automatizado con un alto grado de exactitud.	Minimiza los errores de inventario, y reduce la manipulación humana.
<b>Identificación</b>	Sólo se identifican series o tipos de producto.	Identifica cada ítem de forma única.	Gestión y trazabilidad individual de los productos.
<b>Datos</b>	Sólo almacena un código numérico.	Permite almacenar información varia hasta Kbits.	Acceso en tiempo real a datos del producto en cualquier lugar y momento.

Elaborado por: Autor

## 1.7. Metodologías de Desarrollo de Software

### 1.7.1. Fundamentos [10]

Uno de los problemas más importantes con los que se enfrentan los programadores al momento de desarrollar un software de aplicación, es la falta de marcos teóricos comunes que puedan ser usados por todas las personas que participan en el desarrollo de un proyecto informático. El problema se

agrava cuando el desarrollo corresponde al ámbito educativo debido a la inexistencia de marcos teóricos interdisciplinarios entre las áreas de trabajo.

Autores como Galvis [11] reconocen la necesidad de un marco de referencia, teniendo en cuenta que se debe lograr la satisfacción de los requisitos en las diversas fases del desarrollo.

Marqués [12], es otro de los autores que plantean un ciclo de desarrollo de software en programas en diez etapas, con una descripción detallada de las actividades y recursos necesarios para cada una de ellas. El inconveniente principal de esta metodología es que centra el eje de la construcción de los programas en el equipo del cliente, otorgándole el rol protagónico.

Es por este motivo, que se sintetizan las metodologías, métodos, herramientas y procedimientos de la ingeniería de software, que deben ser utilizados para lograr un producto de mejor calidad desde el punto de vista técnico. Su conocimiento y aplicación permitirán el logro de un producto óptimo.

Cabe recordar una de las primeras definiciones de ingeniería de software propuesta por Fritz Bauer en la primera conferencia importante dedicada al tema [13] como: *“El establecimiento y uso de principios de ingeniería robustos, orientados a obtener software económico y que funcione de manera eficiente sobre máquinas reales”*.

Posteriormente se han propuesto muchas definiciones destacando la importancia de base teórica ingenieril para el desarrollo del software.

*“La ingeniería del software surge a partir de las ingenierías de sistemas y de hardware, y considera tres elementos clave que son: los métodos, las herramientas y los procedimientos que facilitan el control del proceso de desarrollo de software y brinda a los desarrolladores las bases de la calidad de una forma productiva”*. [14]

La ingeniería de software está compuesta por una serie de modelos que abarcan los métodos, las herramientas y los procedimientos. Estos modelos se denominan frecuentemente paradigmas<sup>5</sup> de la ingeniería del software y la elección de un paradigma se realiza básicamente de acuerdo a la naturaleza del proyecto y de la aplicación, los controles y las entregas a realizar. Para la construcción de un sistema de software, el proceso puede describirse sintéticamente como: la obtención de los requisitos del software, el diseño del sistema de software (diseño preliminar y diseño detallado), la implementación, las pruebas, la instalación, el mantenimiento y la ampliación o actualización del sistema.

El proceso de construcción está formado por etapas que son: la obtención de los requisitos, el diseño del sistema, la codificación y las pruebas del sistema. Desde la perspectiva del producto, se parte de una necesidad, se especifican los requisitos, se obtiene el diseño del mismo, el código respectivo y por último el sistema de software. Algunos autores sostienen que el nombre *ciclo de vida* ha sido relegado en los últimos años, utilizando en su lugar *proceso de software*, cambiando la perspectiva de producto a proceso. [15]

El software o producto, en su desarrollo pasa por una serie de etapas que se denominan ciclo de vida, siendo necesario, definir en todas las etapas del ciclo de vida del producto, los procesos, las actividades y las tareas a desarrollar. Por lo tanto, se puede decir que: *"se denomina ciclo de vida a toda la vida del software, comenzando con su concepción y finalizando en el momento de la desinstalación del mismo"*. [16], aunque a veces, se habla de ciclo de desarrollo, para denominar al subconjunto del ciclo de vida que empieza en el análisis y finaliza la entrega del producto.

Un ciclo de vida establece el orden de las etapas del proceso de software y los criterios a tener en cuenta para poder pasar de una etapa a la siguiente. El tema del ciclo de vida ha sido tratado por algunas organizaciones profesionales

---

<sup>5</sup> Realizaciones científicas, que durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica.

y organismos internacionales como la IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) y la ISO/IEC (*International Standards Organization/International Electrochemical Commission*), que han publicado normas tituladas “*Standard for Developing Software Life Cycle Processes*” (Estándar IEEE para el desarrollo de procesos del ciclo de vida del software) [17] y “*Software life-cycle process*” (Proceso de ciclo de vida del software) [18].

Según la norma 1074 IEEE<sup>6</sup> se define al ciclo de vida del software como “una aproximación lógica a la adquisición, el suministro, el desarrollo, la explotación y el mantenimiento del software” y la norma ISO 12207<sup>7</sup> define como modelo de ciclo de vida al “*marco de referencia, que contiene los procesos, las actividades y las tareas involucradas en el desarrollo, la explotación y el mantenimiento de un producto de software, abarcando la vida del sistema desde la definición de requisitos hasta la finalización de su uso*”. Ambas consideran una actividad como un subconjunto de tareas y una tarea como una acción que transforma las entradas en salidas. [19].

### **1.7.2. Proceso del ciclo de vida del software**

Es el proceso que se sigue para construir, entregar el software, desde la concepción de una idea hasta la entrega y retiro del sistema. Se definen las distintas fases intermedias que se requieren para validar el desarrollo de un software, es decir, para garantizar que el software cumpla los requisitos para la aplicación y verificación de los procedimientos de desarrollo.

En base a la norma ISO 12207-1, las actividades que se pueden llevar durante el ciclo de vida del software se pueden clasificar en cinco procesos principales, ocho de soporte y cuatro procesos generales de la organización, así como un proceso que permite adaptar el ciclo de vida del software a cada caso concreto.

En la Tabla 2 se describen los grupos de procesos citados.

---

<sup>6</sup> Cabe mencionar que el IEEE 1074 requiere adaptarse a cada proyecto.

<sup>7</sup> Es el estándar para los procesos de ciclo de vida del software de la organización ISO.

Tabla 2: Procesos del ciclo de vida del software según ISO 12207-1

<b>Procesos Principales</b> (Aquellos que resultan útiles a las personas que inician o realizan el desarrollo, explotación o mantenimiento durante el ciclo de vida).	Adquisición	Contienen las actividades y tareas que el usuario realiza para comprar un producto.
	Suministro	Contiene las actividades y tareas que el suministrador realiza.
	Desarrollo	Contiene las actividades de análisis de requisitos, diseño, codificación, integración, pruebas, instalación y aceptación.
	Explotación	También se denomina operación del software.
	Mantenimiento	Tiene como objetivo modificar el software manteniendo su consistencia.
<b>Procesos de Soporte</b> (se aplican en cualquier punto del ciclo de vida)	Documentación	Registra la información producida en cada proceso o actividad del ciclo de vida.
	Gestión de la configuración	Aplica procedimientos para controlar las modificaciones.
	Aseguramiento de la calidad	Para asegurar que todo el software cumple con los requisitos especificados de calidad.
	Verificación	Para determinar si los requisitos están completos y correctos.
	Validación	Para determinar si cumple con los requisitos previstos para su uso.
	Revisión	Para evaluar el estado del software en cada etapa del ciclo de vida.
	Auditoría	Para determinar si han cumplido los requisitos, planes y el contrato.
	Resolución de los problemas	Para asegurar el análisis y la eliminación de problemas encontrados durante el desarrollo.
<b>Procesos de la Organización</b> (Ayudan a la organización en general).	Gestión	Contienen actividades genéricas de la organización como planificación, seguimiento, control, revisión y evaluación.
	Mejora	Sirve para establecer, valorar, medir, controlar y mejorar los procesos del ciclo de vida del software.
	Infraestructura	Incluye la infraestructura necesaria: hardware, software, herramientas, técnicas, norma e instalaciones para el desarrollo, la explotación o el mantenimiento.
	Formación	Para mantener el personal formado: incluyendo el material y plan de formación.

Fuente: Cataldi Z. (2000).

Elaborado por: Autor

### 1.7.3. Características y clasificación de las Metodologías

Se pueden nombrar una serie de características que debe contar la metodología y que incidirán en el desarrollo:

- Reglas previamente definidas.
- Determinación de los pasos del ciclo de vida de software.
- Verificaciones en cada etapa.
- Planificación y control.
- Comunicación efectiva entre desarrolladores y usuarios.
- Flexibilidad: aplicación en un amplio posibilidad de casos.
- De fácil comprensión.
- Soporte de herramientas automatizadas.
- Que permita definir mediciones que indiquen mejoras.
- Que permita cambios y modificaciones.
- Que soporte escalabilidad y reusabilidad del software.

Las metodologías se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- *Las metodologías orientadas al control de los procesos*, estableciendo rigurosamente las actividades a desarrollar, herramientas a utilizar y notaciones que se usarán. Estas metodologías son llamadas Metodologías Pesadas.
- *Las metodologías orientadas a la interacción con el cliente y el desarrollo incremental del software*, mostrando versiones parcialmente funcionales del software al cliente en intervalos cortos de tiempo, para que pueda evaluar y sugerir cambios en el producto según se va desarrollando, con entregas frecuentes, con el menor intervalo de tiempo posible. Estas son llamadas Metodologías ligeras/ágiles.

Las metodologías de desarrollo de software se pueden clasificar de acuerdo a la Tabla 3.

Tabla 3: Clasificación metodologías desarrollo de software

Enfoque	Tipo de Sistema
Estructuradas <ul style="list-style-type: none"> <li>- Orientada a Procesos</li> <li>- Orientado a Datos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jerárquicos</li> <li>- No Jerárquicos</li> <li>- Mixtas</li> </ul> </li> </ul>	Gestión
Orientada a Objetos	Tiempo real

Elaborado por: Autor

### 1.7.3.1. Desarrollo Estructurado

Se basan en la forma top-down (de arriba hacia abajo). Se basa en la programación, diseño y análisis estructurado.

#### a. Metodologías orientadas a procesos

La ingeniería del software se basa en el modelo básico de entrada/proceso/salida de un sistema. Está compuesta por:

- Diagrama de flujo de datos (DFD).
- Diccionario de datos.
- Especificaciones de proceso.

#### b. Metodologías orientadas a datos

Son metodologías basadas en la información. Primero se definen las estructuras de datos y, a partir de éstos, se derivan los componentes procedimentales.

### 1.7.3.2. Metodología RUP

La Metodología RUP (*Rational Unified Process*) se centra en la definición detallada de los procesos, tareas a realizar, herramientas a utilizar, y requiere una extensa documentación, ya que pretende prever todo de antemano. Este tipo de metodología es más eficaz y necesaria cuanto mayor es el proyecto que

se pretende realizar respecto a tiempo y recursos que son necesarios emplear, donde una gran organización es requerida.

La Metodología RUP divide el desarrollo en 4 fases que definen su ciclo de vida:

- Inicio: El objetivo es determinar la visión del proyecto y definir lo que se desea realizar.
- Elaboración: Etapa en la que se determina la arquitectura óptima del proyecto.
- Construcción: Se obtiene la capacidad operacional inicial.
- Transmisión: Obtener el producto acabado y definido.

#### **a. Filosofía RUP**

La metodología RUP tiene 6 principios clave:

- Adaptación del proceso: El proceso debe adaptarse a las características de la organización para la que se está desarrollando el software o producto.
- Balancear prioridades: Debe encontrarse un balance que satisfaga a todos los inversores del proyecto.
- Colaboración entre equipos: Debe haber una comunicación fluida para coordinar requerimientos, desarrollo, evaluaciones, planes, resultados, etc.
- Demostrar valor iterativamente: Los proyectos se entregan, aunque sea de una forma interna, en etapas iteradas. En cada iteración se evaluará la calidad y estabilidad del producto y analizará la opinión y sugerencias de los clientes.
- Elevar el nivel de abstracción: Motivar el uso de de conceptos reutilizables.
- Enfocarse en la calidad: La calidad del producto debe verificarse en cada aspecto de la producción.

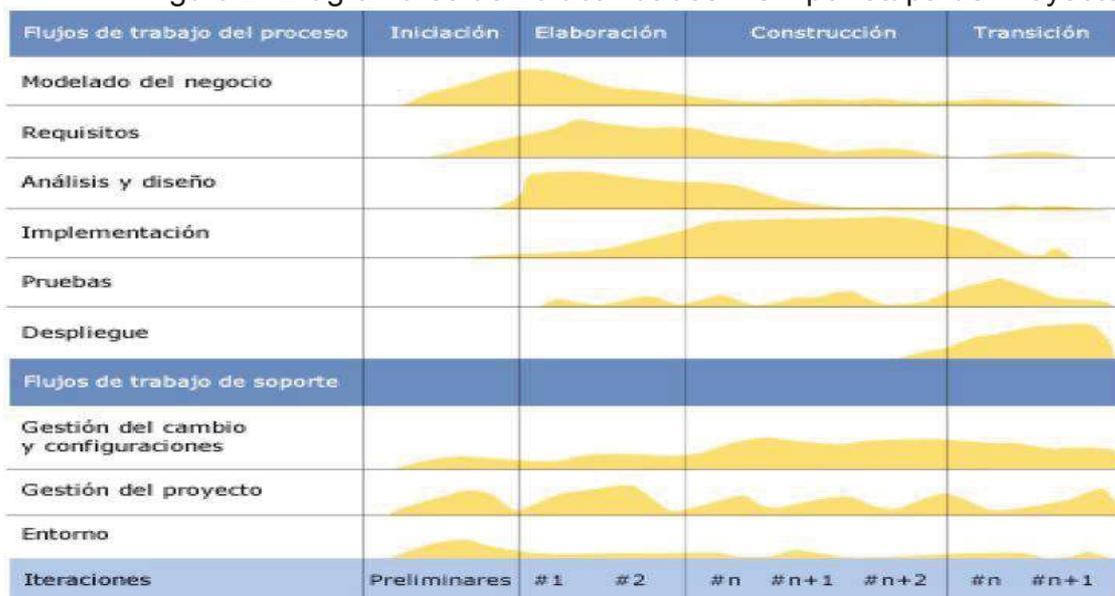
### b. *Disciplina de desarrollo de RUP*

Determina las etapas a realizar durante el proyecto de creación del software.

- Ingeniería o modelado del negocio: Analizar y entender las necesidades del negocio para el cual se está desarrollando el software.
- Requisitos: Proveen una base para estimar los costos y tiempo de desarrollo del sistema.
- Análisis y diseño: Traslada los requisitos analizados anteriormente a un sistema automatizado y desarrolla una arquitectura para el sistema.
- Implementación: Crea software que se ajuste a la arquitectura diseñada y que tenga el comportamiento deseado.
- Pruebas: Asegurarse de que el comportamiento requerido es correcto y que todo lo solicitado está presente.
- Despliegue: Producir distribuciones del producto y distribuirlo a los usuarios.

En la figura 2 se muestra el diagrama del esfuerzo de actividades según la etapa del proyecto

Figura 2: Diagrama esfuerzo actividades RUP por etapa de Proyecto



Fuente: Carrillo, I. (2008): Metodología del Desarrollo de Software.

Modificado por: Autor

### **c. Disciplina de soporte RUP**

Determina la documentación que es necesaria realizar durante el proyecto.

- Configuración y administración del cambio: Guardar todas las versiones del proyecto.
- Administración del proyecto: Administrar los horarios y recursos que se deben de emplear.
- Ambiente: Administrar el ambiente de desarrollo del software.
- Distribución: Hace todo lo necesario para la salida del proyecto.

### **d. Elementos RUP**

Los principales elementos de RUP son:

- Actividades: Procesos que se han de realizar en cada etapa/iteración.
- Trabajadores: Personas involucradas en cada actividad del proyecto.
- Artefactos: Herramientas empleadas para el desarrollo del proyecto. Puede ser un documento, un modelo, un elemento del modelo, etc.

#### **1.7.3.3. Desarrollo No Estructurado**

Están orientadas a la interacción con el cliente y el desarrollo incremental del software.

##### **a. Metodologías orientadas a objetos**

La orientación a objetos unifica procesos y datos encapsulándolos en el concepto de objetos. Tiene dos enfoques distintos:

- Revolucionario, puro u ortodoxo. Rompen con las metodologías tradicionales.
- Sintetista o evolutivo. Toman como base los sistemas estructurados y conforman elementos de uno y otro tipo.

**b. Sistemas de tiempo real**

Procesan información orientada al control más que a los datos. Se caracterizan por concurrencia, priorización de procesos, comunicación entre tareas y acceso simultáneo a datos comunes.

**1.7.3.4. Metodologías Ágiles**

Esta metodología nace en febrero del 2001 en una reunión celebrada en Utah EEUU. Las principales ideas de la metodología ágil son:

- Se encarga de valorar las iteraciones del equipo más que a las herramientas o los procesos utilizados.
- Se hace mucho más importante crear un producto software que funcione que escribir mucha documentación.
- El cliente está en todo momento colaborando en el proyecto.
- Es más importante la capacidad de respuesta ante un cambio realizado que el seguimiento estricto de un plan.

**1.7.3.4.1. Programación Extrema**

Es una metodología para el desarrollo de software y consiste básicamente en ajustarse estrictamente a una serie de reglas que se centran en las necesidades del cliente para lograr un producto de buena calidad en poco tiempo.

La Programación Extrema es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en el desarrollo de software. Promueve el trabajo en equipo, preocupándose en todo momento del aprendizaje de los desarrolladores y estableciendo un buen clima de trabajo.

Este tipo de método se basa en una realimentación continuada entre el cliente y el equipo de desarrollo con una comunicación fluida entre todos los participantes. Este tipo de programación es la adecuada para proyectos con requisitos imprecisos, muy cambiantes y con un riesgo técnico excesivo. Se simplifica las soluciones implementadas para los múltiples cambios.

### a. Características generales de XP

Una de las características de XP es que pasa por alta la exhaustiva definición de requerimientos y la producción de una extensa documentación.

Otra característica que distingue a XP en la práctica es la entrega de software en lapsos cada vez menores de tiempo con altos estándares de calidad. En términos generales XP es una metodología adecuada para proyectos medianos y pequeños, donde los equipos de desarrollo no pasan de 10 programadores

### b. Roles Programación Extrema

Los roles de la programación extrema son los siguientes:

- **Programador:** El programador escribe las pruebas unitarias y produce el código del sistema.
- **Cliente:** Escribe las metáforas y las pruebas funcionales para validar su implementación. El cliente da una gran prioridad a las metáforas y decide cual implementar en cada iteración centrándose en aportar mayor valor al negocio.
- **Encargado de Pruebas (Tester):** Ayuda al cliente a escribir las pruebas funcionales. Se encarga de ejecutar las pruebas con regularidad, difundir los resultados obtenidos al equipo y es el responsable de las herramientas que dan soporte a las pruebas.
- **Encargado de Seguimiento (Tracker):** Es el que proporciona la realimentación al equipo. Realiza el seguimiento del proceso de cada iteración y verifica el grado de acierto entre las estimaciones realizadas y el tiempo real dedicado en ello para la mejora de futuras estimaciones.
- **Entrenador (Coach):** Es el responsable del proceso global. Se encarga de proveer guías al equipo de forma que se apliquen las prácticas de Programación Extrema y se vaya siguiendo el proceso correctamente.

- **Consultor:** Es un miembro externo del equipo con un conocimiento específico en algún tema que es necesario para el proyecto, en caso se presenten problemas.
- **Gestor:** Es el vínculo entre clientes y programadores. Ayuda a que el equipo trabaje efectivamente creando las condiciones adecuadas. Su labor esencial es la de coordinación.

### c. Principios Básicos Programación Extrema

La Programación Extrema se basa en 12 principios básicos agrupados en cuatro categorías:

#### 1) Retroalimentación a escala fina

- **El principio de Pruebas:** se tiene que establecer un período de pruebas de aceptación del programa. Es muy recomendable automatizar estas pruebas para poder hacer varias simulaciones del sistema en funcionamiento. Para hacer estas simulaciones automatizadas, se pueden utilizar Ambientes de Prueba.
- **Proceso de Planificación:** en esta fase, se define las actividades que realizará el sistema. Se define de forma específica los tiempos de entrega de la aplicación para recibir retroalimentación por parte del usuario. Son muy importantes y tienen que ser una constante las reuniones periódicas durante esta fase de planificación. Estas pueden ser a diario, con todo el equipo de desarrollo para identificar problemas, proponer soluciones y señalar aquellos puntos a los que se les ha de dar más importancia por su dificultad o por su punto crítico.
- **El cliente en el sitio:** En esta fase existe una fuerte interacción cara a cara con el programador disminuye el tiempo de comunicación y la cantidad de documentación, junto con los altos costes de su creación y

mantenimiento. Este representante del cliente estará con el equipo de trabajo durante toda la realización del proyecto.

- **Programación en parejas:** requiere que todos los programadores XP escriban su código en parejas, compartiendo una sola máquina. Este principio puede producir aplicaciones más buenas, de manera consistente, a iguales o menores costes. Igualmente la gran disminución de la tasa de defectos debido a la programación en parejas puede reducir significativamente los costes del desarrollo de software.

## 2) Proceso continuo en lugar de por lotes

- **Integración continua:** permite al equipo hacer un rápido progreso implementando las nuevas características del software. En lugar de crear versiones estables de acuerdo a un cronograma establecido, los equipos de programadores de Programación Extrema pueden reunir su código y reconstruir el sistema varias veces al día. Esto reduce los problemas de integración comunes en proyectos largos y estilo cascada.
- **Refactorización:** permite a los equipos de programadores XP mejorar el diseño del sistema a través de todo el proceso de desarrollo. Los programadores evalúan continuamente el diseño y recodifican lo necesario. La finalidad es mantener un sistema enfocado a proveer el valor de negocio mediante la minimización del código duplicado y/o ineficiente. La refactorización tolera, sin embargo, en estos casos el proceso de refactorización podría no actualizar correctamente las referencias ambiguas.
- **Entregas pequeñas:** consiste en colocar un sistema sencillo en producción que se actualiza de forma rápida y constante permitiendo que el verdadero valor de negocio del producto sea evaluado en un ambiente real. Estas entregas no pueden pasar las 2 o 3 semanas como máximo.

### 3) Entendimiento compartido

- **Diseño Simple:** se basa en la filosofía de que el mayor valor de negocio es entregado por el programa más sencillo que cumpla los requerimientos. Diseño simple se enfoca en proporcionar un sistema que cubra las necesidades inmediatas del cliente, ni más ni menos. Este proceso permite eliminar redundancias y rejuvenecer los diseños obsoletos de forma sencilla.
- **Metáforas:** desarrollada por los programadores al inicio del proyecto, define una historia de cómo funciona el sistema completo. XP estimula historias, que son breves descripciones de un trabajo de un sistema. La metáfora expresa la visión evolutiva del proyecto que define el alcance y propósito del sistema.
- **Propiedad colectiva del código:** un código con propiedad compartida. Nadie es el propietario de nada, todos son el propietario de todo. Este método difiere en mucho a los métodos tradicionales en los que un simple programador posee un conjunto de código.
- **Estándar de codificación:** define la propiedad del código compartido así como las reglas para escribir y documentar el código y la comunicación entre diferentes piezas de código desarrolladas por diferentes equipos. Los programadores las han de seguir de tal manera que el código en el sistema se vea como si hubiera estado escrito por una sola persona.

### 4) Bienestar del Programador

- **La semana de 40 horas:** minimizar las horas extras y mantener los programadores frescos, generará código de mayor calidad. Está bien trabajar tiempos extra cuando es necesario, pero no se ha de hacer durante dos semanas seguidas.

#### **d. Proceso de Desarrollo Programación Extrema**

La programación extrema parte del caso habitual de una empresa que desarrolla software, normalmente a medida, en la que hay diferentes roles: un equipo de gestión (o diseño), uno de desarrollo y los clientes finales. La relación entre el equipo de diseño, los que desarrollan el software y clientes es totalmente diferente al que se ha realizado en las metodologías tradicionales, que se basaba en una fase de capturas de los requisitos previo al desarrollo, y de una fase de validación posterior al mismo.

##### **- Interacción con el cliente**

En este tipo de programación el cliente pasa a ser parte implicada en el equipo de desarrollo. Su importancia es máxima en el momento de tratar con los usuarios y en efectuar las reuniones de planificación. Tiene un papel importante de interacción con el equipo de programadores, sobre todo después de cada cambio, y de cada posible problema localizado, mostrando las prioridades, expresando sus sensaciones donde el cliente se encuentra mucho más cerca del proceso de desarrollo. Se elimina la fase inicial de recopilación de requerimientos, y se permite que éstos se vayan tomando a lo largo del proyecto, de una manera ordenada. De esta forma se posibilita que el cliente pueda ir cambiando de opinión sobre la marcha, pero a cambio estos clientes han de estar siempre disponibles para solucionar las dudas del equipo de desarrollo.

##### **- Pruebas**

Antes de empezar a codificar se tienen que hacer pruebas unitarias, es decir, cada vez que se quiere implementar una parte de código, en XP, se tiene que escribir una prueba sencilla, y después escribir el código para que la pase. Una vez pasada se amplía y se continúa.

En XP hay un principio que dice *"Todo el código que puede fallar tiene que tener una prueba"*. Con estas normas se obtiene un código simple y funcional de manera bastante rápida. Por esto es importante pasar las pruebas al 100% sobre un flujo normal.

### 1.8. Comparación Metodologías de Desarrollo de Software

La Tabla 4 recoge esquemáticamente las principales diferencias de las metodologías ágiles con respecto a las tradicionales (“no ágiles”). Estas diferencias que afectan no sólo al proceso en sí, sino también al contexto del equipo así como a su organización.

Tabla 4: Diferencias entre metodologías ágiles y no ágiles

Metodologías Ágiles	Metodologías Tradicionales
Basadas en heurísticas <sup>8</sup> provenientes de prácticas de producción de código.	Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo.
Especialmente preparados para cambios durante el proyecto.	Cierta resistencia a los cambios.
Impuestas internamente (por el equipo).	Impuestas externamente.
Proceso menos controlado, con pocos principios.	Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas/normas.
No existe contrato tradicional o al menos es bastante flexible.	Existe un contrato prefijado.
El cliente es parte del equipo de desarrollo.	El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones.
Grupos pequeños (<10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio.	Grupos grandes y posiblemente distribuidos.
Pocos artefactos.	Más artefactos.
Pocos roles.	Más roles.
Menos énfasis en la arquitectura del software.	La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos.

Elaborado por: Autor

<sup>8</sup> Se denomina heurística a la capacidad de un sistema para realizar de forma inmediata mejora a sus sistemas.

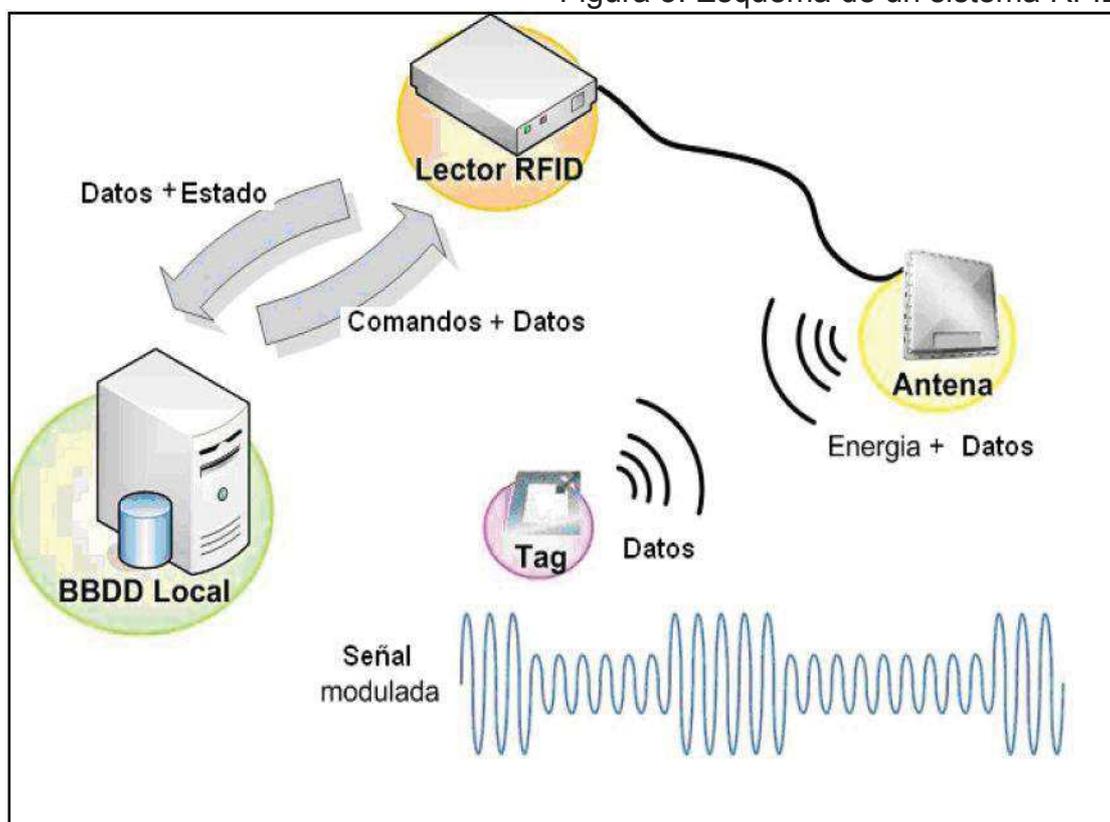
## 2. TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA

### 2.1. ¿Qué es un sistema RFID?

Un sistema de RFID (*Radio Frequency IDentification*) es la tecnología inalámbrica que permite, básicamente, la comunicación entre un lector y una etiqueta (transponder). Estos sistemas permiten almacenar información en sus etiquetas mediante comunicaciones de radiofrecuencia. Esta información puede ir desde un bit hasta algunos KBytes, dependiendo principalmente del sistema de almacenamiento que posea el transponder. [20]

Los sistemas de RFID no son del todo nuevos, aparecen en los años 80 en sistemas de identificación, pero sí es cierto que actualmente están recibiendo una especial atención en muchos campos de la industria, lo que permite grandes avances en esta tecnología. Por ese motivo aparecen continuos estándares, aplicaciones e innovaciones. [21]

Figura 3: Esquema de un sistema RFID



Elaborado por: Autor

## **2.2. Historia de la Tecnología RFID**

Desde que Michael Faraday <sup>9</sup>identificó el campo electromagnético sobre la relación entre la luz y las ondas de radio en 1845, las personas han hecho uso de tecnologías rápidas y cómodas con propiedades electromagnéticas para mejorar su estilo de vida y RFID es una de ellas. Estas tecnologías han estado en existencia desde la Segunda Guerra Mundial cuando las ondas de radio fueron utilizadas por el gobierno soviético para el reconocimiento de tropas.

La tecnología de transpondedores se originó a partir de un sistema de discriminación para distinguir las aeronaves amigas y enemigas en la segunda Guerra Mundial. Los Aliados enviaban a sus aviones una señal al pasar cerca de tropas amigas, y la "Identificación: amigo o enemigo" (IFF) identificaba esta señal. Ahora la tecnología de monitoreo y seguimiento se encuentra en auge y es utilizada con mayor frecuencia en la vida cotidiana. Es por eso que la tecnología RFID es actualmente una de las tecnologías más precisas en seguimiento, monitoreo y rastreo.

## **2.3. Componentes Fundamentales de un Sistema RFID**

Un sistema RFID está compuesto por etiquetas (transpondedor), lectores (transmisor-receptor) y un middleware. Los cuales interactúan entre sí para poner en funcionamiento una aplicación RFID.

### **2.3.1. Etiquetas (transpondedor) RFID**

Una etiqueta es un dispositivo que almacena información única. Las etiquetas se adjuntan a los productos o personas y luego se comunican con un lector, utilizando ondas de radio. Tanto el chip y la antena se denomina una etiqueta. Esta etiqueta se clasifica en dos grupos [22]: una etiqueta RFID pasiva, que no tiene fuente de alimentación interna, y una etiqueta RFID activa que tiene su propia fuente de energía. Los beneficios de las etiquetas pasivas de RFID es que son pequeñas, más baratas y sin límite de duración. El rango de lectura,

---

<sup>9</sup> Michael Faraday fue un físico y químico británico que estudió el electromagnetismo y la electroquímica.

sin embargo, se reduce a alrededor de 10 cm (ISO 14443)<sup>10</sup> hasta unos pocos metros (ISO 18000-6)<sup>11</sup>. Por lo tanto, si las etiquetas se colocan fuera del campo electromagnético, estos dispositivos no funcionan para detección y monitoreo. En contraste, las etiquetas RFID activas pueden tener rangos de lectura alrededor de cien metros y contienen abundantes recuentos con información específica. Además, las etiquetas RFID activas pueden ser usadas en un número mucho más amplio de industrias debido a que estas etiquetas pueden detectar la temperatura, la humedad y el brillo. Sin embargo, hay algunas desventajas, por ejemplo, el tiempo de vida de la etiqueta depende de la batería, es decir, deja de funcionar cuando la batería se agota. Las etiquetas RFID activas también son más grandes y más caras que las etiquetas RFID pasivas.

### **2.3.2. Factores claves para una buena etiqueta RFID**

Las etiquetas RFID tienen ciertos peligros fundamentales que hay que evitar para que cumplan adecuadamente con su función, para ello: [23]

- La antena impresa no puede ser realizada de cualquier material, ya que afecta radicalmente a su sensibilidad.
- El método de inserción de la etiqueta RFID influye posteriormente en su rendimiento posterior y en el coste.
- Un mismo chip RFID se comporta diferente en un fabricante de etiquetas distintas.
- La sensibilidad de la etiqueta RFID varía en función del material dónde se aplique.

### **2.3.3. Etiquetas Activas vs. Etiquetas Pasivas [24]**

Activa y pasiva se refiere a la forma de funcionamiento de las etiquetas RFID. Sus principales diferencias a continuación:

---

<sup>10</sup> ISO 14443 es un estándar internacional relacionado con las tarjetas de identificación electrónicas, en especial las tarjetas inteligentes.

<sup>11</sup> ISO 18000-6 se detallan los parámetros que deben tener los dispositivos que envían y reciben datos desde etiquetas UHF.

- Las etiquetas RFID activas poseen su propia fuente de poder. Una batería incorporada energiza el microchip y el transmisor.
- Las etiquetas activas pueden recibir y transmitir señales a largas distancias.
- Las etiquetas pasivas no poseen batería, utilizan la energía del lector. Cuando el tag recibe la señal del lector, utiliza la energía recibida para responderle al lector con la información solicitada.
- Las etiquetas pasivas son menores en tamaño, más livianas y tienen una mayor vida útil.

#### **2.3.4. Evolución de los distintos tipos de tags [24]**

##### **a. Generación 1**

Las especificaciones de RFID cubren ambos aspectos de la transmisión de datos vía radiofrecuencia: cómo se comunican las etiquetas, y la técnica de programación utilizada para almacenar y leer datos.

Al adoptar los diseños existentes en el mercado pudo iniciarse la implementación de la tecnología, probar el valor de la misma, y adquirir el conocimiento necesario para optimizarlo.

EPC Global ha apoyado durante los últimos años la implementación inicial de un conjunto de estándares conocidos como “Generación 1”. Los tags o etiquetas que se encuentran actualmente certificados por EPC Global, se describen a continuación:

**Clase 0:** Pasiva, basada en UHF<sup>12</sup> (*Ultra High Frequency*) y programada en el fabricante. Es la clase más simple de etiquetas RFID. Al contar con los números de identificación pre-programados en las etiquetas, éstas son arbitrariamente asociadas a cajas a través de una aplicación en la etapa de empaque.

---

<sup>12</sup> La UHF es ampliamente usada en sistemas de transmisión y recepción para teléfonos inalámbricos.

**Categoría 0+:** Basada en las características de la Clase 0, pero con la capacidad de ser programada (lectura y escritura múltiple). Esta categoría es aceptada por la tienda Wal-Mart y el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, entre otros.

**Clase 1:** Pasiva basada en UHF o HF (*High Frequency*) (900MHz/13.56 MHz) y programable.

### **b. Generación 2**

Las etiquetas clase 0 y clase 1, las cuales tienden a ser utilizadas en aplicaciones similares en la cadena de abastecimiento, no cumplen actualmente con la interoperabilidad de marcas. La generación que reemplaza las etiquetas clase 0 y clase 1 es la Generación 2. Esto marca el comienzo de un estándar de tags RFID pasivos unificado para las aplicaciones de la cadena de abastecimiento. Las etiquetas que utilizan el estándar de Generación 2 están disponibles desde fines del 2006.

#### **2.3.5. Lector RFID**

Un lector de RFID [22] se conecta con la etiqueta y al equipo host. El lector recibe la información de la etiqueta y la envía a través de una interfaz estándar al equipo host<sup>13</sup>. Se crea una zona de lectura entre etiquetas y lectores. Las etiquetas emiten ondas de radio y los lectores reciben esta información a través de sus antenas internas. El rango de la zona de lectura depende tanto del poder de los lectores y la frecuencia utilizada para comunicarse, así como la etiqueta utilizada. A menor frecuencia, las etiquetas se pueden leer desde distancias más cortas, mientras que etiquetas de alta frecuencia se pueden leer desde distancias más largas. Hay tres tipos básicos de lectores RFID: de mano, lector fijo instalado en una zona, y el lector fijo de carretilla.

En la tabla 5 se describen diferentes lectores RFID y sus principales características:

---

<sup>13</sup> Un host es un equipo informático que posee una dirección IP y que se encuentra interconectado con uno o más equipos.

Tabla 5: Características de lectores RFID

	Fijos			Móviles	
	Star 3D	Tag-Reader HP	Tag-Reader LP	Carretilla	Manual
Protocolo EPC Global	UHF Class 1 Gen 2	UHF Class 1 Gen 2	UHF Class 1 Gen 2	UHF Class 1 Gen 2	UHF Class 1 Gen 2
Interoperabilidad	Si	Si	n/a	Si	Si
ISO	18000-6C	18000-6C	18000-6C	18000-6C	18000-6C
Frecuencias (MHZ)	865,5-867,6	865,5-867,6	860-915	865,5-867,6	865,5-867,6
Dense Mode	Si	Si	n/a	Si	Si
Antenas	60	40	1	2	n/a
Potencia RF	n/a	+30dBm	+20dBm	+30dBm	+10dBm
Sensibilidad	n/a	-80dBm	-40dBm	-70dBm	-30dBm
Distancias	10.000 m2/u	Hasta 15 m	Hasta 7 m	Hasta 7 m	Hasta 1 m
Protocolos	LLRP <sup>14</sup> y XML	LLRP y XML	propietario	LLRP y XML	n/a
DII y SDK <sup>15</sup>	n/a	Si Java y Punto Net			
Control	RFID Data Suite	RFID Data Suite	RFID Data Suite	RFID Data Suite	RFID Data Suite
Protección	IP64	IP54	IP53	IP53	n/a
Far-Field	Completo	Completo	Medio	Medio	No
Near-Field	No	Completo	No	No	Completo
Ratio de Lectura	n/a	-1.000 tags/seg	-200 tags/seg	-500 tags/seg	n/a
Lectura	Mono-estática	Mono-estática	Bi-estática	Mono-estática	Mono-estática
Sensibilidad a la dirección	Si	Si	No	No	No

Elaborado por: Autor

<sup>14</sup> Protocolo de Lectura de bajo nivel.

<sup>15</sup> Un kit de desarrollo de software o SDK (siglas en inglés de software development kit) es generalmente un conjunto de herramientas de desarrollo de software que le permite al programador crear aplicaciones

### **2.3.6. Lector Manual Inalámbrico**

Un lector manual inalámbrico es un dispositivo pequeño y ligero que se utiliza para encontrar los artículos etiquetados de forma rápida y cómoda. Los usuarios pueden tomar al lector de mano con facilidad. El usuario puede determinar la distancia de los elementos que desee etiquetar a través del indicador de intensidad de señal recibida (RSSI).

### **2.3.7. Lector fijo instalado en un Área**

Un lector fijo está instalado en un punto fijo como una pared o un techo para leer el movimiento, la ubicación o los datos internos de los objetos en una determinada zona. El lector recoge la información continuamente. Dependiendo del tamaño del lector (sobre todo la antena), el rango y la precisión, es mayor que los lectores de mano. En otras palabras, el tamaño de la antena de la etiqueta y el lector es importante por razones de rango debido a que una antena más grande puede recoger y transmitir más energía. Por esta razón, los lectores fijos se utilizan sobre todo con etiquetas RFID activas.

### **2.3.8. Lector de Carretilla**

Un lector de carretilla es la aplicación más común de RFID. El principio de funcionamiento del lector es leer una señal cada vez que los objetos etiquetados llegan o salen. Por lo tanto, los consumidores son capaces de ver el flujo de objetos con facilidad. Además, es eficiente ya que todos los objetos que fluyen a través del cuello de botella son monitoreados. Los lectores fijos instalados en cuellos de botella se utilizan sobre todo con las etiquetas RFID pasivas.

### **2.3.9. Middleware**

Middleware es un software para integrar diversos datos recibidos de varios lectores. Esto significa que el middleware conecta dos diferentes aplicaciones, el lector y el equipo host, permitiendo que estos pasen información entre ellos. A través de middleware, los usuarios pueden obtener los datos del lector para mostrar en el equipo host como el código electrónico de producto (EPC), número de ventas, la fecha y el inventario (lectores y etiquetas).

## **2.4. Frecuencias RFID**

RFID es una tecnología basada en una interconexión de las ondas de radio en los campos electromagnéticos. Entender la relación entre la RFID y la frecuencia puede proporcionar un mejor conocimiento sobre la aplicación RFID.

De baja frecuencia (LF) se refiere generalmente a la frecuencia en el rango de 30 a 300 KHz. RFID utiliza principalmente frecuencias desde 125 hasta 134 KHz. LF tiene un rango de lectura corta, menos de dos metros (normalmente 1 cm - 1,5 m) y transferencias de datos pequeños a tasas de menos de 1 kbit/s. Sin embargo, tiene la capacidad de penetrar el agua.

Alta frecuencia (HF) va desde 3 a 30 MHz, y la distancia afectada es inferior a 1 metro (generalmente de 1 cm - 0,7 m). HF puede transferir datos de alrededor de 25 kbit/s. Al igual que LF, tiene la capacidad de pasar a través del agua y también el metal.

La frecuencia ultra alta (UHF) va desde 300 MHz a 3 GHz; en Europa desde 868 MHz y 902 a 928 MHz en los EEUU. UHF lee hasta 100 metros, con transferencias de 1Kbit/s, sin embargo no puede penetrar el agua y el metal.

La frecuencia de microondas se encuentra a 2,45 GHz. Puede leer de larga distancia y transmitir datos a altas velocidades. Debido a estas características, según el uso y aplicación, son diferentes los rangos de frecuencias [25].

Debido a sus características LF se utiliza para los sistemas de control de acceso, HF para productos líquidos o tarjetas de acceso, UHF para aplicaciones de cadenas de suministro, y la frecuencia de microondas para cabinas de peaje en una autopista.

### **2.4.1. Frecuencia Baja (LF) (9 - 135 KHz)**

La Frecuencia Baja tiene rango de frecuencias que difiere ligeramente de un autor a otro, pero generalmente se considera que va desde 30 a 300 KHz, y es la más apropiada para las etiquetas pasivas. Su principal ventaja es su

aceptación en todo el mundo y está ampliamente difundida. La distancia de lectura es inferior a 1,5 metros, por lo que las aplicaciones más habituales son la identificación de animales, barriles de cerveza, auto key o bibliotecas.

#### **2.4.2. Frecuencia Alta (HF) (13,56 MHz)**

Esta frecuencia opera en el rango entre 3-30 MHz, pero típicamente RFID opera a 13,56 MHz. Su uso más común, se da en las tarjetas inteligentes y etiquetas inteligentes. Esta frecuencia también se encuentra muy difundida en todo el mundo. Normalmente se utiliza en aplicaciones tales como la trazabilidad de productos, movimientos de equipajes de avión o acceso a edificios.

#### **2.4.3. Frecuencia Ultra Alta (UHF) (433MHz y 860-96 MHz)**

El rango de las frecuencias UHF se encuentran entre 300MHz a 3GHz. Normalmente se utilizan para el seguimiento de vagones de ferrocarril, también para el monitoreo de equipos y herramientas. Los equipos que operan a estas frecuencias UHF (*Ultra High Frequency*) no pueden ser utilizados de forma global porque no existen regulaciones globales para su uso y su aplicación, depende de la legalidad del país. Este tipo de frecuencia se usa para aplicaciones de trazabilidad de productos con etiquetas activas.

#### **2.4.4. Microondas (2,45 GHz y 5,8 GHz)**

Estas frecuencias son las más habituales para las etiquetas activas, pero no tienen el problema de la falta de regulaciones globales, además ofrecen largas distancias de lectura y altas velocidades de transmisión. Las etiquetas activas que operan en el rango de las microondas son muy usadas para seguimiento y trazabilidad de personas u objetos.

Dependiendo de las frecuencias utilizadas en los sistemas RFID, el coste, el alcance y las aplicaciones son diferentes.

En la tabla 6 se observan algunos rangos de frecuencia usados en sistemas de RFID y sus principales características.

Tabla 6: Rangos de frecuencia para RFID

Rango de Frecuencia	Observaciones	Intensidad de campo / Potencia de TX
< 135 kHz	Baja potencia. Acoplamiento inductivo.	72 dBu A/m
6.765-6.795 MHz	Media Frecuencia ISM <sup>16</sup> ( <i>Industrial, Scientific and Medical</i> ), acoplamiento inductivo.	42 dBu A/m
7.400-8.800 MHz	Media Frecuencia, usado sólo para EAS ( <i>Electrónica Article Surveillance</i> ).	9 dBu A/m
13.553-13.567 MHz	Media Frecuencia (13.56 MHz, ISM), acoplamiento inductivo, ISO 14443, MIFARE LEGIC smart labels (ISO 15693, Tag-It, I-Code) y control de artículos (ISO 18000-3).	42 dBu A/m
26.957-27.283 MHz	Media frecuencia (ISM), acoplamiento inductivo, sólo aplicaciones especiales.	42 dBu A/m
433 MHz	UHF (SRD), acoplamiento por <i>backscatter</i> <sup>17</sup> , raramente usado para RFID.	10 ....10 mW
868-870 MHz	UHF (SRD), acoplamiento por <i>backscatter</i> , nueva frecuencia, sistema bajo desarrollo.	500 mW, sólo Europa
902-928 MHz	UHF (SRD), acoplamiento por <i>backscatter</i> , varios sistemas.	4W – espectro ensanchado, sólo USA/Canadá
2.400-2.483 GHz	SHF (ISM), acoplamiento por <i>backscatter</i> , varios sistemas (identificación de vehículos: 2.446-2.454 GHz).	4W – espectro ensanchado, sólo USA/Canadá, 500 mW Europa
5.725-5.875 GHz	SHF (ISM), acoplamiento por <i>backscatter</i> , raramente usado para RFID.	4W USA/Canadá, 500 mW Europa

Elaborado por: Autor

<sup>16</sup> ISM (*Industrial, Scientific and Medical*) son bandas reservadas internacionalmente para uso comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica.

<sup>17</sup> Dispersión retrógrada.

Tabla 7: Diferentes aplicaciones en diferentes frecuencias para RFID

Aplicaciones LF	Aplicaciones HF	Aplicaciones UHF	Aplicaciones Microondas
Control de Acceso	Cadenas de Suministro	Cadenas de Suministro	
Seguimiento de ganado	Venta de Entradas	Proyectos de Logística	Tecnologías emergentes
Monitoreo Productos Líquidos	Servicios de Comercio Inalámbrico	Almacenamiento	Monitoreo de activos
Inmovilizadores de automóviles	Autenticación de Productos	Monitoreo de activos	
Servicios de Comercio Inalámbrico			

Elaborado por: Autor

## 2.5. Estándares RFID

Con la expansión de la RFID en la industria, la estandarización de la tecnología RFID se ha vuelto mucho más importante y necesaria. La tecnología RFID es rápida y conveniente para integrarse a una variedad de aplicaciones, pero no es sencilla de interactuar con diferentes lugares u objetos. Por lo tanto, dos tipos de normas son consideradas en este estudio: las normas de datos y normas de tecnología.

Las normas o estándares de datos pueden proporcionar datos unificados a través del EPC, figura 4. El EPC es un número de código único que tiene la misma estructura en todas las etiquetas. Este código, que fue inventado por el MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), está dividido en cuatro particiones. El número de cabecera de dos dígitos identifica la longitud, la estructura, tipo, versión y la generación de EPC. El EPC es un número único, que contiene información de producción de cierto fabricante. Esto se relaciona con un número de serie que se utiliza para identificar cada producto. Por lo que, el número EPC no se repetirá y será único para cada objeto.

Las mayores dificultades que afrontan los estándares RFID actualmente son: el costo de la etiqueta (alrededor de \$ 0,30 la más económica), las medidas anti-choque para evitar que varias etiquetas se lean en forma simultánea, la lectura de las etiquetas a través de líquidos, la aprobación lenta de los estándares, la

re-evaluación de antiguos procedimientos, y los problemas éticos y de seguridad.

Figura 4: Código Electrónico de Producto (EPC)



Fuente: Código Electrónico de Producto EPC. URL:

[http://www.gs1pe.org/que\\_es\\_epc\\_gs1pe.html](http://www.gs1pe.org/que_es_epc_gs1pe.html)

Descargado 26/04/12.

Modificado por: Autor

Las normas o estándares de tecnología que difieren con la infraestructura de EPC están asociados con la frecuencia entre etiquetas y lectores RFID. Hay varios estándares [22] tales como: ISO 15693 (etiquetas inteligentes), ISO 14443 (realización de pagos sin contacto) e ISO 11784 (para ganado y agricultura), pero la familia de normas ISO 18000 son las que se utilizan con mayor frecuencia.

- ISO 18000-2 (LF): inferior a 135 KHz
- ISO 18000-3 (HF): 13,56 MHz
- ISO 18000-4 (Microondas): 2,45 GHz
- ISO 18000-7: 433 MHz

A pesar de la existencia de estas normas, hay algunos problemas reportados, de tal manera que una etiqueta RFID no permite la interoperabilidad con lectores de distintos fabricantes. Sin embargo, ISO 18000-6 A / B (UHF) trató de interactuar con el hardware RFID de otros fabricantes, y las segundas generaciones de EPC y ISO 18000-6 C (UHF pasivo) tuvieron un acuerdo para

poder interoperar sus datos. La unificación de los estándares de tecnología tiene el objetivo de mejorar la utilidad de la tecnología RFID.

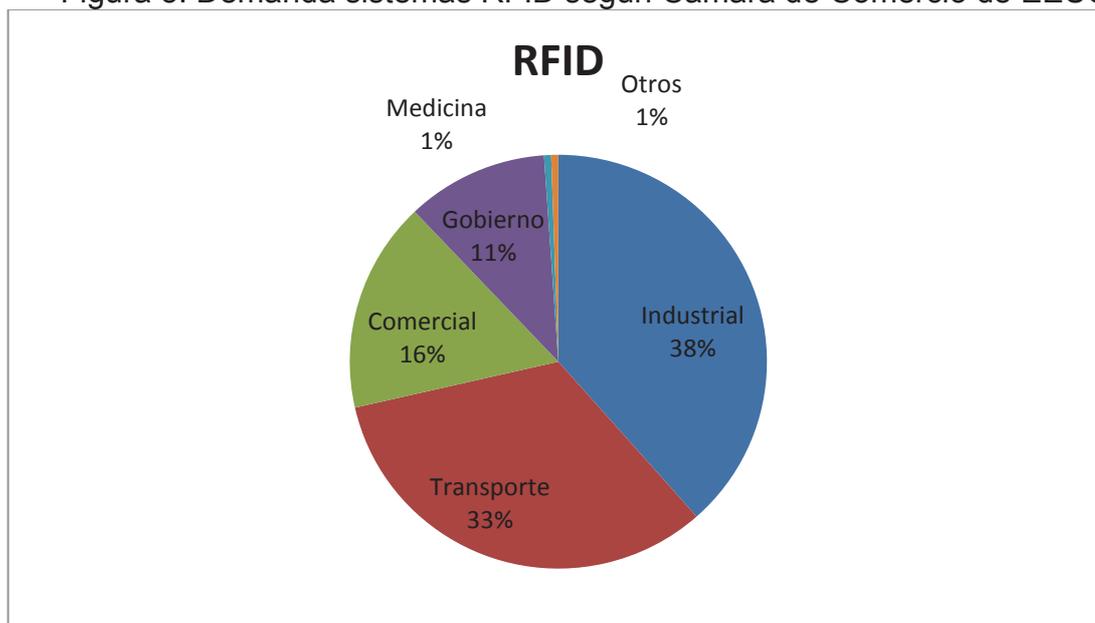
### 2.5.1. Normas ISO relativas a RFID

- ISO 14223/1 Identificación por radiofrecuencia de animales.
- ISO 14443 Estándar HF muy popular que se está utilizando como base para el desarrollo de pasaportes que incorporan RFID.
- ISO 15693 Estándar HF utilizado en tarjetas sin contacto de crédito y débito.
- ISO 18000-7 Estándar UHF para todos los productos basados en RFID activas, promovido por el Departamento de Defensa de EE.UU.
- ISO 18185 Estándar industrial para el seguimiento de contenedores a frecuencias de 433 MHz y 2,4 GHz.

### 2.6. Ejemplos de implementaciones RFID

Muchos son las industrias y mercados que se han visto beneficiados con la incursión de nuevos sistemas de identificación basados en la tecnología RFID; como los transportes, las tarjetas inteligentes, expedición de tickets, control de acceso, identificación de animales, medicina y la industria del automóvil.

Figura 5: Demanda sistemas RFID según Cámara de Comercio de EEUU



Elaborado por: Autor

### **2.6.1. Medicina**

Un ejemplo de uso de la tecnología RFID en el campo de la Medicina es el caso de HealthTrax [26] que utiliza esta tecnología para el seguimiento y localización en tiempo real de dispositivos médicos. Las etiquetas empleadas aprovechan la infraestructura inalámbrica existente en sus instalaciones con los dispositivos conectados al hospital (como las bombas de infusión, máquinas portátiles de rayos X y dispositivos de monitorización del paciente), así como otros activos móviles (tales como sillas de ruedas, equipos de ruedas, camillas y camillas) dando un seguimiento de los equipos a tiempo real. Como resultado, el personal del hospital puede conocer la ubicación de los dispositivos. Los médicos, enfermeras y personal de mantenimiento pueden concentrarse en su propio trabajo. Los hospitales pueden ahorrar millones de dólares anuales en el valor del equipo, y proporcionar asistencia médica cómoda y rápida a los pacientes. En los hospitales también se puede monitorear la ubicación de sus pacientes. Si los pacientes dejan su área designada, existe también un sistema de seguimiento de dichos pacientes.

### **2.6.2. Control de Accesos [27]**

Las aplicaciones en este campo han sido uno de los puntos fuertes de los sistemas RFID. No son sistemas nuevos, ya que llevan varios años usándose en empresas o recintos para controlar el acceso a sus instalaciones. También se suelen usar para el acceso a parqueaderos. Estas tarjetas son cada vez más funcionales, pudiendo permitir no sólo el acceso a distintas zonas, sino también a máquinas expendedoras.

### **2.6.3. Identificación de equipajes en transporte aéreo [27]**

Es un claro ejemplo de una aplicación que puede reducir costes y tiempo a las compañías aéreas y a los aeropuertos. Se puede sustituir personal si el equipaje es direccionado mediante sensores, por toda la cadena, que detectan el transponder con la información del avión en el cual tiene que ser cargado. Aparte de esta ventaja, también es más cómodo a la hora de identificación del equipaje sobre posibles pérdidas. Además, no supone un gasto excesivo para la rentabilidad que el sistema puede ofrecer. No ocurre ningún problema al

ponerlo sobre las etiquetas ya usadas en los aeropuertos ni importa que los equipajes estén orientados de cualquier forma o apilados de cualquier manera. Un sistema RFID es mucho más eficaz en esta aplicación que los usados códigos de barras. Las principales ventajas por las que las compañías del sector están incorporando estos sistemas son:

- La posibilidad de convivir con los sistemas de códigos de barras ya existentes y sus scanners, así como encajar perfectamente en los sistemas de control de aeropuertos y especialmente en sus sistemas de seguridad.
- Incorporar más información en el dispositivo sin aumentar el tamaño.
- La información va incorporada en la propia etiqueta, por lo que se ahorra la comunicación continua con una base de datos.

La mayoría de estos sistemas trabajan a una frecuencia de 13,56 MHz, como es el sistema instalado por los aeropuertos de Manchester y Munich en 1999. Se muestra un ejemplo de estas etiquetas en la figura 6.

Figura 6: Etiqueta Identificador de RFID



Fuente: Next Room, Código de Barras. URL:

<http://nextroom1.blogspot.com/2011/11/inditex-dice-adios-al-codigo-de-barras.html>

Descargado 26/04/12

Modificado por: Autor

#### **2.6.4. Industria del Automóvil [27]**

A principios de los 90 aparecieron sistemas RFID con transponders de sólo lectura destinados a la inmovilización de automóviles como un adelanto importante en la seguridad de los vehículos ante posibles robos. Los transponders de estos sistemas eran muy pequeños (cabían en la llave), no necesitaban baterías y eran de sólo lectura.

Cada uno de estos transponders disponía de un único y fijo código de seguridad. Su funcionamiento era sencillo, cuando el propietario giraba la llave producía unas señales electromagnéticas que eran las que verificaban la llave y permitían el arranque del motor.

En el sector de la seguridad en el automóvil, también se diseñó un sistema que inmovilizase el vehículo, de modo que cuando el usuario cerraba la puerta con su mando, generaba un código que recibía el coche y que volvía a enviar al transponder del mando a modo de confirmación.

Otra aplicación en los automóviles que cada vez incorporan más la tecnología RFID, es la tarjeta identificadora que permite que el vehículo se abra sin necesidad de introducir ninguna llave. Sólo necesita que el propietario se acerque lo suficiente al vehículo con su tarjeta para que detecte un transponder, lo confirme y proceda a desbloquear las puertas. Es un sistema más útil que el tradicional “mando a distancia”, en el que había que presionar un botón para abrir el vehículo.

#### **2.6.5. Comercio a Distancia [27]**

Los sistemas RFID son lo suficientemente seguros como para permitir pagos con ellos. Por ejemplo, pagar combustible o usarlo en una máquina expendedora de comida o bebida. El cliente paga con su teléfono móvil o con una llave especial. Además proporciona información a las empresas sobre los gustos del cliente, pudiendo ofrecerle un servicio con más calidad. El transponder posee información única programada que al pasar cerca del lector verifica la autenticidad del mismo, y se pide permiso para la transacción.

Por lo que hace al sistema de pago en gasolineras, es muy cómodo tanto para el cliente como para la estación de servicio. Aumenta el número de coches que pueden repostar por hora, así como ofrece al usuario un tiempo menor de espera. Existen dos métodos:

- *Método Token*<sup>18</sup>: Es muy similar al pago en dispensadores de bebida. Cada transponder tienen un único código ya programado, que además está relacionado con una tarjeta de crédito. Se inicia la comunicación con el lector situado en el surtidor; nunca se envía el número de la tarjeta de crédito que no está ni siquiera almacenado en el transponder. Se pide autorización a través de la estación de servicio, y se le permite repostar<sup>19</sup>.
- *Método “Manos Libres”*: Es un sistema que difiere del anterior en que el transponder va adherido al cristal trasero del coche. Se realizan las mismas operaciones que en el caso anterior, pero con más velocidad. La comunicación se realiza incluso antes que el cliente baje del coche.

---

<sup>18</sup> Token de seguridad es un dispositivo electrónico que se le da a un usuario autorizado de un servicio computarizado para facilitar el proceso de autenticación.

<sup>19</sup> Abastecer de provisiones o combustible.

### 3. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO

#### 3.1. Antecedentes

En la actualidad se puede evidenciar distintos inconvenientes con el manejo y control de los recursos de hardware en distintas organizaciones. Por eso, las empresas están apostando por un ahorro de costes mientras buscan una mayor eficacia en el trabajo de los sistemas de control tradicionales, los cuales están basados en un control manual o registro escrito, que en muchas ocasiones son susceptibles a la alteración de la información o a la falsificación de parte de los encargados.

Basado en estos antecedentes, es probable que la Universidad de las Américas requiera de ciertos mecanismos de control de los recursos de sus activos. Con el indicio, que desde la apertura de sus nuevas instalaciones en la sede norte<sup>20</sup>, se han reportado varios robos de sus activos tecnológicos tales como computadoras, proyectores, monitores, teclados, entre otros. Por esto es importante disponer de un sistema computarizado de control de activos para el centro educativo.

Hoy en día se cuenta con varios sistemas de control basados en mecanismos de identificación, los cuales almacenan información crítica para ser manejada según un determinado criterio.

Actualmente la principal característica de tecnología RFID es la fiabilidad en los procesos de control y obtención de datos en tiempo real, sin embargo, su implantación y adopción generalizada es todavía incipiente. Pero dado los últimos avances en lo que se refiere a estándares y a tecnología, la disminución de los costes de la infraestructura necesaria, y el desarrollo de implantaciones piloto en todos los sectores hace que la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) sea potencialmente la tecnología más adecuada para solventar el problema de control de activos en la universidad.

---

<sup>20</sup> Sede Norte ubicada en la Av. De los Granados y Colimes.

### **3.2. Formulación del Problema**

La falta de un proceso y política clara de parte de la universidad sobre las actividades de custodia, administración, salvaguardia, mantenimiento, registro y control de sus activos, no ha permitido que se pueda optimizar<sup>21</sup> y además automatizar el proceso de control de activos de la UDLA, ocasionando el mal manejo que incluye la sustracción o robo de los activos tangibles del centro educativo.

### **3.3. Objetivo General**

El objetivo general del Proyecto es desarrollar un sistema que permita realizar control de activos de hardware, en múltiples ubicaciones de las diferentes sedes de la Universidad de las Américas, utilizando la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID), mediante un prototipo.

### **3.4. Objetivos Particulares**

- Desarrollar una aplicación fácil de implementar que sea escalable para poder adaptarse a distintas topologías.
- Involucrar un sistema de radiofrecuencia para identificar mediante simulación<sup>22</sup> los recursos de hardware de la UDLA.
- Implementar aplicaciones que permitan controlar y administrar la operación del sistema de control, es decir, manipular y visualizar los datos generados de forma remota.
- Obtener un sistema funcional y de bajo costo.

### **3.5. Límites y Alcances**

La principal finalidad de esta investigación es conocer más a fondo la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID), sus diferentes frecuencias, usos y normativas. Así mismo, se realiza el desarrollo de un sistema de control de activos en base a esta tecnología, en donde el proceso de monitoreo e ingresos de activos se los realiza mediante simulaciones, los

---

<sup>21</sup> Buscar la mejor manera de realizar una actividad.

<sup>22</sup> La simulación es la investigación de una hipótesis para la descripción y análisis de una amplia variedad de problemas reales.

cuales están debidamente apegados a los requerimientos del proyecto y de la tecnología RFID.

En este estudio no se pretende la fabricación de ningún componente RFID. Tampoco el uso de equipos físicos que usen esta tecnología ya que sería necesaria la compra de equipos para poner en marcha el proyecto, los cuáles pueden requerir un presupuesto alto para implementarse. A partir de este trabajo de tesis se puede implementar un sistema RFID de rastreo y administración de activos para la universidad, puesto que todos los procesos que involucran la tecnología se los realizan mediante simulaciones, tomando en cuenta que esta investigación va más allá de las generalidades.

### **3.6. Control de Activos en establecimientos privados [28]**

Normalmente, las organizaciones inmersas en su trabajo rutinario le han dado siempre importancia a controlar físicamente sus principales activos como son: los inventarios y cuentas por cobrar, de quienes dependen para el funcionamiento normal de una entidad. No obstante, una organización cuenta con una inversión que sin ella sería imposible operar normalmente y ésta es: los activos fijos<sup>23</sup>, pero que, sin embargo, no se le ha prestado la debida atención en su control físico.

#### **3.6.1. Responsabilidad del control de Activos Fijos [28]**

Históricamente, siempre se pensó que la responsabilidad del control físico de los activos fijos debía recaer en el Departamento Contable, quien no respondió adecuadamente a la importancia que tiene un control de los mismos, limitándose a un registro global de las adquisiciones y al prorrateo contable de las depreciaciones para efectos del cálculo aproximado de sus costos.

Hoy, el avance de los negocios y de la competitividad de los precios hace que el control de los activos fijos salga de su destino sólo contable y pase a la

---

<sup>23</sup> Los activos fijos son aquellos que no varían durante el ciclo de explotación de la empresa y se mueven por los diferentes departamentos de una empresa u organización.

gerencia de administración y finanzas como encargada y responsable de un control físico y contables pues con ello podrá:

- Tener el control del activo fijo en el lugar que lo destinó y asignar la responsabilidad de su custodia a un puesto o persona determinada.
- Calcular mejor los precios de venta por producto o servicio, pues sus costos de depreciación al estar focalizados individualmente, se pueden asignar a cada producto o servicio.
- Mejorar la negociación de sus primas de riesgo con compañías de seguros, al conocer el estado real actual de los activos fijos.
- Conocer perfectamente la necesidad de inversión que se necesita en Activos Fijos, para iniciar o continuar una operación sin problemas.

### **3.6.2. Inicio del Control [28]**

El control de los activos fijos se inicia a partir de un inventario físico<sup>24</sup> al barrer; es decir, tomando todo lo existente, en el cual se identifica físicamente cada activo fijo con una etiqueta, placa u otro medio que será su identificación definitiva. La identificación se hace en el lugar donde se encuentre el activo, asignándole de este modo el área usuaria y el centro de costo contable al que pertenece. Adicionalmente, se señalará también el estado físico en que se encuentra cada activo fijo.

Este primer inventario servirá para la elaboración de la base de datos inicial de los activos fijos existentes en la empresa.

### **3.6.3. Conciliación con Libros Contables [28]**

La base de datos inicial resultante del inventario físico no es suficiente, pues debe relacionarse a los costos de adquisición de acuerdo al documento contable con que se haya adquirido el activo fijo. A esta fase se le llama conciliación y el objetivo final es asignarle un valor contable a cada activo inventariado físicamente.

---

<sup>24</sup> El inventario físico le permite ajustar la información del sistema a la existencia física real.

#### **3.6.4. Contenido de una base de datos de un sistema de control de activos fijos [28]**

La base de datos de un buen sistema de control de activos fijos, debe contener la siguiente información:

- a) Código de Identificación física de cada activo.
- b) Código de equipo y modelo.
- c) Descripción amplia del activo.
- d) Fecha de adquisición.
- e) Documento contable de adquisición y número de registro contable.
- f) Área Usuaría a la que pertenece.
- g) Valor neto del activo.
- h) Estado actual.
- i) Vida útil estimada.

Con estos datos, se podrá iniciar el sistema de control de activos fijos, el cual normalmente se carga en un sistema computarizado.

#### **3.6.5. Mantenimiento del sistema de control de Activos Fijos [28]**

Como es normal, los activos fijos tendrán movimiento futuro por:

- Nuevas adquisiciones.
- Retiros por bajas.
- Transferencias a otros departamentos.
- Retiros y posteriores ingresos por reparaciones.

Por lo que, para tener actualizado el sistema de control de activos fijos, se debería efectuar los debidos registros de las operaciones en el sistema, cualquiera fueran estos.

Para tener un control del sistema de activos fijos, todo movimiento de los registros en el sistema deberá realizarse dentro de un procedimiento definido que indique:

- Los documentos a utilizar a cada movimiento.
- Las rutas que debe seguir el documento.
- Las autorizaciones que debe tener el documento.

Ahora bien, como los activos fijos tienen una razonable permanencia en una empresa y que con toda seguridad diversas personas manejarán el sistema, la administración moderna ha compilado cada movimiento, llevando un manual de procedimientos<sup>25</sup>, que contiene el diseño tanto de los documentos como del flujo diagramado<sup>26</sup> de cada uno de los movimientos de los activos.

### **3.6.6. Sistema computarizado de control de Activos Fijos [28]**

En la actualidad, existen muchos sistemas de software que permiten un control individual del activo fijo, el cual contempla todas las opciones descritas en el manual de procedimientos. Dada la agilidad y la rapidez de estos sistemas de software, la gerencia administrativa y/o la gerencia contable podrían mantener actualizado el sistema computarizado, el cual podrían consultar en cualquier momento.

### **3.6.7. Inventarios permanentes [28]**

Si bien como se ha descrito:

- Un Inventario.
- Un Manual de Procedimientos.
- Un Software.

Son la base de un buen sistema de control de activos fijos, es imprescindible que cada cierto tiempo, la gerencia administrativa y la gerencia de contabilidad ambas involucradas, revisen cada cierto tiempo la validez del sistema de control de activos fijos, mediante:

- Inventarios periódicos rotativos parciales.

---

<sup>25</sup> El manual de procedimientos contiene una descripción de cómo deben desarrollarse las actividades de cada empresa.

<sup>26</sup> El diagrama de flujo es la representación gráfica del algoritmo o proceso.

- Inventarios totales cada cierto tiempo.

Estos controles adecuados permitirán efectuar los ajustes necesarios y conseguir que el Sistema de Control de Activos Fijos esté siempre actualizado.

### **3.7. Control de activos fijos Universidad de las Américas**

Actualmente no existe un sistema o mecanismo automático de control y administración de activos en la UDLA, por lo que existen mecanismos que pueden ser utilizados por profesores, trabajadores y estudiantes para atenuar las causas o condiciones que han dado origen a las deficiencias en este proceso. La sistematización de las experiencias prácticas en la aplicación en el control de los recursos del establecimiento educativo, las realidades y perspectivas en el control de los activos fijos tangibles debe centrarse en la práctica reflexiva de los involucrados, profesores, trabajadores y estudiantes, para que se cumpla adecuadamente el control de los activos tecnológicos de la universidad.

### **3.8. Análisis de la Solución**

En base a varias encuestas realizadas a profesores y personal de la universidad <sup>27</sup> sobre los requerimientos necesarios para un sistema de control de activos, básicamente la aplicación en resumen se encargará de registrar las entradas y salidas de los equipos de cómputo de la Universidad de las Américas. La ventaja de este diseño es que ayudará eficientemente al monitoreo de dichos activos. El sistema de control de hardware a implementarse debe ser capaz de interactuar con los dispositivos RFID (simulado) haciendo posible la interpretación de los datos para ser transformados en información útil y confiable como: número de máquinas, modelo, características, localización etc.

---

<sup>27</sup> La idea de la implantación de un sistema de control de activos, nació de una encuesta realizada al Ingeniero José R. Barreras, profesor de Seguridad Informática de la UDLA. El proyecto fue tomando forma con encuestas realizadas al Departamento Financiero (Patricia Crespo) como a personeros encargados de la custodia de los laboratorios de computación del centro educativo. La propuesta tuvo la aprobación inicial del Ingeniero Xavier Armendáriz, en la materia de Metodología de Titulación. La solución final se la realizó en base a un análisis minucioso realizado en conjunto con la Ingeniera Cecilia Paredes, profesora del Departamento de Electrónica y Redes, y guía de esta investigación.

Con este proyecto se trata de implementar un sistema de control de activos físicos mediante la tecnología de identificación por Radiofrecuencia (RFID) que sea económico, escalable, con un tiempo de vida aceptable, y con interfaces sencillas de entender y manejar.

### **3.8.1. Elementos Software**

- Una interfaz gráfica sencilla que cumpla los requerimientos del proyecto.
- Seguridad en la aplicación de administración de activos.
- Automatización de procesos.
- Ofrecer un estándar de funcionalidad.
- Una implementación en un lenguaje de programación orientado a objetos.
- Bajo costo, debido a que se realizan simulaciones que no requiere la compra de equipos.
- Información a tiempo real de los activos fijos tipo hardware de la universidad.

### **3.8.2. Las entradas al software desde el punto de vista del usuario y cliente**

- El usuario o administrador del sistema puede buscar etiquetas para leer, desde el menú de monitoreo.
- El usuario o administrador del sistema puede consultar el estado y ubicación de los activos.
- El usuario o administrador del sistema puede verificar la información de las etiquetas RFID y de la versión del software.
- La aplicación puede actualizar la base de datos, cuando lee una etiqueta.
- El administrador puede modificar la base de datos del sistema.

### **3.8.3. Las salidas del software vistas desde el usuario y cliente**

- Información de lecturas realizadas.
- Registros encontrados en la base de datos.
- Todas las respuestas de consultas de las entradas del software.

Todas las entradas y salidas son importantes que existan y tengan interacción con el software de manera directa.

Las especificaciones que a continuación se mencionan hacen referencia a aspectos importantes que se deben considerar para la elaboración del sistema.

### **3.9. Especificaciones Técnicas del Prototipo**

El prototipo para control de activos consta de software y hardware (simulación).

La parte de software está compuesta de:

- Una base de datos que guarda la información de todos los equipos y dispositivos de propiedad de la Universidad de las Américas.
- Una interfaz desarrollada en C# que realiza una sincronización entre el lector de etiquetas RFID y la base de datos.

El hardware cuenta con un lector de etiquetas RFID, una antena y etiquetas RFID de tipo pasivas (simulado).

### **3.10. Requerimientos de Hardware**

Requerimientos de hardware son las características que debe tener el hardware de una solución o proyecto para poder ejecutar una aplicación o un dispositivo específico.

Para que el prototipo funcione adecuadamente se requerirá de los siguientes componentes: transceptor o lector RFID y etiquetas RFID o transpondedor.

#### **3.10.1. Transceptor o Lector RFID**

Para este trabajo se requiere un lector RFID el cuál se conectará a las etiquetas RFID. El tipo de lector a utilizarse será un lector de caretila. El principio de funcionamiento del lector es leer una señal cada vez que los objetos etiquetados llegan o salen. Los lectores fijos instalados en cuellos de botella se utilizan sobre todo con las etiquetas RFID pasivas.

### **3.10.2. Etiquetas RFID o Transpondedor**

Para llevar a cabo el proyecto serán necesarias etiquetas RFID de lectura, las mismas que no tienen fuente de alimentación interna. Estas etiquetas se adjuntan al activo y se comunican con el Lector RFID a través de ondas de radio. Las etiquetas pasivas de RFID son pequeñas, más baratas y sin límite de duración. El rango de lectura, sin embargo, se reduce a alrededor de 10 cm, hasta unos pocos metros; por lo que el rango es suficiente para monitorear los activos de UDLA. No obstante, si las etiquetas se colocan fuera del campo electromagnético, estos dispositivos no funcionan para detección y monitoreo.

### **3.11. Requerimientos de Software**

El software necesita una interfaz que interactúe entre un lector RFID y una base de datos que guarde el código de cada dispositivo o activo fijo. La aplicación está dividida en dos módulos: la primera para la administración del sistema, y la segunda para llevar un registro de los activos fijos de la universidad.

Se utilizará como gestor de base de datos a SQL Server 2005 esto por la compatibilidad que tiene con Visual Studio 2005 y C#, el lenguaje en el cual se desarrolla la interfaz.

#### **3.11.1. Requerimientos de la Base de Datos**

La base de datos constituye el elemento que permitirá guardar información sobre:

- Información básica de los dispositivos de la universidad.
- Los códigos RFID de cada uno de los dispositivos de la universidad.
- Las fechas en las que se ingresó un nuevo dispositivo a las instalaciones de la universidad.
- Información del administrador o administradores del sistema.

#### **3.11.2. Requerimientos de la Interfaz**

La interfaz que se desarrollará e implementará estará constituida de dos módulos como núcleo de este sistema: administración del sistema y la opción

para llevar un registro y monitoreo de los activos fijos y equipos de cómputo de la UDLA.

El primer módulo, para la administración del sistema, permitirá registrar la información del personal encargado en registrar los activos, sus diferentes departamentos y ubicaciones.

El segundo módulo, para registrar y monitorear los activos fijos de la universidad, será la que interactúe entre la base de datos y el lector de etiquetas RFID, autenticando los dispositivos. El sistema debe enviar un correo electrónico de notificación al administrador cuando se ingrese un nuevo dispositivo, cuando sea dado de baja y sobre todo cuando la aplicación monitoree algún dispositivo que se ha acercado a las puertas de la universidad. La interfaz deberá ser amigable con un ambiente gráfico sencillo.

### **3.12. Diseño e Implementación del Prototipo**

Para poder desarrollar e implementar el prototipo, es necesario contar con una serie de equipos y dispositivos que usen tecnología RFID; para esto es necesario un lector de etiquetas RFID, al igual que etiquetas RFID. Este proceso se lo realizará mediante una simulación por las razones expuestas en los límites y alcances del Proyecto (3.5). Sin embargo, se dará una lista de equipos RFID disponibles en el mercado que cumplan con los requisitos necesarios para poner en marcha este proyecto.

Se hará un análisis minucioso de estos equipos, para que las autoridades de la universidad puedan saber cuál es la mejor opción, tanto en el aspecto económico, como tecnológico en caso se disponga de hacer uso de esta tecnología para control los activos fijos de la universidad.

### **3.13. Características equipos RFID**

La selección correcta de equipos y frecuencia a utilizar depende de gran parte de la aplicación y entorno físico. RFID, a diferencia de otras tecnologías,

requiere de un minucioso análisis y experiencia no solo de software y hardware, sino de conductividad de materiales, ingeniería eléctrica y radioeléctrica.

Si bien existen soluciones estandarizadas en términos de equipos, frecuencias y protocolos, es posible hacerlo ya que se han hecho muchos análisis de componentes y variables comunes que permiten desarrollar soluciones estándares con pequeños componentes personalizables según las necesidades del proyecto.

El uso e implementación de la tecnología RFID siempre requiere del correcto análisis del entorno de uso de cada solución; una misma aplicación implementada en dos lugares con entornos distintos por su distribución física o materiales de construcción, puede implicar el cambio de uso de un tipo de lector a otro.

En base a las necesidades del proyecto se obtuvo 3 propuestas de proveedores que se ajustan a los requerimientos del prototipo. Las características de cada uno de estos equipos se presenta a continuación.

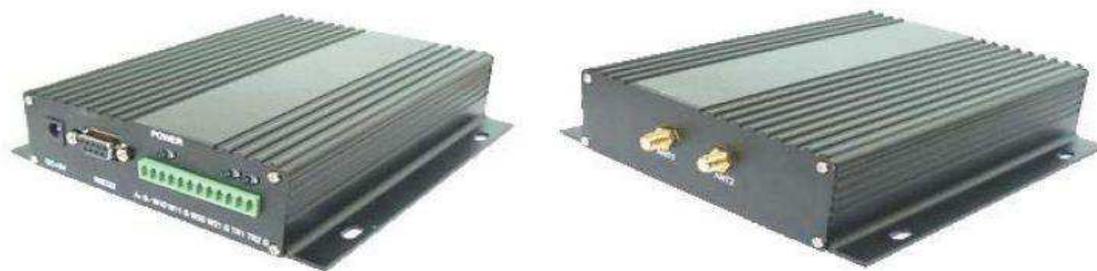
### **3.13.1. Ferakmon [29]**

Ferakmon provee una gran variedad de equipos que utilizan tecnología RFID. A continuación se mencionan los equipos ofrecidos por este proveedor que cumplen con los requerimientos del Proyecto.

#### **a. Concentrador A1002**

El Concentrador A1002 UHF de la figura 7 realiza las funciones de lector / grabador. Permite 2 antenas de 6 metros de alcance cada una o de 12 metros. De tipo UHF, con lecturas multi tag anticolidión. Las principales aplicaciones del concentrador tienen que ver con gestión de inventarios, control de vehículos, estacionamientos, líneas de producción, control de acceso de personal, activos, ganado, bibliotecas, y un largo listado de aplicaciones, ya que puede trabajar con cualquier tag UHF.

Figura 7: Concentrador A1002 UHF



Fuente: Ferakmon

Modificado por: Autor

Tabla 8: Características Técnicas del Concentrador A1002 UHF

Características Técnicas	
Protocolo	ISO18000-6B,ISO18000-6C,EPC GEN2
Rango de Frecuencia	ISM 902 - 928MHZ (FCC)
Modo de Operación	Fija o programable
Salida RF Power	0 - 30dBm
Ratio de Lectura	Programable, lectura de 64 Bits
Modo de Lectura	Automático o programable por software
Puertos de Comunicación	1.RS232 2.RS485 (Syris485) 3.Wiegand26/34 4.RJ45 Software Programmable
Rango de Lectura	hasta 6 m según la antena
Antena	Integrada, ganancia de 6dbi
Consumo	DC +9v AC-DC , menos de 3 Amps
Dimensiones	240mm× 240mm× 30mm
Peso	1 Kg
Rango de Temperatura	-20 °C a 80°C

Fuente: Ferakmon

Elaborado por: Autor

### **b. Concentrador A1004 UHF**

El Concentrador A1004 UHF de la figura 8 realiza las funciones de lector / grabador. Multiprotocolo para 4 antenas. Al igual que el Concentrador A1002

UHF las principales aplicaciones usadas tienen que ver con inventarios, control de vehículos, estacionamientos, líneas de producción, control de acceso de personal, activos, ganado, bibliotecas, y un largo listado de aplicaciones, ya que puede trabajar con cualquier tag UHF.

Figura 8: Concentrador A1004 UHF



Fuente: Ferakmon

Modificado por: Autor

Tabla 9: Características Técnicas del Concentrador A1004 UHF

Características Técnicas	
Protocolo	ISO18000-6B,ISO18000-6C,EPC GEN2
Rango de Frecuencia	ISM 902 - 928MHZ (FCC)
Modo de Operación	Fija o programable
Salida RF Power	0 - 30dBm
Ratio de Lectura	Programable, lectura de 64 Bits
Modo de Lectura	Automático o programable por software
Puertos de Comunicación	1.RS232 2.RS485 (Syris485) 3.Wiegand26/34 4.RJ45 Software Programmable
Rango de Lectura	hasta 12 m en función de las antenas
Antena	Integrada, ganancia de 6dbi
Consumo	DC +9v AC-DC , menos de 3 Amps
Dimensiones	240mm× 240mm× 30mm
Peso	1 Kg
Rango de Temperatura	-20 °C a 80°C

Fuente: Ferakmon

Elaborado por: Autor

### c. **Etiqueta UHF FKM002**

La etiqueta FKM002 de la figura 9 están fabricados para ser colocados sobre bases metálicas para el control de contenedores, remolques, cajas, tambos, estanterías, vehículos y equipos electrónicos, ya que se pueden pegar o atornillar a la base metálica, dando un excelente rendimiento. Dispone de varias dimensiones y tamaños.

Figura 9: Etiqueta UHF FKM002



Fuente: Ferakmon

Modificado por: Autor

Tabla 10: Características Técnicas Etiqueta UHF FKM002

Características Técnicas	
Protocolo	ISO18000-6,EPC GEN2
Rango de Frecuencia	902 - 928MHZ
Tipo de Etiqueta	Pasiva
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80 mm x 11 mm</li> <li>• 97 mm x 17 mm</li> <li>• 95 mm x 25 mm</li> <li>• 130 mm x 4 mm</li> </ul>
Rango de Temperatura	- 40°C hasta 200 °C

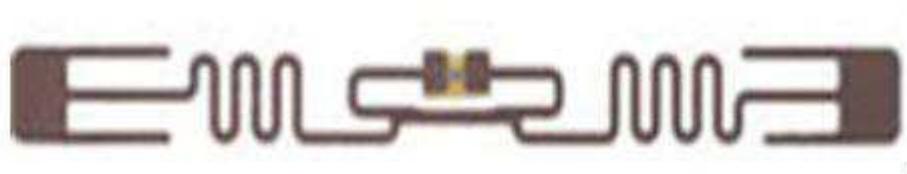
Fuente: Ferakmon

Elaborado por: Autor

### d. **Etiqueta UHF Adhesiva FKL002**

La etiqueta FKL002 de la figura 10 está fabricada para ser colocada sobre bases plásticas, de aluminio y aleación de metal tanto para el control de equipos electrónicos como otro tipo de productos. Se pueden adherir a la base de los materiales descritos anteriormente, dando un excelente rendimiento. Dispone de varias dimensiones y tamaños.

Figura 10: Etiqueta UHF Adhesiva FKL002



Fuente: Ferakmon

Modificado por: Autor

Tabla 11: Características Técnicas Etiqueta UHF Adhesiva FKL002

Características Técnicas	
Protocolo	ISO-18000-6, EPC global Class1 Gen2.
Rango de Frecuencia	902 - 928MHZ
Tipo de Etiqueta	Pasiva
Dimensiones	97 mm x 11 mm.
Rango de Temperatura	-0 °C a 25°C

Fuente: Ferakmon

Elaborado por: Autor

### 3.13.2. Kimaldi Electronics [30]

Kimaldi Electronics es fabricante y mayorista de sistemas de control de acceso y control de presencia. A continuación se nombrarán los equipos ofrecidos por esta empresa que se ajustan los requerimientos del proyecto.

#### a. *Lector de integración RFID UHF 27KR60021B*

El Lector Kimaldi KR60021B de la figura 11 puede ser compatible con múltiples protocolos, de volumen pequeño, rapidez de lectura e identificación multitag. La antena es a prueba de agua. Se puede utilizar ampliamente en los sistemas RFID. Los campos usados para este dispositivo son las siguientes:

- Logística: flujo de mercancías, gestión de almacenes y equipaje.
- Gestión para sistema de estacionamiento inteligente: gestión de carga automática.
- Líneas de gestión productiva: Proceso de producción de identificación fija.

- Otros campos: bibliotecas, aulas, laboratorios, etc.

Figura 11: Lector de integración RFID UHF 27KR60021B



Fuente: Kimaldi Electronics

Modificado por: Autor

Tabla 12: Características Técnicas Lector integración RFID UHF 27KR60021B

<b>Características Técnicas</b>	
Protocolo	ISO18000-6B, ISO18000-6C (EPC GEN2)
Frecuencia	Standard ISM 902 - 928MHz y ISM 865-868MHz, Otras frecuencias disponibles
Modo de operación	FHSS
Potencia RF	0 - 30dBm, software programmable
Velocidad de lectura	Software Programmable, tiempo promedio de lectura de 64Bits : <6ms
Puertos	Standard: Wiegand26/34, RS485, RS232 ; software programmable
Custom-made	WIFI, RJ45
Puerto entrada	Trigger input one team
Rango de lectura	Hasta 7 metros
Reading Clue	Buzzer and LED
Antena	Polarización circular de la antena, Gain 9dBi
Alimentación	DC+9V direct current power(power adapter)
Medida	280mm × 280mm × 70mm
Peso	1,5 Kg
Temperatura de operación	-20 °C a 80 °C

Fuente: Kimaldi Electronics

Elaborado por: Autor

### **b. Etiqueta UFO Metal**

La etiqueta UFO Metal de la figura 12 ideal para aplicaciones que requieren una fuerte fijación, con dos agujeros para conseguir esta fijación y completamente resistente al agua<sup>28</sup>.

Figura 12: Etiqueta UFO Metal



Fuente: Kimaldi Electronics

Modificado por: Autor

Tabla 13: Características Técnicas Etiqueta UFO Metal

<b>Características Técnicas</b>	
Protocolo	ISO18000-6,EPC GEN2
Rango de Frecuencia	860 – 960 MHz
Tipo de Etiqueta	Pasiva
Dimensiones	50 x 8 mm.
Rango de Temperatura	-40° C a 85° C

Fuente: Kimaldi Electronics

Elaborado por: Autor

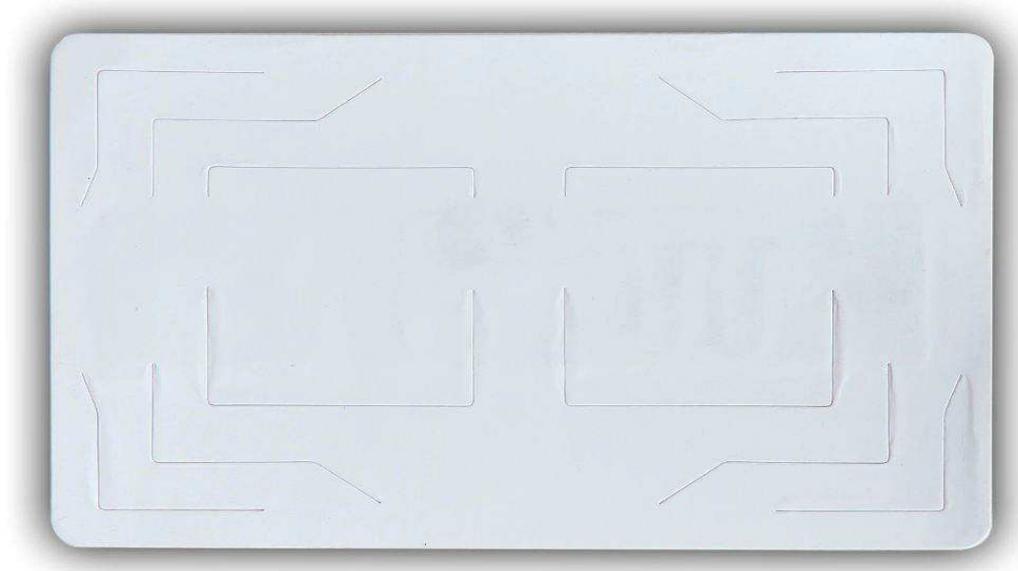
### **c. Etiqueta RFID UHF adhesiva**

La etiqueta RFID UHF adhesiva de la figura 13 está fabricada para ser colocada sobre bases plásticas, de aluminio y aleación de metal para diferentes tipos de productos. La distancia de lectura efectiva puede alcanzar los 8 metros (dependiendo de la antena).<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Las etiquetas UFO Metal aplicarían para elementos electrónicos de material metálico.

<sup>29</sup> Al ser este tipo de etiquetas compatibles con un gran número de materiales, es ideal para varios tipos de elementos electrónicos.

Figura 13: Etiqueta RFID UHF adhesiva



Fuente: Kimaldi Electronics

Modificado por: Autor

Tabla 14: Características Técnicas Etiqueta RFID UHF adhesiva

Características Técnicas	
Protocolo	ISO18000-6B, ISO18000-6C (EPC GEN2)
Rango de Frecuencia	ISM 920 a 925MHz(china), ISM 902 a928MHz (FCC), ISM865 a 868MHz
Tipo de Etiqueta	Activa
Dimensiones	86mm x 54mm x 0,1mm
Rango de Temperatura	-20° C a 80° C

Fuente: Kimaldi Electronics

Elaborado por: Autor

### 3.13.3. Impinj Inc. [31]

Impinj, empresa líder en tecnología RFID en los Estados Unidos, ha desarrollado de un modo visionario equipos de soluciones RFID. Los equipos ofrecidos por este proveedor se mencionan a continuación.

### a. *Speedway Revolution R420*

El Speedway Revolution R420 de la figura 14 es un lector que garantiza, de manera automática, un rendimiento óptimo, configurando la solución más pequeña, flexible y conveniente. Con nuevas características tales como PoE (*Power over Ethernet*) y Sierra Wireless (Inalámbrico), conectividad inalámbrica módem celular. El lector Speedway Revolution R420 ofrece una mayor flexibilidad de despliegue y aplicación. PoE simplifica la instalación y reduce drásticamente los costos al eliminar la necesidad de la instalación de alimentación eléctrica de salida en los puntos de lectura. Soporte nativo para Sierra Wireless Airlink PinPoint XT y AirLink Raven módems celulares abre nuevas implementaciones y modelos de aplicación, permitiendo la conectividad GSM o CDMA a Internet a través de cualquier compañía celular.

Figura 14: Lector Speedway R420



Fuente: Impinj Inc.

Modificado por: Autor

Tabla 15: Características Técnicas del Lector Speedway R420

<b>Características Técnicas</b>	
Protocolo	EPC global UHF Class 1, Generation 2 / ISO 18000-6C.
Frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• USA, Canadá y otras regiones que soporten US FCC Part 15 regulación (902-928 MHz).</li> <li>• Europa y otras regiones que soporten ETSI v1.2.1 (865-868 Mhz).</li> <li>• Latinoamérica.</li> </ul>
Modo de operación	Programable
Potencia RF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• +10.0 a 30.0 dBm (PoE).</li> <li>• +10.0 a 32.5 dBm (External Universal Power Supply).</li> </ul>
Velocidad de lectura	Software programable, tiempo de lectura promedio de 64Bits : <10 ms.
Puertos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerto USB 1.1 (Tipo B) y Host (Tipo A).</li> <li>• Puerto USB Virtual Puerto Serial COM para aplicaciones embebidas.</li> </ul>
Custom-made	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sierra Wireless AirLink PinPoint XT (Comunicación de datos por CDMA o GSM con GPS).</li> <li>• Sierra Wireless Raven (CDMA o GSM).</li> </ul>
Rango de lectura	Hasta 10 metros
Antena	4 Antenas monoestáticas de alto rendimiento.
Alimentación	Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.3 af +24 VDC @ 800mA a través de fuente de poder universal.
Medida	77,5 x 22,2 x 5cm
Peso	3 Kg
Temperatura de operación	-20C a 50C

Fuente: Impinj Inc.

Elaborado por: Autor

### **3.14. Selección de Equipos**

Después de haber realizado un análisis minucioso tanto de protocolos soportados, funciones, rango y velocidad de lectura de los lectores RFID y las etiquetas, se mencionan algunas particularidades, previo a la selección de los equipos.

El Concentrador A1004 UHF a diferencia del resto de equipos soporta 4 antenas, lo cual lo vuelve más efectivo que el resto de propuestas incluyendo la otra propuesta del mismo fabricante.

El rango de lectura del Concentrador A1002 UHF de Ferakmon es de hasta 6 metros, mientras que el Concentrador A1004 UHF de la misma empresa es de hasta 12 metros. Los lectores restantes están en el promedio de 6 a 10 metros, pero el que mejor rango de lectura tiene es el Concentrador A1004 UHF.

Los lectores RFID tanto de Ferakmon y Kimaldi son compatibles con una gran variedad de etiquetas RFID de diferentes fabricantes. No así, el lector de Impinj que no tiene compatibilidad con etiquetas RFID, debido a factores que tiene que ver con su estándar de calidad.

La velocidad de lectura de las tres propuestas tiene un tiempo promedio de lectura de 64Bits lo cual las vuelven rápidas y eficientes. Este factor depende de las antenas empleadas en cada lector.

El Concentrador A1004 UHF y Concentrador A1002 UHF de Ferakmon realizan funciones de lector / grabador; no así el lector de integración RFID UHF 27KR60021B y el lector Speedway Revolution R420 de Kimaldi e Impinj que solamente realizan funciones de lector.

Debido a las características que posee el Concentrador A1004 UHF de Ferakmon, en cuanto al rango de lectura, su capacidad multiprotocolo de 4 antenas y su compatibilidad con una gran variedad de etiquetas RFID, es el

equipo seleccionado para realizar el prototipo y las simulaciones respectivas del modelo.

La tabla 16 compara las principales características de los lectores RFID ofrecidos por los 3 fabricantes.

Tabla 16: Comparación de Lectores RFID

Lectores	Ferakmon		Kimaldi	Impingj
	Concentrador A1002 UHF	Concentrador A1004 UHF	Lector UHF 27KR60021B	Lector Speedway R420
<b>Protocolos</b>	ISO18000-6B,ISO18000-6C,EPC GEN2	ISO18000-6B,ISO18000-6C,EPC GEN2	ISO18000-6B, ISO18000-6C (EPC GEN2)	EPC global UHF Class 1, Generation 2 / ISO 18000-6C
<b>Frecuencias</b>	ISM 902 - 928MHZ	ISM 902 - 928MHZ	Standard ISM 902 - 928MHz y ISM 865-868MHz, Otras frecuencias disponibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulación (902-928 MHz).</li> <li>ETSI v1.2.1 (865-868 Mhz)</li> </ul>
<b>Rango de Lectura</b>	Hasta 6 m según la antena	Hasta 12 m en función de las antenas	Hasta 7 metros	Hasta 10 metros
<b>Funciones</b>	Lector-Grabador	Lector-Grabador	Lector	Lector
<b>Velocidad de Lectura</b>	Programable, lectura de 64 Bits	Programable, lectura de 64 Bits	Software programable, tiempo promedio de lectura de 64Bits	Software programable, tiempo promedio de lectura de 64Bits
<b>Medida</b>	240mm× 240mm× 30mm	240mm× 240mm× 30mm	280mm × 280mm × 70mm	77,5 x 22,2 x 5cm
<b>Peso</b>	1 Kg	1 Kg	1,5 Kg	3 Kg
<b>Temperatura de Operación</b>	-20 °C a 80°C	-20 °C a 80°C	-20 °C a 80 °C	-20C a 50C

Elaborado por: Autor

### 3.15. Esquema del Prototipo

El esquema de control de activos debe contener: un lector RFID instalados en sitios estratégicos de la Universidad de las Américas, como las puertas de acceso al edificio, junto a una etiqueta RFID adherida a cada elemento de hardware de cada aula y laboratorio.

El lector RFID será el encargado de leer las etiquetas RFID instaladas en cada dispositivo y elemento físico de la universidad, enviando un código al sistema de control de activos.

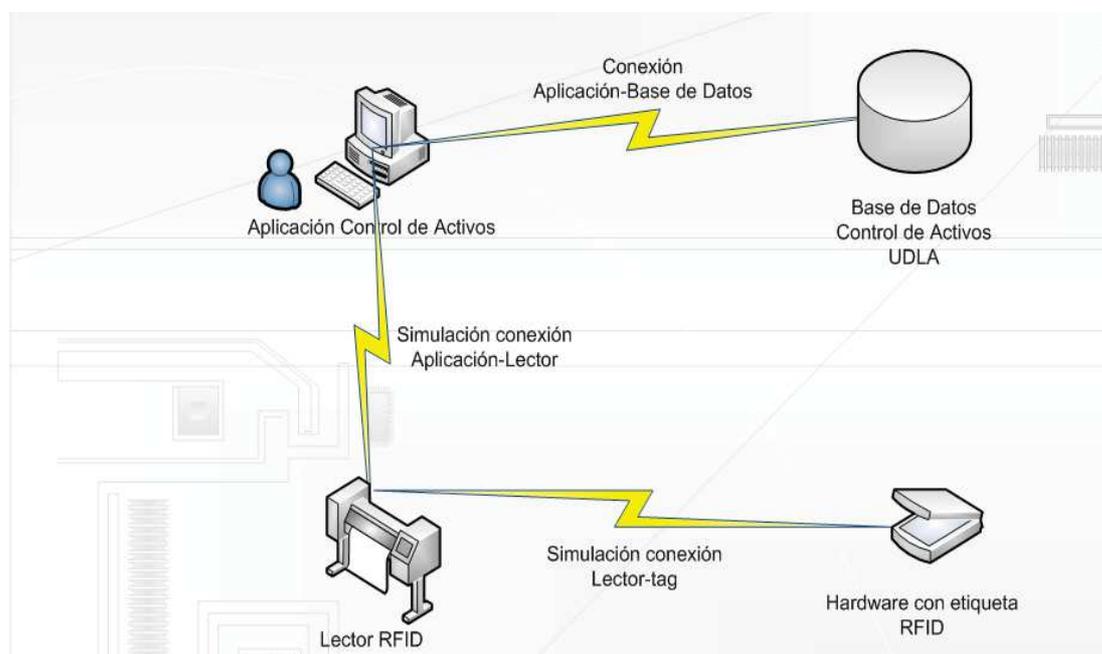
Con el código de la etiqueta RFID adquirido a través de la interfaz del lector RFID, el administrador del sistema será el encargado de ingresar la información del dispositivo a la base de datos del sistema, a través de la interfaz de registro de activos.

La información ingresada por el administrador tiene que ver con el modelo, estado y ubicación del dispositivo. Los elementos del prototipo a implementarse se describen a continuación:

- Base de datos: la cual almacenará toda la información sobre los dispositivos (modelo, tipo, ubicación, etc.). Es decir, toda la información que la persona encargada crea relevante.
- Interfaz de aplicación: módulo de administración que se conecta a la base de datos.
- Interfaz 2: realiza la simulación del lector RFID enviando un código a la aplicación.
- Interfaz 3: mediante simulación realiza la lectura de las etiquetas RFID adheridas en cada dispositivo de la UDLA.
- Lector RFID: el lector RFID es el dispositivo encargado de enviar y recibir señales de radio con las etiquetas RFID.
- Etiquetas RFID: las etiquetas RFID son el vehículo natural para aplicar el chip a los activos físicos de la universidad.

El prototipo que se presenta tiene como hardware: un computador para administrar la aplicación, un lector de etiquetas RFID (Concentrador A1004 UHF) y 40 etiquetas RFID tipo pasivas; el funcionamiento de estos equipos son simulados a través del software de control de activos. Como software se tiene una base de datos creada y gestionada en SQL Server 2005 y la aplicación con sus respectivas interfaces desarrolladas en C# de Visual Studio 2005. La figura 15 presenta de forma básica el esquema del prototipo.

Figura 15: Prototipo a implementarse



Elaborado por: Autor

### 3.16. Desarrollo del Software

#### 3.16.1. Selección Metodología de Desarrollo de Software

Previo al diseño y desarrollo de la interfaz gráfica de usuario, es de suma importancia definir una metodología que provea de prácticas para determinar la factibilidad y requerimientos del sistema, así como también de herramientas para diseñar, programar, implementar y probar el sistema completo.

El análisis y selección de metodología de desarrollo de software fue realizado en base a los siguientes criterios:

- Disponibilidad de tiempo para el desarrollo.
- Disponibilidad de recursos.
- Complejidad de desarrollo.
- Complejidad del sistema.
- Interacción cliente-equipo de desarrollo.

### 3.16.2. Justificación

Según el criterio de selección de metodología de desarrollo de software (sección 1.7 del Trabajo) y las necesidades del proyecto, para el desarrollo de la aplicación de control de activos para UDLA, se decidió utilizar una metodología ágil, combinando elementos tanto de XP (*Xtreme Programming*) como de UML (*Unified Modeling Language*). En base a las metáforas<sup>30</sup> entregadas por el profesor guía se realizará el desarrollo de la aplicación. Una vez cerradas las metáforas e historias de usuarios de parte del profesor guía, se utilizará el lenguaje UML, para contar con elementos gráficos que muestren las necesidades del proyecto.

El objetivo es proporcionar una interfaz amigable para la ejecución de las funciones de administración y gestión de manera gráfica. El hecho de elaborar una interfaz gráfica amigable implica que el entorno de desarrollo puede cambiar frecuentemente debido a nuevos requerimientos por parte del cliente. Por esta razón la elección de la metodología de desarrollo de software fue orientada hacia las metodologías de tipo ágil, específicamente la llamada de programación extrema (XP).

El proyecto es medianamente complejo, además es realizado por una sola persona y el tiempo que se dispone para el desarrollo es relativamente corto. Estas características se ajustan al método de programación extrema (XP) en los siguientes aspectos:

---

<sup>30</sup> Las metáforas e historia de usuarios son artefactos de la metodología de Programación Extrema

- El desarrollo iterativo e incremental de XP permite presentar progresos constantes al cliente y avanzar en las tareas a desarrollarse. Los cambios son bienvenidos, el cliente está en todo derecho de solicitar nuevos requerimientos, mejorar o eliminar lo que no le satisface, esto ayuda a que el proyecto final sea lo que realmente busca el cliente.
- Antes de permitir agregar una nueva funcionalidad a una aplicación, se debe corregir todos los errores presentados; esto permite avanzar en el desarrollo en el menor tiempo posible.
- Simplicidad en el código XP permite reescribir el código o fuente para mejorar su legibilidad sin modificar el comportamiento, además no es necesario documentar todo lo que se ha realizado para finalizar el desarrollo del proyecto, ya que lo que realmente importa es que el cliente se encuentre satisfecho con el producto final. Se pueden incluso establecer variables con nombres descriptivos que eviten los comentarios innecesarios.

### **3.16.3. Requisitos del Sistema**

El objetivo de este proyecto es la investigación de la tecnología por radio frecuencia, y el desarrollo de una aplicación que lleve un control en tiempo real de todos los activos de la universidad. La aplicación debe ofrecer un entorno amigable y fácilmente ampliable en caso de que el administrador quisiera añadir nuevas funcionalidades en un futuro.

En base a las metáforas e historias de usuario entregadas por el Departamento Financiero de la universidad, profesores del centro educativo, personeros y custodios de los laboratorios de computación de la universidad, se presentan los requisitos que debe cumplir el sistema.

Los requisitos funcionales son los procesos que se pueden realizar en la plataforma como por ejemplo poder registrar usuarios o activos.

### **3.16.3.1. Requisitos Funcionales**

Los requisitos funcionales que debe cumplir la aplicación de control de activos son los siguientes:

#### **a) Gestión de administradores**

- Registrar administradores.
- Editar administradores.
- Eliminar administradores.
- Registrar usuarios.
- Editar usuarios.
- Eliminar usuarios.
- Registrar activos.

#### **b) Gestión de activos**

- Modificar la descripción de los activos registrados.
- Registrar información de los activos que se encuentren dados de alta.
- Modificar la descripción de los activos registrados.
- Eliminar activos.

#### **c) Gestión de usuarios**

- Sistema de Gestión de Activos con RFID.
- Registra activos.
- Eliminar activos que por motivos externos a la aplicación no son reconocidos.

#### **d) Motor de comunicaciones**

- Servicio de información de los activos en la base de datos mediante la generación de informes.

#### **e) Control de acceso**

- Protocolo de seguridad de acceso de los usuarios mediante login y password que le restringirá de ciertas acciones.

#### f) Sistema automático

- Creación de un módulo automático encargado de recoger la información enviada por la antena y equipo RFID y que cada cierto tiempo realice una actualización de los activos en la base de datos.

#### 3.16.4. Diseño de la Base de Datos

Una base de datos correctamente diseñada permite obtener acceso a información confiable y actualizada de un sistema. Un diseño correcto es esencial para lograr los objetivos trazados del proyecto. Siendo necesario que la base de datos termine adaptándose a las necesidades del trabajo.

Para cumplir los requerimientos del desarrollo del sistema, la base de datos consta de cinco tablas: RFID\_ACTIVOS, RFID\_UBICACIÓN, RFID\_PERSONA, RFID\_REFERENCIA, RFID\_DEPARTAMENTO.

La tabla RFID\_ACTIVOS tiene como fin guardar información sobre los activos de las diferentes aulas y centros de cómputo de la UDLA, información como el id del activo, el detalle, la marca, modelo, tipo, observación, el estado RFID y el estado del inventario. Su relación se indica en la tabla 17

Tabla 17: Tabla RFID\_ACTIVOS

RFID_ACTIVOS	
ID_ACTIVIVO	Pk, Int, not null
DETALLE	Varchar (50), null
ID_MARCA	FK,Int, null
ID_MODELO	FK,Int, null
ID_TIPO	FK,Int, null
OBSERVACIÓN	Varchar (100),null
ID_ESTADO_A	FK,Int, null
ID_ESTADO	FK,Int, null
CODIGO	Varchar (10), null

Elaborado por: Autor

La tabla RFID\_DEPARTAMENTO tiene como fin almacenar información sobre el departamento del administrador de la aplicación, los activos fijos de la universidad, el detalle del departamento y su estado. Su relación se indica en la tabla 18.

Tabla 18: Tabla RFID\_DEPARTAMENTO

RFID_DEPARTAMENTO	
ID_DEPARTAMENTO	PK, Int, not null
DETALLE	Varchar (50), null
ID_ESTADO	Int,null

Elaborado por: Autor

La tabla RFID\_PERSONA tiene como fin almacenar información explícita de los usuarios y administradores de la aplicación como su cédula de identidad, nombres, apellidos, dirección, teléfono fijo o celular, departamento, género, cargo, estado en el aplicativo y su dirección de correo electrónico para las notificaciones automáticas a través de mensaje de correo electrónico, de los procesos de RFID implementados en el sistema. Su relación se indica en la tabla 19.

Tabla 19: Tabla RFID\_PERSONA

RFID_PERSONA	
ID_PERSONA	PK, Int, not null
CEDULA	Varchar (15), null
NOMBRES	Varchar (50), null
APELLIDOS	Varchar (50), null
DIRECCIÓN	Varchar (50), null
TELEFONO	Varchar (50), null
ID_GENERO	FK, Int, null
ID_CARGO	FK, Int, null
ID_ESTADO	FK, Int, null
CORREO	Varchar (50), null

Elaborado por: Autor

La tabla RFID\_REFERENCIA tiene como fin agregar nueva información a los campos de las diferentes tablas. Su relación se indica en la tabla 20.

Tabla 20: Tabla RFID\_REFERENCIA

RFID_REFERENCIA	
ID_REFERENCIA	PK, INT, not null
ID_PADRE	FK, Int, null
DETALLE	Varchar (50), null
ESTADO	Int, null
ES_PADRE	Anchar (1), null
INDICE	Int, null

Elaborado por: Autor

La tabla RFID\_UBICACIÓN tiene como fin guardar información sobre la ubicación específica de los activos tanto de las aulas como de los diferentes laboratorios y centro de cómputo de la universidad. Se incluye información del departamento asociado, la persona a cargo y el estado. Su relación se indica en la tabla 21.

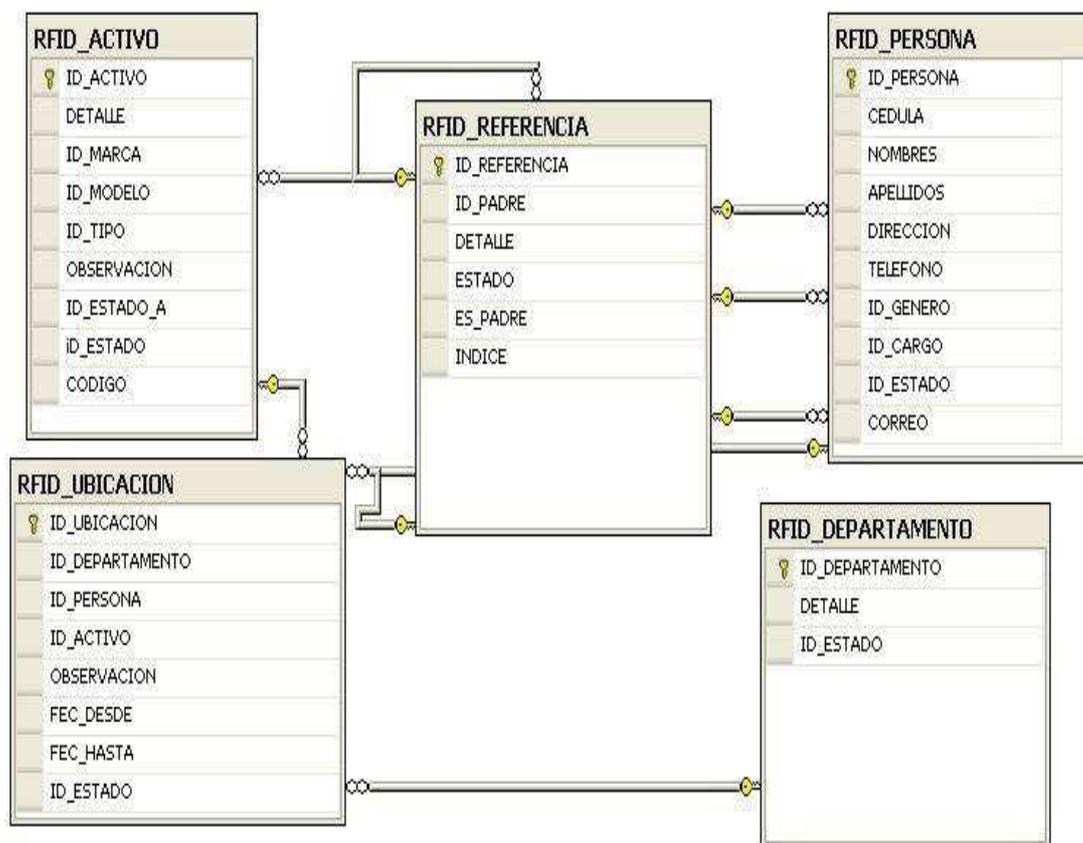
Tabla 21: Tabla RFID\_UBICACIÓN

RFID_UBICACIÓN	
ID_UBICACIÓN	PK, INT, not null
ID_DEPARTAMENTO	FK, Int, null
ID_PERSONA	FK, Int, null
ID_ACTIVO	FK, Int, null
OBSERVACIÓN	Varchar (100), null
FEC_DESDE	Datetime, null
FEC_HASTA	Datetime, null
ID_ESTADO	FK, Int, null

Elaborado por: Autor

Con lo expuesto, la base de datos se relaciona de la manera que se muestra en la figura 16.

Figura 16: Diagrama Base de Datos aplicación Control de Activos UDLA



Elaborado por: Autor

### 3.16.5. Desarrollo de las Interfaces

Para cumplir los requerimientos del desarrollo del sistema, se debe desarrollar e implementar una interfaz gráfica, la cual permita administrar el sistema y monitorear los activos de la universidad, la misma que también se comunicará con la base de datos. Esta interfaz contará con opciones de consulta tanto de los administradores del sistema y de los dispositivos de los laboratorios de centros de cómputo de la UDLA.

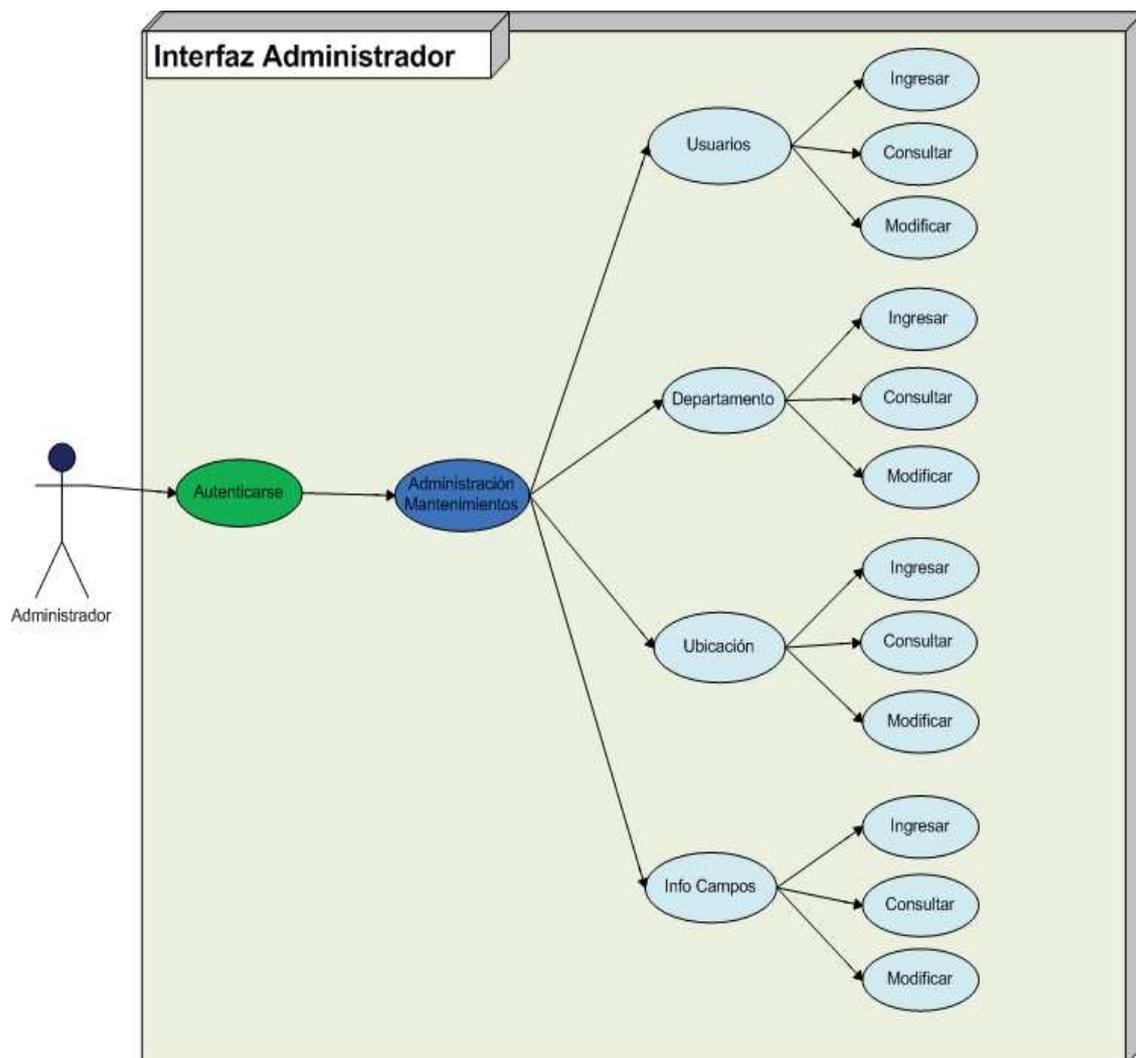
En base a la metodología ágil de desarrollo XP, descrita en la sección 1.7.3.4.1. del trabajo haciendo uso de artefactos como metáforas e historias de usuario, y basado en los principios de UML (*Unified Modeling Language*), lenguaje de modelado de software más conocido y utilizado en la actualidad, para describir métodos y procesos; se elige la utilización de UML para la elaboración del sistema final requerido para el proyecto.

### 3.16.5.1. Modelos de casos de uso

Los diagramas de caso de uso no son útiles para describir los comportamientos de los actores involucrados en un sistema. UML define una notación gráfica para representar los casos de uso; sin embargo, un caso de uso muestra una vista general, describe que es lo que debe hacer el sistema, más no detalla cómo.

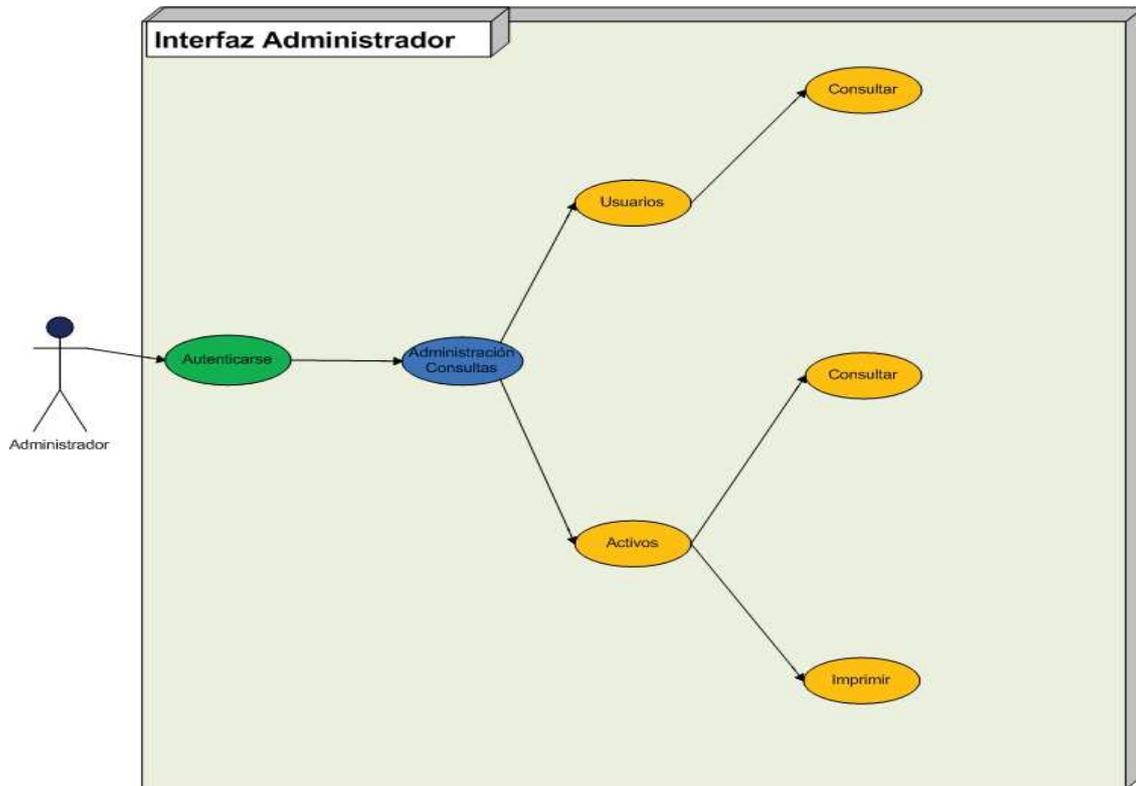
De la figura 17 a la 20 se muestran los diagramas de caso de uso de la aplicación desarrollada para el administrador del software control de activos de la universidad.

Figura 17: Diagrama Caso de Uso Interfaz Mantenimientos



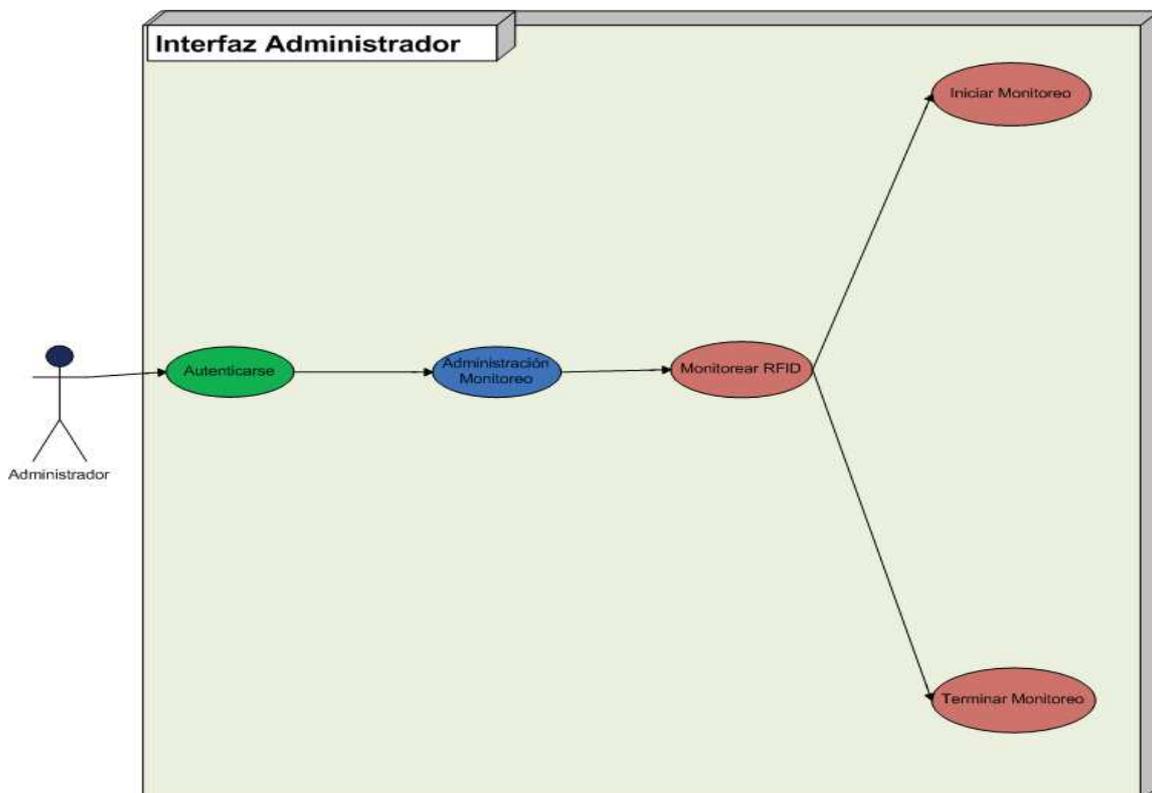
Elaborado por: Autor

Figura 18: Diagrama Caso de Uso Interfaz Consultas



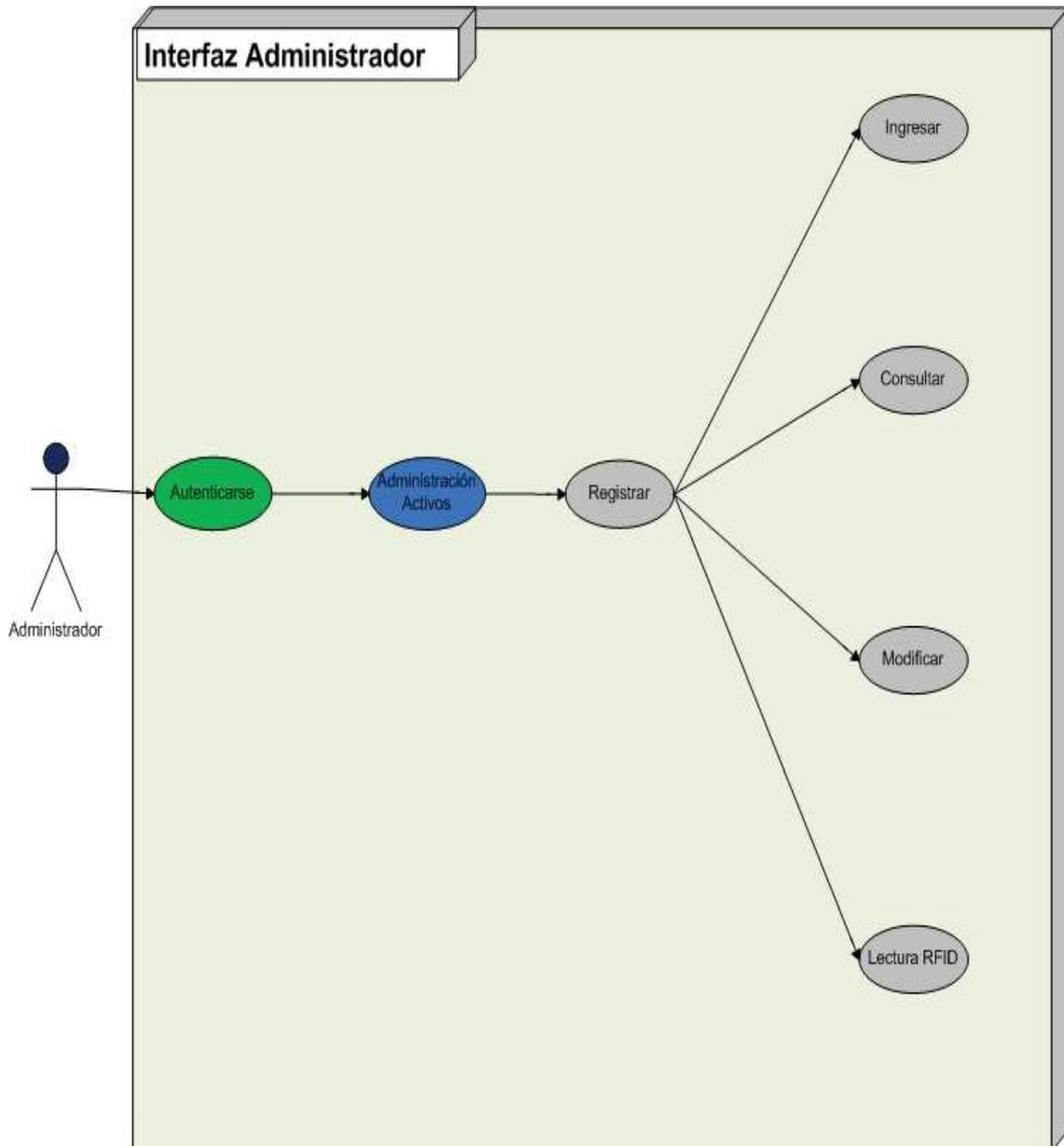
Elaborado por: Autor

Figura 19: Diagrama Caso de Uso Interfaz Monitoreo



Elaborado por: Autor

Figura 20: Diagrama Caso de Uso Interfaz Activos



Elaborado por: Autor

Cabe mencionar que un actor es un rol que un usuario juega con respecto al sistema. Es importante destacar el uso de la palabra rol, pues con esto se especifica que un actor no necesariamente representa a una persona en particular, sino más bien la labor que realiza frente al sistema.

En la tabla 22 se definen los actores de los casos de uso con su respectiva descripción.

Tabla 22: Descripción de actores casos de uso

Actores	Descripción
Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autenticarse</li> <li>• Administración mantenimientos               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gestionar Usuarios                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresar Usuario</li> <li>▪ Consultar Usuario</li> <li>▪ Modificar Usuario</li> </ul> </li> <li>○ Gestionar Departamentos                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresar Departamento</li> <li>▪ Consultar Departamento</li> <li>▪ Modificar Departamento</li> </ul> </li> <li>○ Gestionar Ubicación                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresar Ubicación (Activos a BDD<sup>31</sup>)</li> <li>▪ Consultar Ubicación</li> <li>▪ Modificar Ubicación</li> </ul> </li> <li>○ Gestionar Información Campos                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresar Información Campos</li> <li>▪ Consultar Información Campos</li> <li>▪ Modificar Información Campos</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Administración consultas               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gestionar Consulta Usuarios                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consultar Usuarios</li> </ul> </li> <li>○ Gestionar Consulta Activos                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consultar Activos</li> <li>▪ Imprimir Lista Activos</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Administración monitoreo               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Monitorear RFID                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Iniciar Monitoreo RFID</li> <li>▪ Terminar Monitoreo RFID</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Administración activos               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gestionar Registro Activo                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingresar Activo</li> <li>▪ Consultar Activo</li> <li>▪ Modificar Activo</li> <li>▪ Lectura RFID</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

Elaborado por: Autor

<sup>31</sup> Una vez registrado el activo con su código RFID por la opción de registro, este debe ser ingresado a la Base de Datos por la opción “Ubicación” del aplicativo.

a. *Descripción de los Casos de Uso*

La interacción entre actores no se ve en el diagrama de casos de uso. Esta interacción es esencial para una descripción coherente del comportamiento.

De la tabla 23 a la tabla 56 se describen los casos de uso de la aplicación del administrador del sistema control de activos UDLA.

Tabla 23: Descripción caso de uso Autenticarse

<b>Caso</b>	<b>Autenticarse</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador debe tener un usuario y una clave válidos para poder acceder a la aplicación.

Elaborado por: Autor

Tabla 24: Descripción caso de uso Administración mantenimientos

<b>Caso</b>	<b>Administración mantenimientos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador tiene acceso a la gestión de usuarios, departamentos, ubicaciones, y agregar información en campos de la opción agregar activos.

Elaborado por: Autor

Tabla 25: Descripción caso de uso Gestionar Usuarios

<b>Caso</b>	<b>Gestionar Usuarios</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede ingresar, consultar, modificar usuarios del aplicativo control de activos UDLA.

Elaborado por: Autor

Tabla 26: Descripción caso de uso Ingresar Usuario

<b>Caso</b>	<b>Ingresar Usuario</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede ingresar nuevos usuarios al sistema de control de activos. Se ingresa información relativa a nombres, identificación, dirección, cargo en la universidad, estado y teléfono. Adicionalmente, se solicita un correo electrónico válido, el cual servirá para recibir notificaciones de los procesos de monitoreo de activos.

Elaborado por: Autor

Tabla 27: Descripción caso de uso Consultar Usuario

<b>Caso</b>	<b>Consultar Usuario</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede realizar consultas de los usuarios, según su código.

Elaborado por: Autor

Tabla 28: Descripción caso de uso Modificar Usuario

<b>Caso</b>	<b>Modificar Usuario</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede modificar la información de los usuarios. Se puede cambiar su estado a inactivo si el mismo ya no es parte de la universidad.

Elaborado por: Autor

Tabla 29: Descripción caso de uso Gestionar Departamentos<sup>32</sup>

<b>Caso</b>	<b>Gestionar Departamentos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede ingresar, consultar o modificar diferentes departamentos de la universidad según un código único.

Elaborado por: Autor

Tabla 30: Descripción caso de uso Ingresar Departamento

<b>Caso</b>	<b>Ingresar Departamento</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede ingresar nuevos departamentos para el sistema de control de activos de la Universidad de las Américas. Se ingresa información relativa al departamento y su estado.

Elaborado por: Autor

Tabla 31: Descripción caso de uso Consultar Departamento

<b>Caso</b>	<b>Consultar Departamento</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede realizar consultas de los departamentos de la Universidad de las Américas ingresados en el aplicativo, según su código único.

Elaborado por: Autor

---

<sup>32</sup> Actualmente existen más de una docena de departamentos en la Universidad de las Américas.

Tabla 32: Descripción caso de uso Modificar Departamento

<b>Caso</b>	<b>Modificar Departamento</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede modificar la información de los departamentos de la Universidad de las Américas ingresados en el aplicativo. Se puede cambiar su estado a inactivo si el mismo ha sido eliminado por la universidad.

Elaborado por: Autor

Tabla 33: Descripción caso de uso Gestionar Ubicación

<b>Caso</b>	<b>Gestionar Ubicación</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede ingresar, consultar y modificar diferentes ubicaciones de la universidad.

Elaborado por: Autor

Tabla 34: Descripción caso de uso Ingresar Ubicación

<b>Caso</b>	<b>Ingresar Ubicación</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede ingresar diferentes ubicaciones de la universidad. Se ingresa información relativa al departamento (ubicación), responsable, fecha de cargo, la información del activo, y su respectivo estado para su ingreso a la base de datos del aplicativo.

Elaborado por: Autor

Tabla 35: Descripción caso de uso Consultar Ubicación

<b>Caso</b>	<b>Consultar Ubicación</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede realizar consultas de las diferentes ubicaciones ingresadas en el aplicativo.

Elaborado por: Autor

Tabla 36: Descripción caso de uso Modificar Ubicación

<b>Caso</b>	<b>Modificar Ubicación</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede realizar modificaciones a las diferentes ubicaciones ingresadas en el aplicativo.

Elaborado por: Autor

Tabla 37: Descripción caso de uso Gestionar Información Campos

<b>Caso</b>	<b>Gestionar Información Campos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede ingresar, consultar y modificar información para los diferentes campos del aplicativo.

Elaborado por: Autor

Tabla 38: Descripción caso de uso Ingresar Información Campos

<b>Caso</b>	<b>Ingresar Información Campos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede ingresar nuevos valores para los diferentes campos del aplicativo.

Elaborado por: Autor

Tabla 39: Descripción caso de uso Consultar Información Campos

<b>Caso</b>	<b>Consultar Información Campos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede realizar consultas de los valores de los diferentes campos ingresados en el aplicativo.

Elaborado por: Autor

Tabla 40: Descripción caso de uso Modificar Información Campos

<b>Caso</b>	<b>Modificar Información Campos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede modificar los valores de los diferentes campos.

Elaborado por: Autor

Tabla 41: Descripción caso de uso Administración Consultar

<b>Caso</b>	<b>Administración Consultas</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador tiene acceso a consultas de los usuarios del sistema y de activos procesados en el aplicativo. Adicionalmente, tiene la posibilidad de generar reportes de los activos procesados por el sistema.

Elaborado por: Autor

Tabla 42: Descripción caso de uso Gestionar Consulta Usuarios

<b>Caso</b>	<b>Gestionar Consulta Usuarios</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede consultar los usuarios del aplicativo.

Elaborado por: Autor

Tabla 43: Descripción caso de uso Consultar Usuario

<b>Caso</b>	<b>Consultar Usuario</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede realizar consultas de los usuarios del sistema.

Elaborado por: Autor

Tabla 44: Descripción caso de uso Gestionar Consulta Activos

<b>Caso</b>	<b>Gestionar Consulta Activos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede consultar los activos del aplicativo procesados por el sistema e imprimir un reporte de los mismos.

Elaborado por: Autor

Tabla 45: Descripción caso de uso Consultar Activos

<b>Caso</b>	<b>Consultar Activos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede realizar consultas de los activos procesados por el sistema.

Elaborado por: Autor

Tabla 46: Descripción caso de uso Imprimir Listado Activos

<b>Caso</b>	<b>Imprimir Listado Activos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede realizar una impresión de los activos procesados por el sistema.

Elaborado por: Autor

Tabla 47: Descripción caso de uso Administración monitoreo

<b>Caso</b>	<b>Administración monitoreo</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador tiene acceso al proceso de monitoreo de los activos de la Universidad de las Américas.

Elaborado por: Autor

Tabla 48: Descripción caso de uso Monitorear RFID

<b>Caso</b>	<b>Monitorear RFID</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede iniciar y terminar el proceso de monitoreo de los activos de la Universidad de las Américas.

Elaborado por: Autor

Tabla 49: Descripción caso de uso Iniciar Monitoreo RFID

<b>Caso</b>	<b>Iniciar Monitoreo RFID</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede iniciar el proceso de monitoreo de los activos de la Universidad de las Américas.

Elaborado por: Autor

Tabla 50: Descripción caso de uso Terminar Monitoreo RFID

<b>Caso</b>	<b>Terminar Monitoreo RFID</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede terminar el proceso de monitoreo de los activos de la Universidad de las Américas.

Elaborado por: Autor

Tabla 51: Descripción caso de uso Administración activos

<b>Caso</b>	<b>Administración activos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador tiene acceso a la administración de los activos de la universidad.

Elaborado por: Autor

Tabla 52: Descripción caso de uso Gestionar Registro Activos

<b>Caso</b>	<b>Gestionar Registro Activos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede ingresar, consultar, modificar la información de los diferentes activos propiedad de la universidad. Adicionalmente, puede iniciar la lectura de etiquetas RFID por medio del proceso del Lector RFID.

Elaborado por: Autor

Tabla 53: Descripción caso de uso Ingresar Activos

<b>Caso</b>	<b>Ingresar Activos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede ingresar la información de los diferentes activos del centro educativo. Se ingresa información relativa a la marca, modelo, tipo, al estado RFID, y al estado en el inventario de los activos. Adicionalmente, se ingresa observaciones y detalles relevantes de los mismos.

Elaborado por: Autor

Tabla 54: Descripción caso de uso Consultar Activos

<b>Caso</b>	<b>Consultar Activos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede consultar la información de los diferentes activos ingresados en el aplicativo.

Elaborado por: Autor

Tabla 55: Descripción caso de uso Modificar Activos

<b>Caso</b>	<b>Modificar Activos</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede modificar la información de los diferentes activos ingresados en el aplicativo.

Elaborado por: Autor

Tabla 56: Descripción caso de uso Leer Activos RFID

<b>Caso</b>	<b>Leer Activos RFID</b>
<b>Actor</b>	Administrador
<b>Descripción</b>	El administrador puede iniciar la lectura de etiquetas RFID por medio del proceso del Lector RFID.

Elaborado por: Autor

### 3.16.5.2. Diagramas de Actividades

Los diagramas descritos a continuación sirven para representar el comportamiento dinámico del sistema haciendo hincapié en la secuencia de actividades. En ellos se muestra que eventos cambian de estado y cuáles son las respuestas y acciones que generan, así como las tareas de concurrencia del sistema.

Los diagramas de actividad se pueden usar para modelar un caso de uso, una clase, o un método complicado.

Un diagrama de actividad se asemeja a un diagrama de flujo; la diferencia clave es que los diagramas de actividad pueden mostrar procesado paralelo (*parallel processing*<sup>33</sup>). Esto es importante cuando se usan diagramas de actividad para modelar procesos “*bussiness*”<sup>34</sup>, algunos de los cuales pueden actuar de modo simultáneo.

#### **a. Diagramas de Actividad Administrador**

En los diagramas de actividad de las figuras 21 a la 24 se describen la secuencia de los estados por los que pasa la interfaz del administrador del sistema para ejecutar una acción determinada. Una vez que el administrador se autentique correctamente, obtiene acceso a las cuatros posibles acciones: administración mantenimientos, administración consultas, administración monitoreo y administración activos.

Dentro del administrador de mantenimientos, se agregan nuevos usuarios, nuevos departamentos de la universidad, nuevas ubicaciones de las instalaciones e información para agregar a los campos del aplicativo. Se deben buscar los registros para consultarlos o modificarlos.

La administración de consultas tiene dos opciones: la consulta de los usuarios del aplicativo y la consulta de los activos de la universidad procesados en el sistema. Esta opción también generará reportes relativos a los activos procesados en el sistema de control de activos.

La administración de monitoreo tiene la opción de monitoreo RFID de la activos de la universidad. La misma arrancará una vez el administrado haya ingresado al sistema con sus respectivas credenciales.

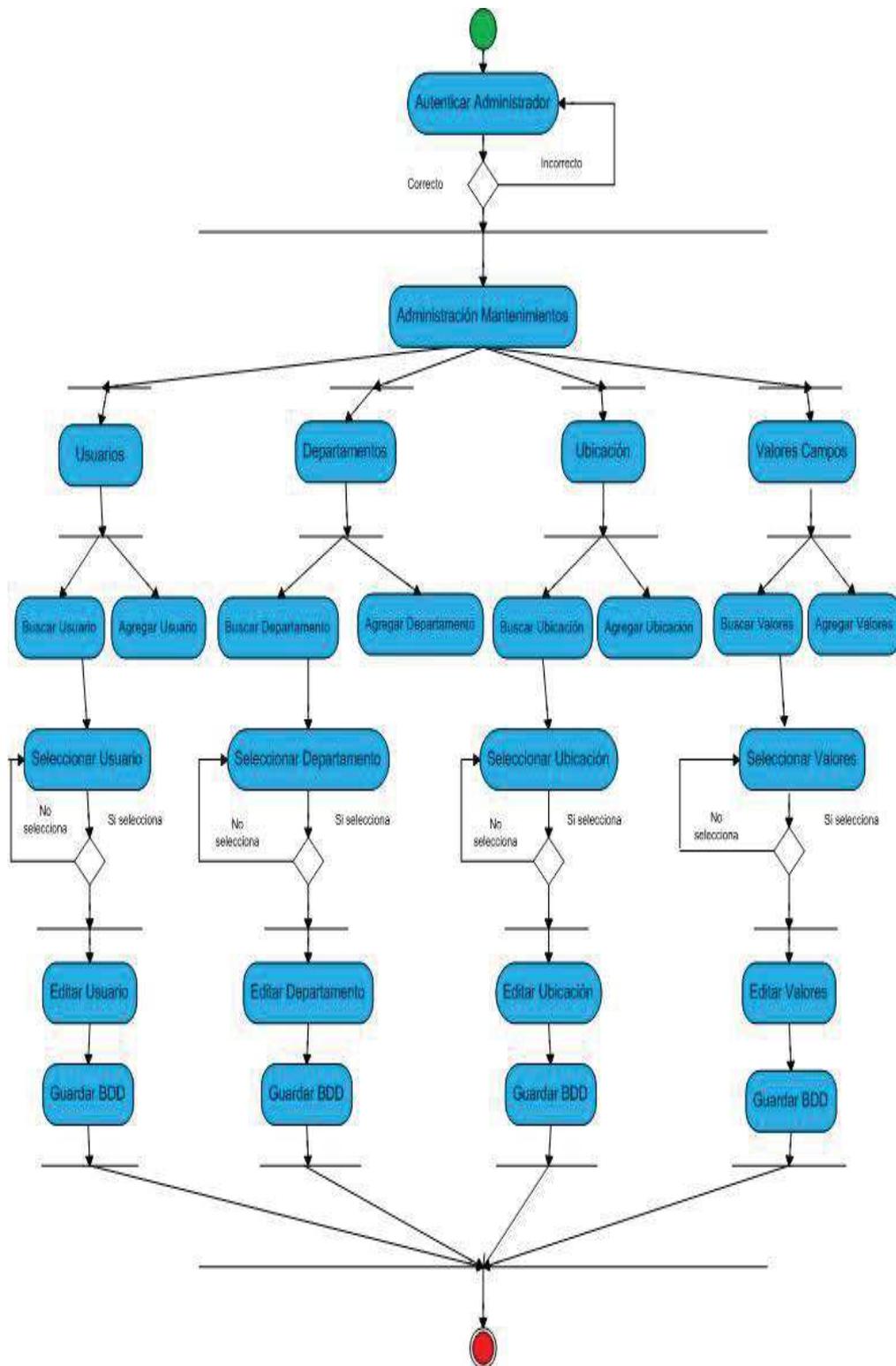
Finalmente, el administrador de activos tiene la opción para agregar nuevos activos una vez que el lector RFID haya capturado la información de las etiquetas RFID.

---

<sup>33</sup> Proceso Paralelo es un tipo de proceso asimilable a los grandes sistemas que actúa simultáneamente.

<sup>34</sup> Procesos del negocio.

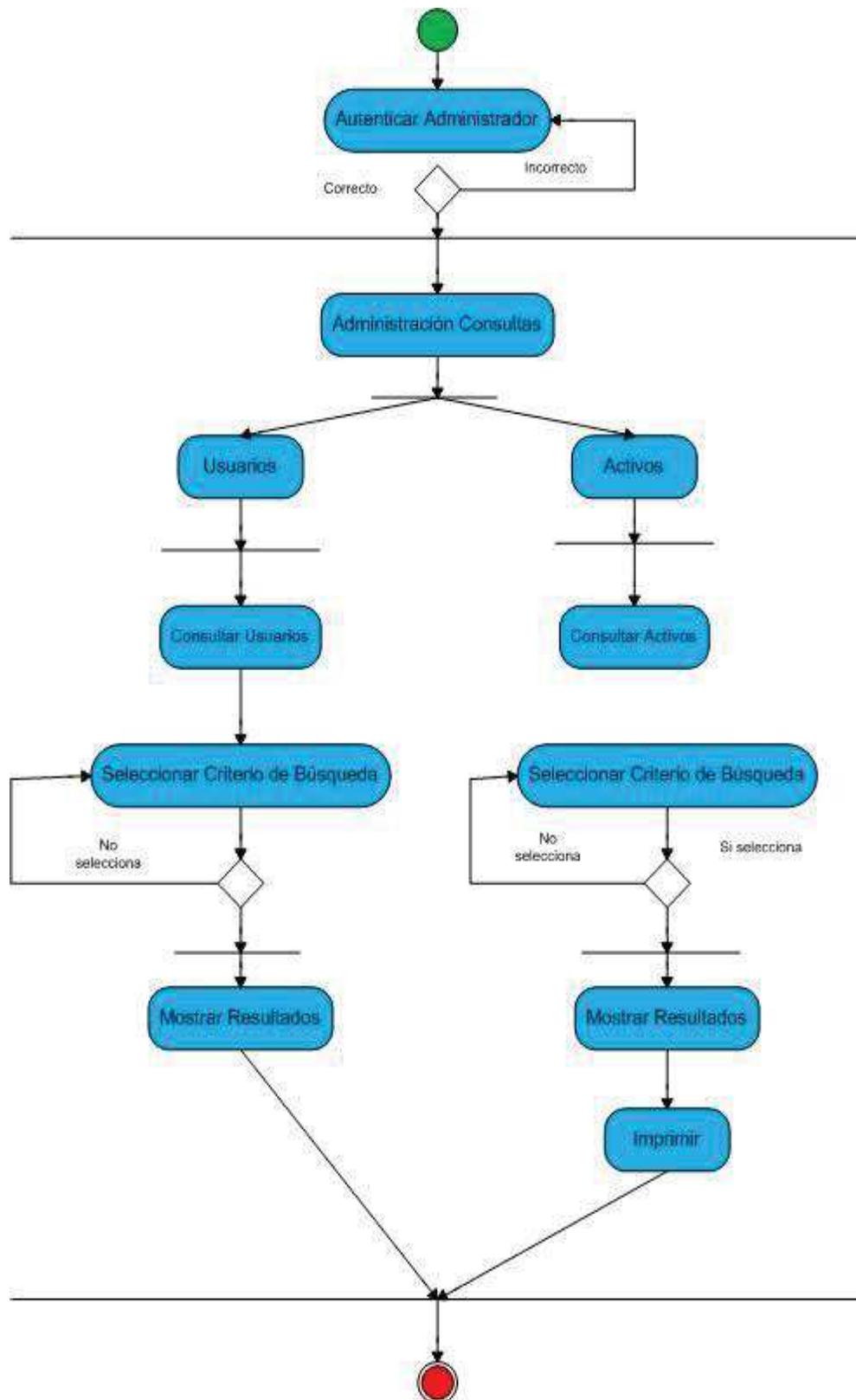
Figura 21: Diagrama de actividades interfaz de administración mantenimientos



Elaborado por: Autor

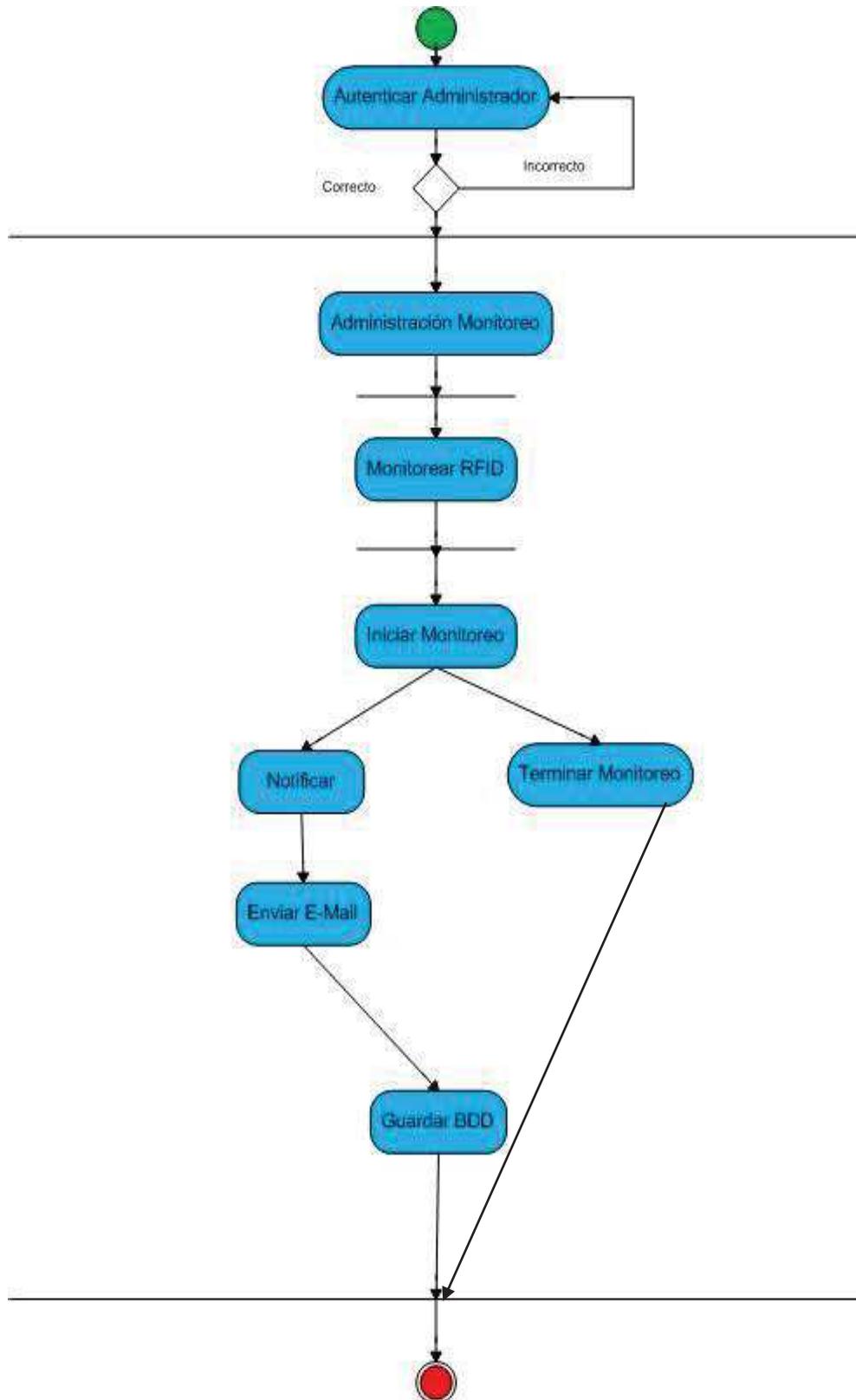
<sup>35</sup> En los Diagramas de Actividades la base de datos es representada por las siglas BDD.

Figura 22: Diagrama de actividades interfaz de administración consultas



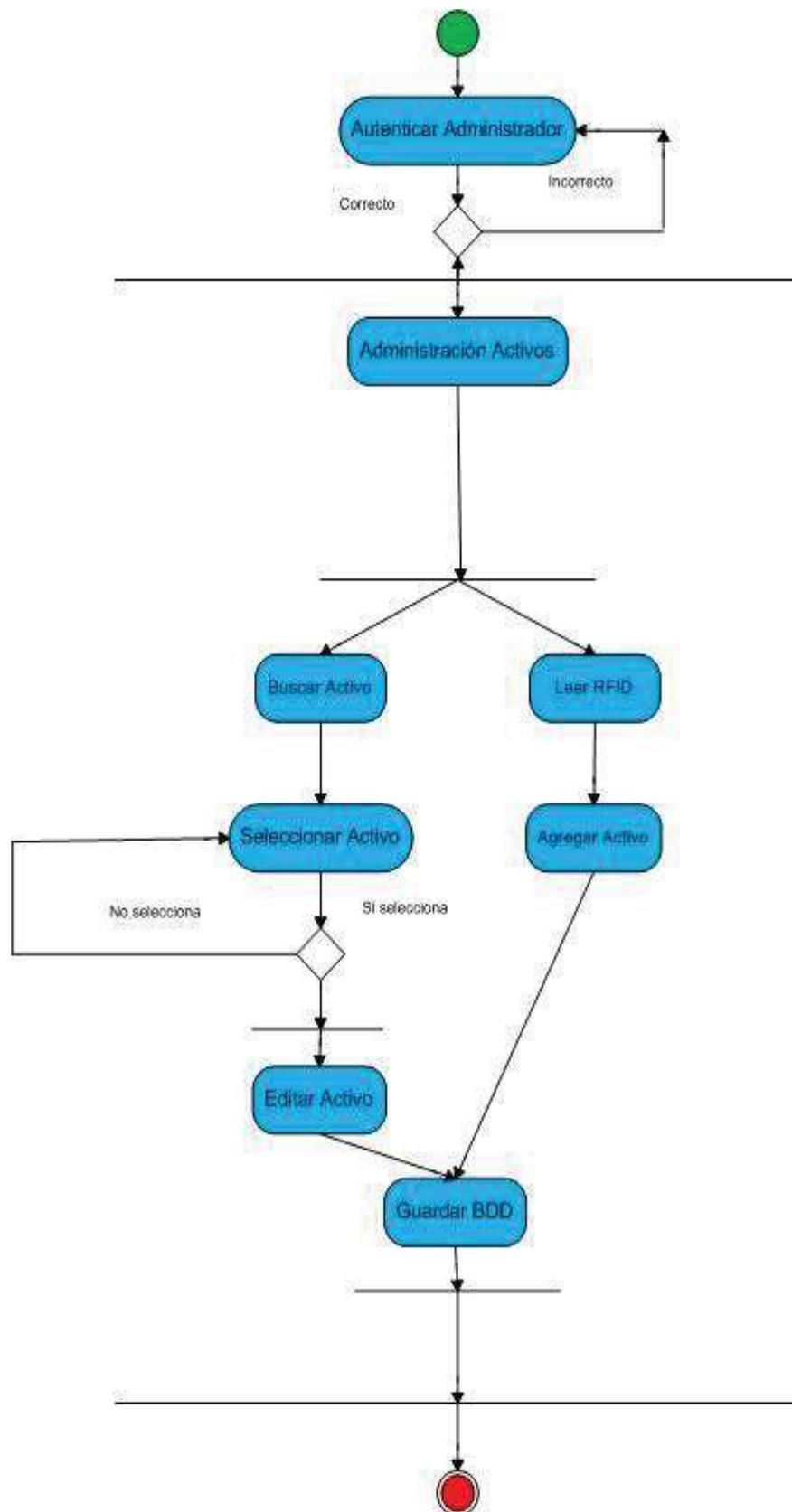
Elaborado por: Autor

Figura 23: Diagrama de actividades interfaz administración de monitoreo



Elaborado por: Autor

Figura 24: Diagrama de actividades interfaz de administración activos



Elaborado por: Autor

### 3.16.6. API<sup>36</sup> de Desarrollo

La aplicación será desarrollada utilizando el API de C# parte de Visual Studio 2005. El mismo es considerado dinámico y amigable y permitirá desarrollar e implementar la aplicación en base a los requerimientos del proyecto.

Las librerías usadas en el desarrollo del aplicativo son las siguientes:

- *System.Collections.Generic*: Contiene interfaces y clases que definen colecciones genéricas, permitiendo que los usuarios creen colecciones con establecimiento inflexible de tipos para proporcionar una mayor seguridad de tipos y un rendimiento mejor que los de las colecciones no genéricas con establecimiento inflexible de tipos [32].
  
- *System.ComponentModel*: Proporciona clases que se utilizan para implementar el comportamiento en tiempo de ejecución y tiempo de diseño de los componentes y controles. Este espacio de nombres incluye las interfaces y clases base para implementar atributos y convertidores de tipos, enlazar a orígenes de datos y dotar de licencia a componentes.

Las clases en este espacio de nombres se dividen en las siguientes categorías [32]:

- Clases de componentes básicos.
  - Licencia de componentes.
  - Atributos.
  - Descriptores y persistencia.
  - Convertidores de tipos.
- 
- *System.Drawing*: Proporciona acceso a funcionalidad de gráficos básica de GDI<sup>37</sup> [32].

---

<sup>36</sup> *Application Programmer Interface*

<sup>37</sup> *Graphics Device Interface*

- *System.Text*: Contiene clases que representan codificaciones de caracteres ASCII, Unicode, UTF-7, y UTF-8; clases base abstractas para la conversión de bloques de caracteres en bloques de bytes y viceversa; y una clase auxiliar que manipula y da formato a objetos *String*<sup>38</sup> sin necesidad de crear instancias intermedias de *String* [32].
- *System.Windows.Forms*: Contiene clases para crear aplicaciones para Windows que aprovechan todas las ventajas de las características de la interfaz de usuario disponibles en el sistema operativo Microsoft Windows [32].
- *System.Deployment*: Admite actualizaciones mediante programación de la implementación actual, así como descargas de archivos a petición [32].
- *System.Web*: Proporciona clases e interfaces que permiten la comunicación entre el explorador y el servidor. Este espacio de nombres incluye la clase *HttpRequest*, que proporciona amplia información sobre la solicitud HTTP<sup>39</sup> actual, la clase *HttpResponse*, que administra la salida HTTP al cliente, y la clase *HttpServerUtility*, que proporciona acceso a las utilidades y procesos, también incluye clases para la manipulación de cookies, la transferencia de archivos, la información de excepciones y el control de la memoria caché de resultados [32].
- *System.Data*: Proporciona acceso a las clases que representan la arquitectura de ADO.NET. ADO.NET le permite generar componentes que administran eficazmente los datos de varios orígenes de datos [32].
- *System.Data.SqlClient*: Es el proveedor de datos de .NET Framework para SQL Server [32].

---

<sup>38</sup> En programación es una cadena de caracteres.

<sup>39</sup> *Hypertext Transfer Protocol*

- *System.Data.OleDb*: Es el proveedor de datos de .NET Framework para OLE DB [32].

### 3.16.7. Diseño de las interfaces

Como ya fue mencionado en este capítulo, se tiene una aplicación para la administración del sistema de control de activos. Las interfaces, menú, y opciones fueron diseñados en base a los casos de uso y diagrama de actividades.

La aplicación requiere que los usuarios se autenticquen para tener acceso a la aplicación, por lo que se diseña una interfaz de autenticación para la aplicación. La ventana de inicio del administrador se observa en la figura 25.

Figura 25: Pantalla Ingreso Aplicación Control de Activos UDLA



Elaborado por: Autor

### 3.16.8. Interfaz de administración

La aplicación de administración de control de activos de la UDLA es el núcleo del proyecto y permite realizar varias actividades como: agregar usuarios,

agregar departamentos, agregar ubicaciones, agregar información o nuevos valores a los diferentes campos del aplicativo; cuenta con generadores de reportes tanto de los usuarios del aplicativo, como de los activos procesados por el sistema.

La interfaz de administración cuenta con la opción de monitoreo RFID de activos, el cual arranca automáticamente al ingresar al sistema y la opción de gestión de activos, en donde se procesan las etiquetas RFID adheridos a los activos de la universidad.

De las figuras 26 a la 29 se muestran las opciones que cuenta el administrador del sistema y son las siguientes:

- Administración de Mantenimientos.
- Administración de Consultas.
- Administración de Monitoreo Activos.
- Administración de Activos.

Figura 26: Menú Mantenimientos



Elaborado por: Autor

Figura 27: Menú Consultas



Elaborado por: Autor

Figura 28: Menú Monitoreo



Elaborado por: Autor

Figura 29: Menú Activos



Elaborado por: Autor

### 3.16.8.1. Administración Mantenimientos

Esta opción permite agregar usuarios, departamentos, ubicaciones, y nuevos valores a los campos del aplicativo. Se muestra en la figura 26.

#### a. Opción Usuarios

Esta opción permite agregar nuevos usuarios para el sistema de control de activos, con su respectiva información personal. El correo electrónico ingresado en el registro, servirá de medio de comunicación para recibir las notificaciones de los procesos de rastreo RFID del sistema. Cuenta con la opción de consulta y edición.

La figura 30 muestra la opción de usuario dentro del Administrador de Mantenimientos.

Figura 30: Opción Usuarios

The screenshot shows a web application window titled "Menu Control de Activos UDLA" with a navigation menu containing "Mantenimiento", "Consultas", "Monitoreo", "Activos", and "Ayuda". The main content area displays a form titled "Mantenimientos: Usuarios". The form is organized into a "Datos Personales" section with the following fields and controls:

- Codigo**: A text input field followed by a small button with three dots.
- \* Ident.**: A text input field.
- \* Nombre**: A text input field.
- \* Apellido**: A text input field.
- Dirección**: A text input field.
- Cargo**: A dropdown menu with "ANALISTA DE SISTEMAS" selected.
- Genero**: A dropdown menu with "MASCULINO" selected.
- Teléfono**: A text input field.
- Estado**: A dropdown menu with "ACTIVO" selected.
- Correo**: A text input field.

At the bottom of the form, there are four action buttons: "Ingreso" (with a floppy disk icon), "Consultar" (with a magnifying glass icon), "Modificar" (with a pencil icon), and "Salir" (with a door icon).

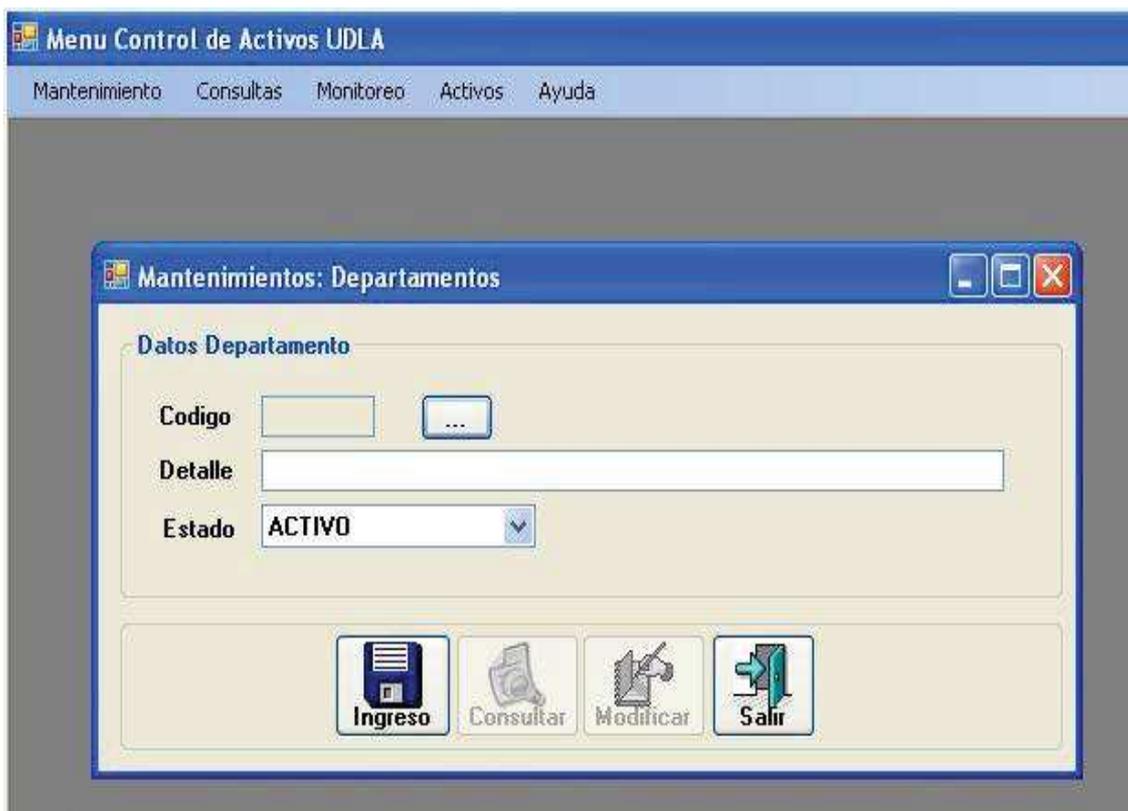
Elaborado por: Autor

### **b. Opción Departamentos**

Esta opción permite agregar nuevos departamentos de la universidad. Cuenta con la opción de ingreso, consulta y edición.

La figura 31 muestra la opción “Departamentos” dentro del Administrador de Mantenimientos.

Figura 31: Opción Departamentos



Elaborado por: Autor

### **c. Opción Ubicación**

Esta opción permite agregar los activos procesados por el proceso RFID, en base a una ubicación.

La opción de ubicación tendrá un responsable y un departamento ingresando la información del activo en la Base de Datos del sistema.

La figura 32 muestra la opción “Ubicación” dentro del Administrador de Mantenimientos.

Figura 32: Opción Ubicación

**Referencial**

Código:  ...

Desde: domingo 23 de septiembre de  Hasta: domingo 23 de septiembre de

Observación:

Departamento: FINANZAS Estado: ACTIVO

Empleado: Intriago Alcivar Andrés Fernando

Activo: 7858178774/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO

Ingreso Consultar Modificar Salir

Buscar:

#	IdRFID	Detalle	Departamento	Empleado
1	7858178774	7858178774/PORTATIL/LENO...	FINANZAS	Intriago Alciv..
2	7858178779	7858178779/COMPUTADOR P...	FINANZAS	Andrade Ortiz..
3	7858178772	7858178772/mouse/LENOVO/...	FINANZAS	Intriago Alciv..
4	5434804635	5434804635/INFOCUS /COMP...	FINANZAS	Andrade Ortiz..

Elaborado por: Autor

#### d. Opción Agregar Información Campos

Esta opción permite agregar nuevos valores a los diferentes campos del aplicativo. Cuenta con la opción de consulta y edición. La figura 33 muestra la opción “Agregar Información Campos” dentro del Administrador de Mantenimientos.

Figura 33: Opción Agregar Información Campos

**Referencial**

Código:  ...

Raíz: TIPOS

Detalle:

Índice:   Es Raíz

Estado: ACTIVO

Ingreso Consultar Modificar Salir

Buscar:

#	Detalle	Origen
1	TIPOS	TIPOS
2	ESTADOS	TIPOS
3	ACTIVO	ESTADOS
4	INACTIVO	ESTADOS
5	GENERO	TIPOS

Elaborado por: Autor

### 3.16.8.2. Administración Consultas

Esta opción permite realizar consultas de los usuarios de la aplicación, como también consultas de los activos ingresados en el sistema. Adicionalmente, permite generar reportes de los activos procesados. Se muestra en la figura 27.

#### a. Opción Consulta Usuarios

Esta opción permite consultar los usuarios del sistema Control de Activos de la universidad.

La figura 34 muestra la opción “Consulta Usuarios” dentro del Administrador de Consultas.

Figura 34: Opción Consulta Usuarios

#	CEDULA	PERSONA	CARGO	CORREO	ESTADO
1	0922997432	Intriago Alciyar Andrés Fernando	ANALISTA D...	fisica_ismael...	ACTIVO
2	1720942547	Andrade Ortiz Daniel Patricio	ASISTENTE ...	robert150820...	ACTIVO
3	1714097738	Molina Jaramillo Esteban Eduardo	ASISTENTE ...	jacobsolution...	ACTIVO
4	1803691052	Paredes Cecilia	TUTOR SIST...	m.paredes@u...	ACTIVO
5	1205584988	Torres Sánchez Verónica Alexandra	ASISTENTE ...	vtorres@udla...	ACTIVO

Elaborado por: Autor

#### b. Opción Consulta Activos

Esta opción permite consultar los activos ingresados en el sistema. Adicionalmente, permite generar un reporte de estos activos, como lo muestra la figura 29.

La figura 35 muestra la opción “Consulta Activos” dentro del Administrador de Consultas.

Figura 35: Opción Consulta Activos

#	Detalle	ESTADO
7858...	7858178774/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPU...	ACTIVO
7858...	7858178779/COMPUTADOR PERSONAL/LENOVO/PENTIUM/EQ...	ACTIVO
7858...	7858178762/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPU...	ACTIVO
7858...	7858178760/DISCO EXTERNO/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE ...	ACTIVO
7858...	7858178770/TAJETA INALAMBRICA DE RED/LENOVO/PENTIUM...	ACTIVO
7858...	7858178771/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPU...	ACTIVO
7858...	7858178772/mouse/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPU...	ACTIVO
6101...	6101149113/INFOCUS/HP/SATELITE/EQUIPO DE COMPUTO/EN...	ACTIVO
0491...	0491095311/ CONTROL REMOTO INFOCUS 3/LENOVO/PENTIU...	ACTIVO
3275...	3275371851/ PC /TOSHIBA/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/E...	ACTIVO
7897...	7897677513/PC/COMPAQ/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN ...	ACTIVO
6497...	6497423856/ INFOCUS SL/COMPAQ/PENTIUM/EQUIPO DE COM...	ACTIVO
0745...	0745462067/TECLADO/TOSHIBA/NO APLICA/EQUIPO DE COMP...	ACTIVO

Elaborado por: Autor

Figura 36: Reporte Activos UDLA

Informe principal

**udla** Universidad de las Américas  
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS  
UNIVERSITY OF THE AMERICAS

05/06/2012

**Reporte de Activos**

ID RFID	DETALLE
7858178774	7858178774/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/ESTADO RFID
7858178779	7858178779/COMPUTADOR PERSONAL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178762	7858178762/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178760	7858178760/DISCO EXTERNO/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178770	7858178770/TAJETA INALAMBRICA DE RED/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178771	7858178771/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178772	7858178772/mouse/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
6101149113	6101149113/INFOCUS/HP/SATELITE/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
0491095311	0491095311/ CONTROL REMOTO INFOCUS 3/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
3275371851	3275371851/ PC /TOSHIBA/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7897677513	7897677513/PC/COMPAQ/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
6497423856	6497423856/ INFOCUS SL/COMPAQ/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
0745462067	0745462067/TECLADO/TOSHIBA/NO APLICA/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
0792570864	0792570864/INFOCUS POLIFUNCIONAL/TOSHIBA/NO APLICA/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
5698523430	5698523430/ TECLADO BLUETOOTH/HP/NO APLICA/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
4815112433	4815112433/ MOUSE INALAMBRICO/COMPAQ/SATELITE/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
0770600000	0770600000/ LADIZ ÓPTICO/LENOVO/NO APLICA/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO

Elaborado por: Autor

### 3.16.8.3. Administración Monitoreo

Esta opción permite monitorear los activos ingresados en el sistema de control de activos, una vez hayan sido procesados por el Lector RFID. Se muestra en la figura 28.

#### a. Opción Monitor RFID

Esta opción permite iniciar y terminar el proceso de monitoreo de activos de la universidad. Esta opción corresponde a la simulación del proceso de monitoreo RFID.

De la figura 37 a la 39 se muestra el flujo de pantallas de la opción “Monitor RFID” dentro del Administrador de Monitoreo de Activos del aplicativo Control de Activos.

Figura 37: Inicio Proceso Monitoreo Activos UDLA



Elaborado por: Autor

Figura 38: Carga Datos Monitoreo Activos UDLA



Elaborado por: Autor

Figura 39: Despliegue Datos Monitoreo Activos UDLA



Elaborado por: Autor

### 3.16.8.4. Administración Activos

Esta opción permite registrar los activos leídos por el lector RFID, los cuales contarán con un código único RFID. Se muestra en la figura 29.

#### a. Opción Registro

Esta opción permite agregar información de los dispositivos leídos por el lector RFID. Adicionalmente, cuenta con la opción de lectura RFID, el cual generará un código único equivalente a la etiqueta RFID. Se cuenta con opciones de consulta y edición.

La figura 40 muestra la opción “Registro” dentro del Administrador de Activos

Figura 40: Registro Activos

	CÓDIGO	DETALLE	OBSERVACION	MARCA	MODELO	TIPO	ESTAD
▶	7858178774	PORTATIL	SERIE QWQ...	LENOVO	PENTIUM	EQUIPO DE C...	EN USC
	7858178779	COMPUTADO...	COMPRADA ...	LENOVO	PENTIUM	EQUIPO DE C...	EN USC
	7858178762	PORTATIL	PARA SISTE...	LENOVO	PENTIUM	EQUIPO DE C...	EN USC
	7858178760	DISCD EXTE...	COMPRADA ...	LENOVO	PENTIUM	EQUIPO DE C...	EN USC
	7858178778	TAJETA MAI...	PARA LABO...	LENOVO	PENTIUM	EQUIPO DE C...	EN USC

Elaborado por: Autor

### 3.16.9. Ayuda Aplicativo

La opción sirve de ayuda a los usuarios que van a utilizar el sistema; adicionalmente, cuenta con información de la versión del software. Se muestra en la figura 41.

Figura 41: Ayuda



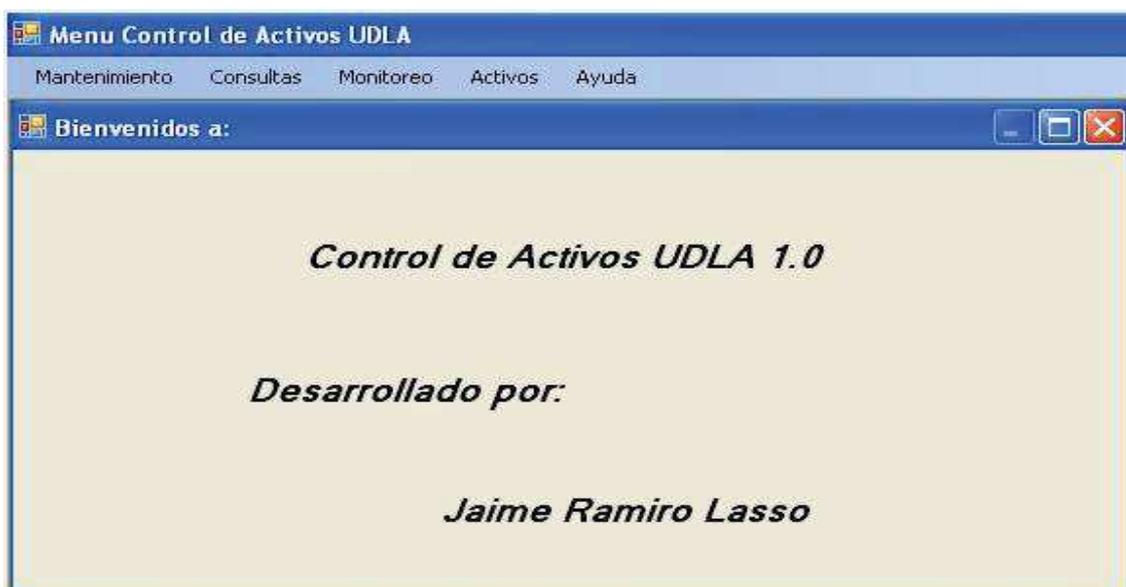
Elaborado por: Autor

#### a. Opción Acerca de

Esta opción permite visualizar información relativa a la versión del sistema, con la persona que desarrollo el aplicativo.

La figura 42 muestra la opción "Acerca" dentro del Menú de Ayuda.

Figura 42: Opción Acerca De



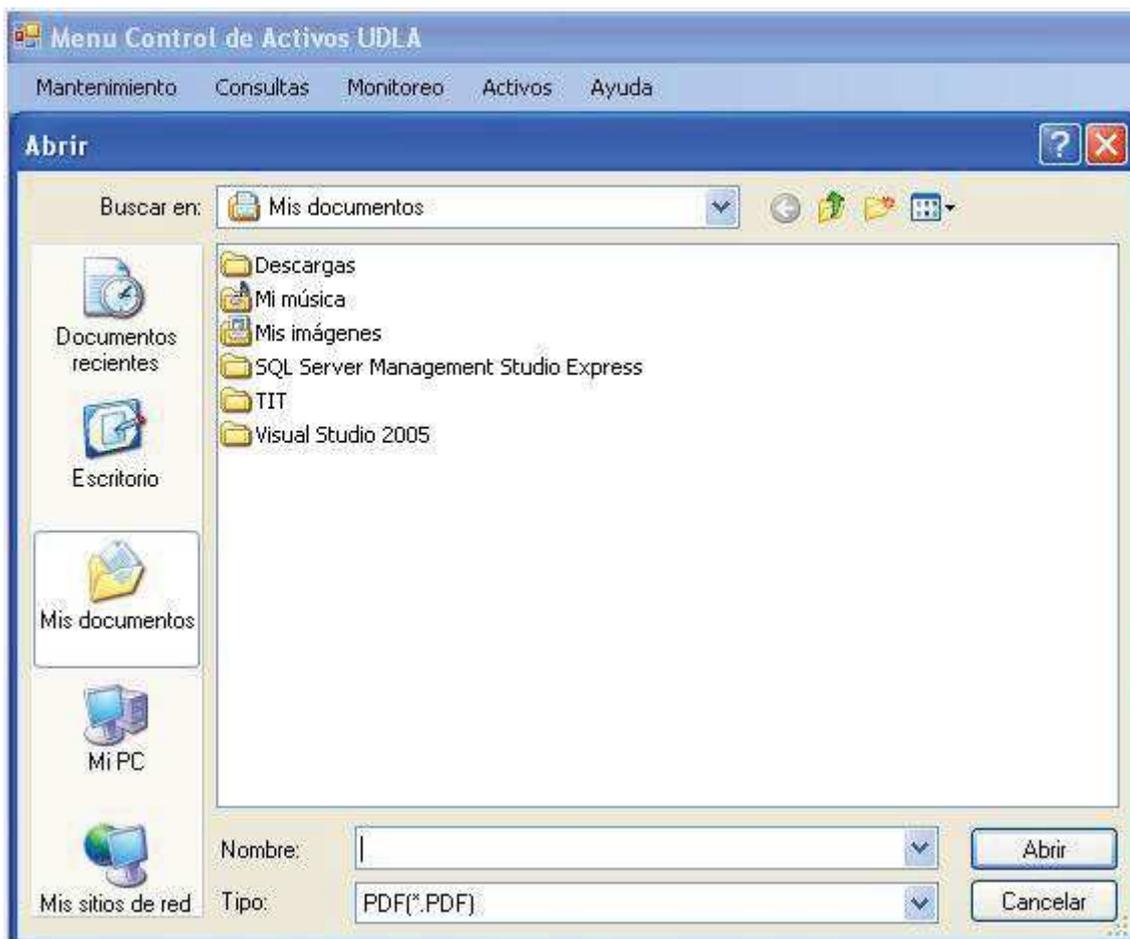
Elaborado por: Autor

### **b. Opción Cargar Manual**

Esta opción permite cargar el manual de ayuda para los usuarios del sistema desde un repositorio elegido por el administrador del sistema.

La figura 43 muestra la opción “Cargar Manual” dentro del Menú Ayuda.

Figura 43: Opción Manual de Ayuda



Elaborado por: Autor

### **3.17. Políticas de Seguridad**

Una política de seguridad informática es un conjunto de directrices, normas, procedimientos e instrucciones que guía las actuaciones de trabajo y define los criterios de seguridad para que sean adoptados a nivel local o institucional con el objetivo de establecer, estandarizar y normalizar la seguridad tanto en el ámbito humano como en el tecnológico. A partir de sus principios, es posible

hacer de la seguridad de la información un esfuerzo común, en tanto que todos puedan contar con un arsenal informativo documentado y normalizado, dedicado a la estandarización del método de operación de cada uno de los individuos involucrados en la gestión de la seguridad de la información [33].

Se desarrollan estas políticas con el objeto de hacer conocer a los usuarios la manera correcta de manejar el sistema de control de activos de la Universidad de las Américas.

Las políticas deben ser empleadas tanto por el administrador como los diferentes usuarios involucrados en el control de activos de la universidad.

## 4. PRUEBAS Y COSTOS

### 4.1. Pruebas de Funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento pueden verse dentro de un proceso de producción de software con el fin de lograr los objetivos establecidos inicialmente para el proyecto, para poder identificar errores críticos como no críticos del sistema y de esta forma establecer mecanismos de corrección para los mismos.

La calidad debe hacerse extensible al cliente y al usuario de la aplicación y debe ser partícipe en ella de la misma forma que lo hace en la fase de definición de requerimientos. El objetivo es involucrar a todos los participantes del proyecto, como es el caso del cliente o el desarrollador, con la misión de establecer la calidad no sólo como una herramienta de construcción sino como un sello de garantía de objetivos cumplidos. Si bien la calidad puede aplicarse para medir diferentes enfoques, en el presente trabajo se centrará en las pruebas funcionales de la aplicación.

Para poder validar la correcta funcionalidad del prototipo se llevará a cabo una simulación de control de activos de la Universidad de las Américas a través del aplicativo, simulando la lectura de las etiquetas RFID y el monitoreo de las mismas. Se debe tomar en cuenta que se usa una máquina virtual para montar el ambiente necesario para ejecutar la aplicación. Los elementos usados son los siguientes:

- Un computador portátil Samsung RV520, para el servidor de la base de datos y aplicación de administrador de control de activos de la universidad con las siguientes características:
  - a. Intel ® Core ™ i3.
  - b. Velocidad procesador: 2.10 GHZ.
  - c. 4,00 GB de RAM.

- d. Sistema Operativo: Windows 7 Home Premium 64-bit.
- Una maquina virtual instalada dentro de la máquina local usando Oracle VM Virtual Box versión 4.1.8 r75467 con las siguientes características:
  - a. Sistema Operativo: Microsoft Windows XP Profesional Versión 2002 Service Pack 2.
  - b. Microsoft Visual Studio 2005 Versión 8.0.50727.42.<sup>40</sup>
  - c. Microsoft SQL Server Management Studio Express 2005 Versión 9.00.2047.00.

Luego de disponer de los equipos, con las aplicaciones correctamente instaladas y configuradas, se realizarán las pruebas en donde los resultados se enfocan en probar la correcta funcionalidad del aplicativo.

#### **4.2. Selección Metodología de Pruebas**

El objetivo de las pruebas de software es elegir los subconjuntos apropiados para ejecutar aquellas pruebas con las cuales sea más probable descubrir no conformidades en el producto de software.

Para probar el correcto funcionamiento del aplicativo, es recomendable elegir una metodología de pruebas, la misma que debe ajustarse a los tiempos de entrega y requerimientos del proyecto. En base a estos antecedentes se decide utilizar una metodología de pruebas ágil.

De esta forma, se utilizará el tipo de prueba smoke test. Este tipo de prueba consiste en testear rápidamente la funcionalidad básica de cada módulo o pantalla, teniendo como finalidad asegurar la funcionalidad principal o crítica de un aplicativo. Las características de un smoke test son las siguientes:

- El tiempo de ejecución del smoke test completo debe ser corto.

---

<sup>40</sup> Se elige utilizar Visual Studio (2005) y SQL Server Management Studio Express (2005) por la compatibilidad y fácil parametrización con el gestor de la Máquina Virtual Oracle VM Virtual Box.

- Los casos por lo general son positivos. Es decir, cumplir el flujo normal del caso de prueba.

### 4.3. Pruebas de Funcionamiento del Sistema

El propósito de estas pruebas es validar el correcto funcionamiento del aplicativo control de activos.

En resumen en estas validaciones, se añade un nuevo administrador del sistema, se inicia la simulación del proceso de lectura de una etiqueta RFID, también se realiza la simulación el monitoreo de los activos físicos. Adicionalmente, se valida las opciones de consulta y ayuda.

#### 4.3.1. Autenticación de Usuarios

Para ingresar a la aplicación de control de activos, el administrador debe autenticarse con su usuario y clave respectiva. En la figura 44 se tiene la ventana de ingreso a la aplicación.

Figura 44: Ventana de Ingreso Aplicativo Control de Activos UDLA



Acceso

**SISTEMA CONTROL DE ACTIVOS UDLA**  
Interfaz de Administración

**RFID**

Copyright (c) 2012  Versión 1.0

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

Login:

Password:

Ingresar

Acerca de

Elaborado por: Autor

La aplicación controla los posibles errores que los usuarios del sistema puedan cometer, como es el caso de ingreso incorrecto de la clave o contraseña, o su vez un ingreso incorrecto de usuario. En la figura 45 se ingresa una clave incorrecta y se muestra el mensaje de respuesta del sistema ante el ingreso fallido de clave o usuario.

Figura 45: Login y clave incorrectos



Elaborado por: Autor

#### 4.3.2. Agregar Administrador del Sistema

Se requerirá varios usuarios del sistema, según el departamento y la ubicación de los activos universitarios por lo que se agrega, se edita y se consultan usuarios del aplicativo. Los campos obligatorios del formulario se denotan con el símbolo (\*).

##### a. Agregar nuevo usuario

Se añade un nuevo usuario para el sistema de control de activos (cargo asistente administrativo) llenando los campos como se observa en las figuras 46 y 47.

Figura 46: Agregar Usuario

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimientos: Usuarios

Datos Personales

Codigo  ... \* Ident.

\* Nombre

\* Apellido

Dirección

Cargo

Genero  Teléfono

Estado  Correo

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Figura 47: Grabar Usuario

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimientos: Usuarios

Datos Personales

Codigo  ... \* Ident.

\* Nombre

\* Apellido

Dirección

Cargo

Genero  Teléfono

Estado  Correo

Ingreso Consultar Modificar Salir

Control Activos

Dato grabado con Exito, Código= 5

Aceptar

Elaborado por: Autor

### b. Editar usuario

En caso de requerirse, se podrá editar la información de los usuarios del sistema. Por ejemplo: dirección del usuario y cargo en la universidad, como se observa en las figuras 48 y 49.

Figura 48: Búsqueda usuario para edición

**Menu Control de Activos UDLA**

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

**Mantenimientos: Usuarios**

**Datos Personales**

Codigo  \* Ident.

\* Nombre

\* Apellido

Dirección

Cargo

Genero  Teléfono

Estado  Correo

**Ingreso Consultar Modificar Salir**

Elaborado por: Autor

Figura 49: Grabar edición usuario

**Menu Control de Activos UDLA**

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

**Mantenimientos: Usuarios**

**Datos Personales**

Codigo  \* Ident.

\* Nombre

\* Apellido

Dirección

Cargo

Genero  Teléfono

Estado  Correo

**Ingreso Consultar Modificar Salir**

**Dato grabado con Exito, Código= 5**

**Aceptar**

Elaborado por: Autor

### c. Consultar Usuario

Para consultar todos los usuarios del sistema, se tiene la opción de consulta, para ello se ingresa el nombre o apellido del usuario del sistema en la caja de texto buscar; esta búsqueda desplegará la información más relevante de los usuarios como cédula, nombres y apellido, cargo, correo electrónico y estado en el sistema, como se muestra en la figura 50.

Figura 50: Consulta usuarios sistema

#	CEDULA	PERSONA	CARGO	CORREO	ESTADO
1	0922997432	Intriago Alcivar Andrés Fernando	ANALISTA D...	fisica_ismael...	ACTIVO
2	1720942547	Andrade Ortiz Daniel Patricio	ASISTENTE ...	robert150820...	ACTIVO
3	1714097738	Molina Jaramillo Esteban Eduardo	ASISTENTE ...	jacobsolution...	ACTIVO
4	1803691052	Paredes Cecilia	TUTOR SIST...	m.paredes@u...	ACTIVO
5	1205584988	Torres Sánchez Verónica Alexandra	ASISTENTE ...	vtorres@udla...	ACTIVO

Elaborado por: Autor

### 4.3.3. Agregar Departamento

Actualmente existen aproximadamente 15 departamentos en la universidad, sin embargo, existe la posibilidad que se requiera agregar nuevos departamentos para el centro educativo, por lo que se agrega, se edita y se consultan nuevos departamentos para la UDLA.

#### a. Agregar nuevo departamento

Se añade un nuevo departamento (Tecnologías) llenando el campo detalle y asignándole su respectivo estado como se observa en las figuras 51 y 52.

Figura 51: Agregar nuevo departamento

The screenshot shows a web application window titled 'Menu Control de Activos UDLA' with a menu bar containing 'Mantenimiento', 'Consultas', 'Monitoreo', 'Activos', and 'Ayuda'. Below the menu is a sub-window titled 'Mantenimientos: Departamentos'. The main form area is titled 'Datos Departamento' and contains the following fields:

- Codigo:** A text input field with a value of '8' and a dropdown arrow button.
- Detalle:** A text input field with the value 'Tecnologías'.
- Estado:** A dropdown menu with the value 'ACTIVO'.

At the bottom of the form, there are four buttons: 'Ingreso' (with a floppy disk icon), 'Consultar' (with a magnifying glass icon), 'Modificar' (with a pencil icon), and 'Salir' (with a door icon).

Elaborado por: Autor

Figura 52: Grabar nuevo departamento

This screenshot is similar to Figure 51, but the 'Codigo' field now contains the value '8'. A modal dialog box titled 'Control Activos' is overlaid on the form. The dialog contains the message 'Dato grabado con Exito, Código= 8' and an 'Aceptar' button. The 'Ingreso' button is visible at the bottom left of the form area.

Elaborado por: Autor

### **b. Editar departamento**

En caso de requerirse se cuenta con la opción de edición de departamentos para la universidad. En la figura 52 se ingreso el departamento “Tecnologías”. En las figuras 53 y 54 se muestra la edición de este departamento.

Figura 53: Edición departamento



Elaborado por: Autor

Figura 54: Grabar edición departamento



Elaborado por: Autor

### c. Consultar departamento

Para consultar un determinado departamento se debe ingresar el código con el que se grabó el departamento, como se presenta en las figuras 55 y 56.

Figura 55: Ingresar código departamento para consulta

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimientos: Departamentos

Datos Departamento

Codigo  ...

Detalle

Estado  ▼

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Figura 56: Consulta departamento

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimientos: Departamentos

Datos Departamento

Codigo  ...

Detalle

Estado  ▼

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

#### 4.3.4. Ingreso Activo

Previo al ingreso a la base de datos de los activos para iniciar el proceso de monitoreo de los mismos, es necesario que la aplicación realice la simulación de lectura de etiquetas RFID e ingreso al sistema de las mismas. Estas etiquetas están asociadas a un activo de la universidad.

### a. Agregar activo

Para ingresar un nuevo activo se debe leer las etiquetas de los activos presionando el botón “Proceso Lector RFID” como se muestra en el flujo de las figuras 57 a la 61.

Figura 57: Proceso Lector RFID

The screenshot shows a software window titled 'Menu Control de Activos UDLA' with a menu bar containing 'Mantenimiento', 'Consultas', 'Monitoreo', 'Activos', and 'Ayuda'. Below the menu bar is a sub-window titled 'Mantenimiento de Activos'. The interface includes several input fields and dropdown menus under the heading 'Referencial':

- Codigo:** An empty text box followed by an ellipsis button and a button labeled 'Proceso Lector RFID'.
- Detalle:** An empty text box.
- Observación:** An empty text box.
- Marca:** A dropdown menu with 'LENOVO' selected.
- Modelo:** A dropdown menu with 'PENTIUM' selected.
- Estado:** A dropdown menu with 'ACTIVO' selected.
- Tipo:** A dropdown menu with 'EQUIPO DE COMPUTO' selected.
- Estado Activo:** A dropdown menu with 'EN USO' selected.

At the bottom of the window, there are four icons with labels: 'Ingreso' (document icon), 'Consultar' (document with magnifying glass), 'Modificar' (document with pencil), and 'Salir' (exit door icon).

Elaborado por: Autor

Figura 58: Inicio Proceso Lectura

This screenshot is identical to the previous one, showing the 'Mantenimiento de Activos' interface. The only difference is the button next to the 'Codigo' field, which is now labeled 'Inicio Proceso'.

Elaborado por: Autor

Figura 59: Búsqueda ID Tag

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento de Activos

Referencial

Codigo  ... **Buscando** <ID Tag>

Detalle

Observación

Marca **LENOVO** Tipo **EQUIPO DE COMPUTO**

Modelo **PENTIUM** Estado Activo **EN USO**

Estado **ACTIVO**

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Figura 60: Lectura dispositivo

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento de Activos

Referencial

Codigo  ... **Buscando** Un Dispositivo Detectado

Detalle

Observación

Marca **LENOVO** Tipo **EQUIPO DE COMPUTO**

Modelo **PENTIUM** Estado Activo **EN USO**

Estado **ACTIVO**

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Figura 61: Carga Datos Dispositivo

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento de Activos

Referencial

Codigo: 9454177911 [...]

Buscando Cargando Datos de Dispositivo

Detalle: [ ]

Observación: [ ]

Marca: LENOVO [v]

Modelo: PENTIUM [v]

Estado: ACTIVO [v]

Tipo: EQUIPO DE COMPUTO [v]

Estado Activo: EN USO [v]

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Una vez realizado el proceso de lectura de la etiqueta RFID, el código de la etiqueta RFID del activo se llena en el campo "Código" y a continuación se procede a llenar los campos del formulario de ingreso de activos con información de la marca, modelo, estado, tipo y observaciones del activo como se presenta en las figuras 62 y 63.

Figura 62: Ingreso información activo

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento de Activos

Referencial

Codigo: 9454177911 [...]

Inicio Proceso

Detalle: PROYECTOR 348

Observación: PARA PRESENTACIONES DE PROFESORES

Marca: HP [v]

Modelo: SATELITE [v]

Estado: ACTIVO [v]

Tipo: EQUIPO DE COMPUTO [v]

Estado Activo: EN USO [v]

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Figura 63: Grabar información activo

The screenshot shows the 'Mantenimiento de Activos' application window. The main form contains the following fields and controls:

- Referencial:**
  - Código: 9454177911 (with a search icon and 'Inicio Proceso' button)
  - Detalle: PROYECTOR 348
  - Observación: PARA PRESENTACIONES DE PROFESORES
- Marca:** HP (dropdown)
- Modelo:** SATELITE (dropdown)
- Estado:** ACTIVO (dropdown)
- Tipo:** EQUIPO DE COMPUTO (dropdown)
- Estado Activo:** EN USO (dropdown)

A modal dialog box titled 'Control Activos' is overlaid on the form, displaying the message 'Dato grabado con Exito, Código= 26' and an 'Aceptar' button. At the bottom of the main form, there are four buttons: 'Ingreso', 'Consultar', 'Modificar', and 'Salir'.

Elaborado por: Autor

### b. *Editar Activo*

Si existe algún error en el ingreso de la información del activo, es posible editar la información como se muestra en las figuras 64 y 65

Figura 64: Editar información activo

The screenshot shows the 'Mantenimiento de Activos' application window in edit mode. The main form contains the following fields and controls:

- Referencial:**
  - Código: 7128839412 (with a search icon and 'Proceso Lector RFID' button)
  - Detalle: PROYECTOR 345
  - Observación: PARA PRESENTACIONES PROFESORES
- Marca:** COMPAQ (dropdown)
- Modelo:** SATELITE (dropdown)
- Estado:** ACTIVO (dropdown)
- Tipo:** EQUIPO DE COMPUTO (dropdown)
- Estado Activo:** EN USO (dropdown)

At the bottom of the main form, there are four buttons: 'Ingreso', 'Consultar', 'Modificar', and 'Salir'.

Elaborado por: Autor

Figura 65: Actualización información de activo

The screenshot shows the 'Mantenimiento de Activos' window with the following data:

Referencial	
Código	7128839412
Detalle	PROYECTOR 345
Observación	PARA PRESENTACIONES PROFESORES
Marca	COMPAQ
Tipo	EQUIPO DE COMPUTO
Modelo	SATELITE
Estado Activo	EN USO
Estado	ACTIVO

A dialog box is displayed with the message: "Dato grabado con Exito, Código= 7128839412" and an "Aceptar" button.

Elaborado por: Autor

### c. Consultar Activo

Si en caso se lo requiere, existe la posibilidad de consultar un activo leído e ingresado por su número de etiqueta RFID como se presenta en las figuras 66 y 67.

Figura 66: Consulta activo leído

The screenshot shows the 'Mantenimiento de Activos' window with the following data:

Referencial	
Código	7128839412
Detalle	
Observación	
Marca	LENOVO
Tipo	EQUIPO DE COMPUTO
Modelo	PENTIUM
Estado Activo	EN USO
Estado	ACTIVO

At the bottom of the window, there are four buttons: "Ingreso", "Consultar", "Modificar", and "Salir". The "Ingreso" button is highlighted with a blue border.

Elaborado por: Autor

Figura 67: Carga datos por consulta activo

The screenshot shows a software window titled 'Mantenimiento de Activos' with a menu bar containing 'Mantenimiento', 'Consultas', 'Monitoreo', 'Activos', and 'Ayuda'. The main area is labeled 'Referencial' and contains the following fields:

- Codigo:** 7128839412 (with a search button 'Proceso Lector RFID')
- Detalle:** PROYECTOR 345
- Observación:** PARA PRESENTACIONES PROFESORES
- Marca:** HP (dropdown menu)
- Modelo:** SATELITE (dropdown menu)
- Estado:** ACTIVO (dropdown menu)
- Tipo:** EQUIPO DE COMPUTO (dropdown menu)
- Estado Activo:** EN USO (dropdown menu)

At the bottom of the form, there are four icons with labels: 'Ingreso' (floppy disk), 'Consultar' (document), 'Modificar' (wrench), and 'Salir' (exit arrow).

Elaborado por: Autor

#### 4.3.5. Ingreso Nueva Ubicación

Una vez realizado el proceso de lectura de etiquetas RFID y su posterior ingreso de activo asociado a la etiqueta RFID, es necesario asignarle una ubicación, un encargado con su respectiva fecha de cargo, adicionalmente, un departamento asociado al activo y su estado para que finalmente la información sea grabada en la base de datos del sistema.

##### a. Agregar Ubicación

Con el proceso de lectura de etiqueta RFID e ingreso de su respectiva información, se procede a agregarle una ubicación al activo, para el ejemplo al activo (Switch Cisco Catalyst 2960) se la asigna el Departamento de Tecnología y Redes, el activo se encuentra en estado activo y está a cargo de la usuario Cecilia Paredes.

Esta información procede a almacenarse en la base de datos del sistema, como se muestra en las figuras 68 y 69.

Figura 68: Ingreso Ubicación

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento: Ubicación

Referencial

Codigo  ...

Desde domingo 13 de mayo de Hasta jueves 24 de mayo de

Observación Ingreso nuevo switch cisco

Departamento TECNOLOGÍAS Y REDES Estado ACTIVO

Empleado Paredes Cecilia

Activo 8447855137/Switch Cisco Catalyst 2960/CISCO/NO APLICA/EQUIPO DE COMPUTO/

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Figura 69: Grabar ingreso ubicación

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento: Ubicación

Referencial

Codigo 16 ...

Desde domingo 13 de mayo de Hasta jueves 24 de mayo de

Observación Ingreso nuevo switch cisco

Departamento TECNOLOGÍAS Y REDES Estado ACTIVO

Empleado Paredes Cecilia

Activo 8447855137/Switch Cis A/EQUIPO DE COMPUTO/

Ingreso Consultar Modificar Salir

Control Activos

Dato grabado con Exito, Código= 16

Aceptar

Elaborado por: Autor

### b. Editar Ubicación

Si es necesaria la edición de la ubicación del activo, se procede a llenar los campos que se requiere editar como se presenta en las figuras 70 y 71.

Figura 70: Edición ubicación activo

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento: Ubicación

Referencial

Codigo: 16

Desde: domingo 13 de mayo de

Hasta: jueves 24 de mayo de

Observación: Ingreso nuevo switch cisco

Departamento: SISTEMAS Estado: ACTIVO

Empleado: Molina Jaramillo Esteban Eduardo

Activo: 8447855137/Switch Cisco Catalyst 2960/CISCO/NO APLICA/EQUIPO DE COMPUTO/

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Figura 71: Grabar edición ubicación activo

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento: Ubicación

Referencial

Codigo: 16

Desde: domingo 13 de mayo de

Hasta: jueves 24 de mayo de

Observación: Ingreso nuevo switch cisco

Departamento: SISTEMAS Estado: ACTIVO

Empleado: Molina Jaramillo Esteban Eduardo

Activo: 8447855137/Switch Cisco Catalyst 2960/CISCO/NO APLICA/EQUIPO DE COMPUTO/

Ingreso Consultar Modificar Salir

Dato grabado con Exito, Código= 16

Aceptar

Elaborado por: Autor

### c. Consultar Ubicación

Para consultar la ubicación de los activos ingresados, se procede a ingresar el código asignado de la ubicación como se muestra en las figuras 72 y 73.

Figura 72: Consulta ubicación activo

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento: Ubicación

Referencial

Codigo: 16

Desde: domingo 13 de mayo de

Hasta: domingo 13 de mayo de

Observación:

Departamento: FINANZAS Estado: ACTIVO

Empleado: Torres Sánchez Verónica Alexandra

Activo: 7038313540/Control Remoto Proyecto 775/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUT

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Figura 73: Carga datos consulta ubicación

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento: Ubicación

Referencial

Codigo: 16

Desde: domingo 13 de mayo de

Hasta: jueves 24 de mayo de

Observación: Ingreso nuevo switch cisco

Departamento: TECNOLOGÍAS Y REDES Estado: ACTIVO

Empleado: Paredes Cecilia

Activo: 8447855137/Switch Cisco Catalyst 2960/CISCO/NO APLICA/EQUIPO DE COMPUTO/

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

#### 4.3.6. Simulación Monitoreo Activos

Una vez realizado el proceso de lectura de etiquetas y asignación de ubicación de los activos, se procede a ejecutar el proceso de monitoreo RFID.

##### a. Monitoreo Activos RFID

El proceso de monitoreo se inicia automáticamente cuando el administrador o usuario del sistema ingresan en el aplicativo. También se lo puede iniciar desde el menú “Monitoreo” de la aplicación.

Cabe señalar que el monitoreo de los activos es simulado, ya que no se cuenta con los equipos RFID, por las razones expuestas en el alcance del proyecto.

Para ello se ha implementado un algoritmo de búsqueda de dispositivos aleatorio en la base de datos, para demostrar que si un dispositivo con etiqueta RFID se aleja de la zona de cobertura de los lectores FRID, esta aplicación enviará una notificación para alertar un posible robo.

Este proceso se presenta en las figuras 74 a la 76.

Figura 74: Inicio Proceso Monitoreo Activos



Elaborado por: Autor

Figura 75: Carga datos equipos conectados en el sistema



Elaborado por: Autor

Figura 76: Listado de equipos conectados y monitoreados



Elaborado por: Autor

### **b. Notificación movimiento activos**

Una vez iniciado el proceso de monitoreo de activos, en caso de no encontrarse un equipo, se presentará un mensaje de alerta al usuario y

administrador sobre la ausencia del dispositivo como se observa en la figura 77. La notificación también será enviada al correo electrónico del usuario asignado. Este proceso se presenta en las figuras 78 y 79.

Figura 77: Notificación monitoreo activos



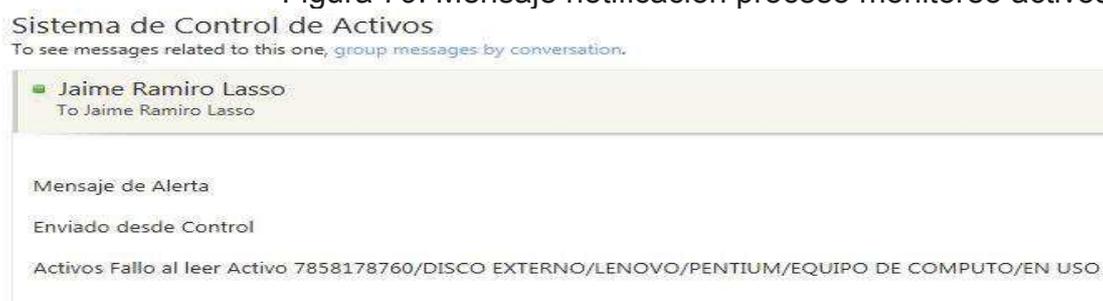
Elaborado por: Autor

Figura 78: Envío notificación proceso monitoreo activos



Elaborado por: Autor

Figura 79: Mensaje notificación proceso monitoreo activos



Elaborado por: Autor

#### 4.3.7. Agregar Nueva Información Campos

Si el administrador lo amerita, es posible ingresar nueva información en los campos disponibles de las diferentes opciones del aplicativo, dentro del menú “Mantenimiento”/Referencia. Es posible agregar nuevas marcas, nuevos modelos, nuevos tipos, estados al sistema, entre otros.

##### a. Agregar Información Campos

En el ejemplo se ingresa un nuevo cargo para los usuarios y una nueva marca a los activos. Este proceso se muestra en el flujo de pantallas de la figura 80 a la figura 83.

Figura 80: Ingreso nuevo valor campo cargo

Elaborado por: Autor

Figura 81: Grabar nuevo valor campo cargo

Elaborado por: Autor

Figura 82: Ingreso nuevo valor campo marca

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento: Referencia

Referencial

Codigo [ ] ...

Raiz MARCA

Detalle DLINK

Indice [ ]  Es Raiz

Estado ACTIVO

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Figura 83: Grabar nuevo valor campo marca

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento: Referencia

Referencial

Codigo 38 ...

Raiz MARCA

Detalle DLINK

Indice 9  Es Raiz

Estado ACTIVO

Ingreso Consultar

Control medico

Dato grabado con Exito, Código= 38

Aceptar

Elaborado por: Autor

### **b. Verificación ingreso de información**

Una vez ingresados los nuevos valores en los campos se procede a verificar su correcto ingreso como se observa en las figuras 84 y 85.

Figura 84: Verificación ingreso de nuevos valores campo cargo

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimientos: Usuarios

Datos Personales

Codigo  ... \* Ident.

\* Nombre

\* Apellido

Dirección

Cargo **ANALISTA DE SISTEMAS**

Genero

Estado

ANALISTA DE SISTEMAS  
ASISTENTE ADMINISTRATIVO  
JEFE DE SISTEMAS  
JEFE P  
TUTOR SISTEMAS  
ADMINISTRADOR INVENTARIO

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

Figura 85: Verificación ingreso de nuevos valores campo marca

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Mantenimiento de Activos

Referencial

Codigo  ... Proceso Lector RFID

Detalle

Observación

Marca **LENOVO**

Modelo

Estado

Tipo **EQUIPO DE COMPUTO**

Estado Activo **EN USO**

LENOVO  
COMPAQ  
HP  
TOSHIBA  
SAMSUNG  
ASUS  
CISCO  
INFOCUS  
DLINK

Ingreso Consultar Modificar Salir

Elaborado por: Autor

#### 4.3.8. Opciones de Consulta y Reportes

##### a. Usuarios

Se pueden consultar todos los usuarios del sistema, la información consiste en su código sistema, cédula, nombres, cargo, correo electrónico y estado como se muestra en la figura 86.

Figura 86: Consulta usuarios sistema

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Consultas: Usuarios

Parametros de consulta

Buscar:

Listado de Personas

#	CEDULA	PERSONA	CARGO	CORREO	ESTADO
1	0922997432	Intriago Alcivar Andrés Fernando	ANALISTA D...	fisica_ismael...	ACTIVO
2	1720942547	Andrade Ortiz Daniel Patricio	ASISTENTE ...	robert150820...	ACTIVO
3	1714097738	Molina Jaramillo Esteban Eduardo	ASISTENTE ...	jacobsolution...	ACTIVO
4	1803691052	Paredes Cecilia	TUTOR SIST...	m.paredes@u...	ACTIVO
5	1205584988	Torres Sánchez Verónica Alexandra	ASISTENTE ...	vtorres@udla...	ACTIVO

Elaborado por: Autor

### b. Activos

Una vez realizado todos los procesos, incluyendo los de lectura y monitoreo RFID, es posible consultar los activos procesados por el sistema como se observa en la figura 87.

Figura 87: Proceso Lector RFID

Menu Control de Activos UDLA

Mantenimiento Consultas Monitoreo Activos Ayuda

Consulta de Activos

Buscar:

#	Detalle	ESTADO
7858...	7858178774/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPU...	ACTIVO
7858...	7858178779/COMPUTADOR PERSONAL/LENOVO/PENTIUM/EQ...	ACTIVO
7858...	7858178762/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPU...	ACTIVO
7858...	7858178760/DISCO EXTERNO/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE ...	ACTIVO
7858...	7858178770/TAJETA INALAMBRICA DE RED/LENOVO/PENTIUM...	ACTIVO
7858...	7858178771/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPU...	ACTIVO
7858...	7858178772/mouse/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/...	ACTIVO
6101...	6101149113/INFOCUS/HP/SATELITE/EQUIPO DE COMPUTO/EN...	ACTIVO
0491...	0491095311/ CONTROL REMOTO INFOCUS 3/LENOVO/PENTIU...	ACTIVO
3275...	3275371851/ PC /TOSHIBA/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/E...	ACTIVO
7897...	7897677513/PC/COMPAQ/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN ...	ACTIVO
6497...	6497423856/ INFOCUS SL/COMPAQ/PENTIUM/EQUIPO DE COM...	ACTIVO
0745...	0745462067/TECLADO/TOSHIBA/NO APLICA/EQUIPO DE COMP...	ACTIVO

Elaborado por: Autor

### c. Generar Reporte Activos

Con la posibilidad de consultar los activos procesados en el sistema, también es posible generar un reporte de los activos procesados, con la opción de impresión como se muestra en la figura 88.

Figura 88: Reporte de activos UDLA

ID RFID	DETALLE
7858178774	7858178774/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178779	7858178779/COMPUTADOR PERSONAL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178762	7858178762/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178760	7858178760/DISCO EXTERNO/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178770	7858178770/TAJETA INALAMBICA DE RED/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178771	7858178771/PORTATIL/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7858178772	7858178772/mouse/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
6101149113	6101149113/INFOCUS/HP/SATELITE/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
0491095311	0491095311/CONTROL REMOTO INFOCUS 3/LENOVO/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
3275371851	3275371851/PC /TOSHIBA/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
7897677513	7897677513/PC/COMPAQ/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
6497423856	6497423856/ INFOCUS SL/COMPAQ/PENTIUM/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO
0745462067	0745462067/TECLADO/TOSHIBA/NO APLICAEQUIPO DE COMPUTO/EN USO
0792570864	0792570864/INFOCUS POLIFUNCIONAL/TOSHIBA/NO APLICAEQUIPO DE COMPUTO/EN USO
5698523430	5698523430/ TECLADO BLUETOOTH/HP/NO APLICAEQUIPO DE COMPUTO/EN USO
4R1511243R	4R1511243R/ MOUSE INALAMBICO/COMPAQ/SATELITE/EQUIPO DE COMPUTO/EN USO

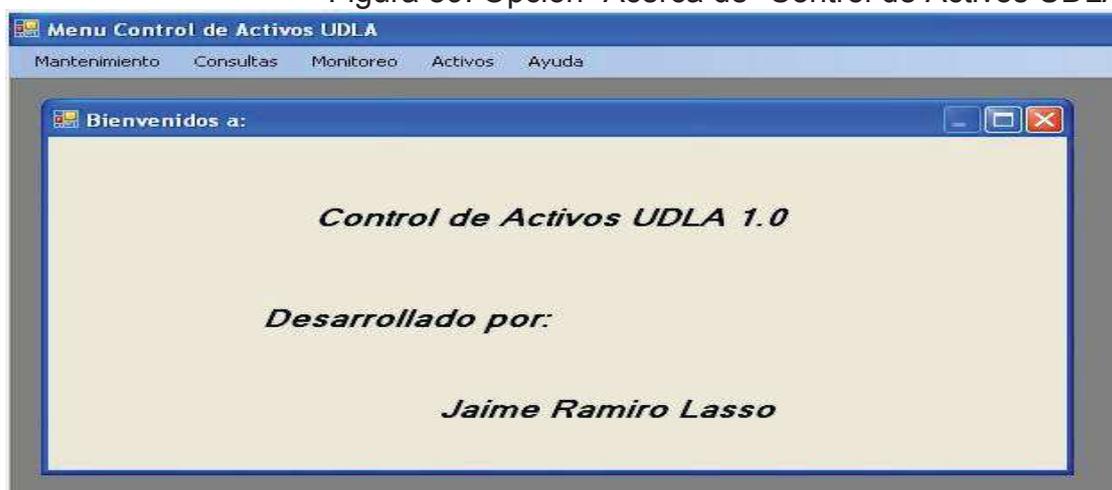
Elaborado por: Autor

### 4.3.9. Opción de Ayuda

#### a. Acerca de

En la opción “acerca de” del menú ayuda se muestra la versión del software y la persona que desarrolló el sistema. La opción se muestra en la figura 89.

Figura 89: Opción “Acerca de” Control de Activos UDLA



Elaborado por: Autor

### **b. Carga de Manual Control Activos UDLA**

Para que los usuarios y administradores del sistema puedan manejar la aplicación adecuadamente, existe la opción de carga del Manual de Usuario del aplicativo control de activos. La ubicación dependerá en donde se guarde localmente el archivo. La pantalla de carga del manual se presenta en la figura 90.

Figura 90: Carga de Manual Control Activos UDLA



Elaborado por: Autor

## **4.4. Pruebas Rendimiento Software**

Las pruebas de rendimiento de software se pueden ejecutar tanto en las plataformas de test del desarrollo como, también, en la plataforma de producción del usuario. De cualquier manera, el resultado obtenido consiste en una serie de informes que reflejan el rendimiento del sistema en distintos escenarios.

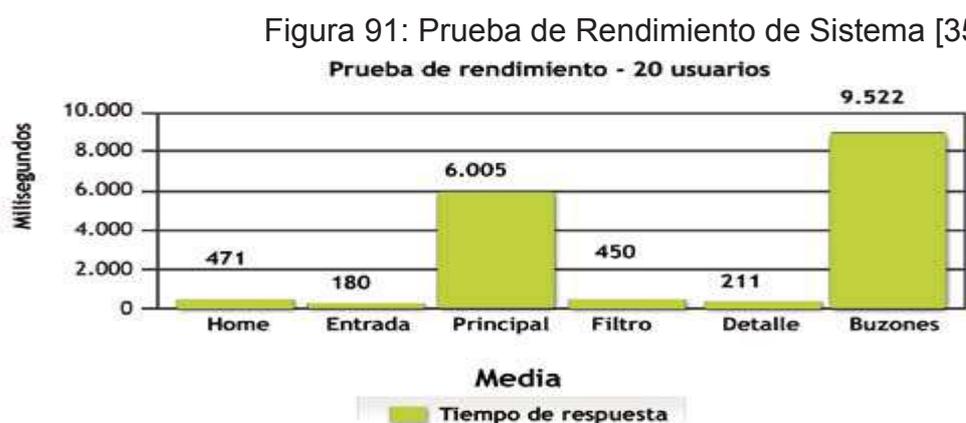
Ha de tenerse en cuenta que en estas pruebas se presentan factores que pueden influir en los resultados obtenidos, como la topología de red, la configuración de los equipos y antenas RFID. En este caso, al realizar una simulación de los procesos RFID incluidos sus respectivos equipos, no se

estipula pruebas de rendimiento del sistema ya que el ser una simulación controlada, no existe la posibilidad de una saturación del sistema. Sin embargo, se debe considerar este tipo de pruebas, en caso se implemente el proyecto haciendo uso de equipos físicos RFID.

Como conocimiento general y en caso se lo requiera a futuro, a continuación se nombran los tipos de pruebas de rendimiento:

- Prueba normal: Permite establecer los tiempos medios de respuesta cuando sólo un usuario está conectado a la aplicación. [35].
- Prueba con número mínimo de usuarios: Se realizan las pruebas del sistema con el número de usuarios mínimos concurrentes establecido. Prueba con número máximo de usuarios. Se realizan las pruebas del sistema con el número de usuarios máximo concurrentes establecido [35].
- Prueba de número máximo soportado de usuarios: Se busca encontrar cuál es el límite del sistema [35].

En las figuras 91 y 92 se presentan ejemplos de informes de rendimiento de software que no son parte de este proyecto que se lo habría realizado en caso de haber utilizados equipos físicos reales RFID.



Fuente: Pruebas de rendimiento de aplicaciones, fuente electrónica. URL:

[http://www.serikat.es/pdf/revista\\_14/revista\\_14\\_03.pdf](http://www.serikat.es/pdf/revista_14/revista_14_03.pdf)

Descargado 14/04/12.

Modificado por: Autor

Figura 92: Informe Numérico Prueba de Rendimiento de Sistema [35]

URL	Muestras	Media	Mínimo	Máximo	% Error	Rendimiento	KB	Media bytes
Home	20	471	94	875	0,00%	53,4/mn	3,34	3,75
Entrada	20	180	93	328	0,00%	55,6/mn	5,35	5,77
Principal	20	6.005	2.157	12.610	0,00%	47,6/mn	1,42	1,79
Filtro	20	460	187	187	0,00%	59,0/mn	1,71	1,73
Detalle	20	211	125	125	0,00%	59,4/mn	4,38	4,42
Buzones	20	9.522	7.063	7.063	0,00%	39,1/mn	16,11	24,73

Fuente: Pruebas de rendimiento de aplicaciones, fuente electrónica. URL:

[http://www.serikat.es/pdf/revista\\_14/revista\\_14\\_03.pdf](http://www.serikat.es/pdf/revista_14/revista_14_03.pdf)

Descargado 14/04/12.

Modificado por: Autor

#### 4.5. Costo del Prototipo

En la tabla 57 se presentan los costos del prototipo. Los costos por el software se valora en base al tiempo invertido en el desarrollo de la aplicación, que fue de alrededor de cuatro horas diarias, por el periodo de cuatro meses, lo que da un total de 320 horas, el valor de la hora de desarrollo, según el mercado actual y la complejidad del proyecto se lo valora en 20 USD.

Tabla 57: Costos Prototipo

Descripción	Cantidad	Valor U. (\$)	Valor T. (\$)
Desarrollo Software	320 h	20,00	6400,00
<b>Total</b>			<b>6400,00</b>

Elaborado por: Autor

#### 4.6. Relación Costo Beneficio

Contrario al VAN (Valor Actual Neto), cuyos resultados están expresados en términos absolutos, el indicador financiero Beneficio Costo (B/c) expresa la rentabilidad en términos relativos. La interpretación de tales resultados es en centavos por cada "euro" ó "dólar" que se ha invertido en el proyecto.

Para el cómputo de la Relación Beneficio Costo (B/c) también se requiere de la existencia de una tasa de descuento para su cálculo.

En la relación de beneficio/costo, se establecen por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos.

#### 4.6.1. Relación B/C >0

Índice que por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto es viable y debe aceptarse.

#### 4.6.2. Relación B/C < 0

Índice que por cada dólar de costos se obtiene menos de un dólar de beneficio. Entonces, si el índice es negativo, el proyecto no es viable y debe rechazarse. El valor de la Relación Beneficio/Costo cambiará según la tasa de actualización seleccionada, o sea, que cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación en el índice resultante.

La fórmula que se utiliza es:

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{V_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+i)^n}}$$

**Dónde:**

**B/C** = Relación Beneficio / Costo

**V<sub>i</sub>** = Valor de la producción (beneficio bruto)

**C<sub>i</sub>** = Egresos (i = 0, 2, 3,4...n)

**i** = Tasa de descuento

A continuación se presenta la tabla estimada costo/beneficio del proyecto sistema de control de activos, en ambiente de producción con equipos reales; estimación que incluye todas las sedes de la universidad (Norte, Colón y José

Queri). De esta forma se puede calcular la relación aproximada (Costo Beneficio) del proyecto para el primer año.

Tabla 58: Detalle Costos/Beneficios

Costos		Beneficios	
- Costo e instalación de equipos	\$20,850	-Reducción pérdida y robo activos UDLA	\$12,500
-Desarrollo de Software	6,400	-Reducción costos póliza de seguros de activos	30,000
- Costos mantenimiento Aplicativo	800		
-Otros gastos	1,200		
<b>Costo Totales</b>	<b>\$29,250</b>	<b>Beneficios Totales</b>	<b>\$42,500</b>

#### 4.6.3. Descripción Costos

- a. **Costo e instalación de equipos:** se estima la compra de 55 lectores RFID colocados en sitios estratégicos de las diferentes instalaciones de la universidad, a un costo de \$320 por cada equipo. Y 12000 etiquetas pasivas RFID a un costo de 0,20 por etiqueta. Dando un costo total de \$20,850.
- b. **Desarrollo de Software:** en base al numeral 4.5 el precio total por el desarrollo de la aplicación es de \$6,400.
- c. **Costos mantenimiento de aplicativo:** corresponde al mantenimiento de la aplicación por el periodo de un año. Su valor aproximado es de \$800.
- d. **Otros gastos:** corresponden a gastos imprevistos o no considerados en el proyecto. Un ejemplo son los gastos por reparación y reemplazo de equipos RFID. Su costo aproximado es de \$1200 considerando que los equipos tienen garantía de un año por fallas o defectos de fábrica.

#### 4.6.4. Descripción Beneficios

- a. **Reducción pérdida y sustracción activos:** en un estimado basado en los robos y pérdidas de activos tecnológicos reportados a partir del año 2008, año en el cual comenzó a operar el campus norte de la universidad, se calcula un ahorro aproximado de \$12,500 en una relación de un año. El estimado incluye los nuevos equipos tecnológicos del departamento de Genética, Medicina y Biotecnología de la universidad.<sup>41</sup>
- b. **Reducción costo póliza de seguros:** según datos proporcionados por el Departamento Financiero de la universidad; la UDLA tiene invertido aproximadamente \$5,000.000 en activos tecnológicos, al aumentar la seguridad sobre su resguardo y custodia, el valor de la póliza de seguros de los activos se reduciría significativamente. Actualmente la compañía de seguros Cervantes cobra el 2% de la inversión total en póliza de seguros a la universidad es decir, aproximadamente \$100,000. La implementación de un sistema de control de activos tecnológicos reduciría el cobro de la póliza aproximadamente al 1,4% de la inversión total, causando un ahorro aproximado de \$30,000 a la universidad por el pago de la póliza de seguros.

La proyección de los beneficios al final del primer año es de US\$42,500, esperando una tasa de rentabilidad del 12% anual (tomando como referencia la tasa de rentabilidad que generaría la implementación del proyecto). Igualmente se piensa invertir en el mismo periodo US\$29,250, considerando una tasa de interés del 20% anual (tomando como referencia la tasa de interés bancario).

$$B/C = VAI / VAC$$

$$B/C = (42500 / (1 + 0.12)) / (29250 / (1 + 0.20))$$

$$B/C = (37946.42 / 24,375)$$

$$B/C = 1,55$$

---

<sup>41</sup> Esta información fue proporcionada por el Departamento Financiero de la UDLA.

En base a los cálculos realizados, se demuestra un beneficio aproximado para el primer año de (\$13,571). La relación de beneficios a costos es de \$0,55 de retorno por cada dólar gastado ( $\$37,946/\$24,375$ ). Es decir el retorno es mayor que \$1, lo cual hace rentable el proyecto para el periodo de un año.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Se desarrolló un software que permite simular la detección de etiquetas RFID colocadas alrededor de sitios estratégicos de la Universidad de las Américas y el monitoreo de las mismas; utilizando la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID), asociando una base de datos para registrar entradas y salidas.
- Para el desarrollo del software se pudo demostrar que es posible el uso de una metodología ágil que utiliza artefactos combinados, ajustadas a las necesidades del proyecto sin alterar el producto deseado. Dando como resultado final un correcto funcionamiento de la solución, enfocado en la satisfacción del cliente y el usuario final.
- La tecnología RFID no solamente puede utilizarse para controlar y monitorear cierto tipo de activos, si no en un sinnúmero de aplicaciones tales como: control de acceso a sitios masivos, control y seguimiento de vehículos, automatización de plantas industriales, gestión y monitoreo de bibliotecas, etc.
- La aplicación al ser desarrollada en un lenguaje orientado a objetos es potencialmente expandible, permitiendo a futuro y en caso de requerirlo la incorporación de nuevas funcionalidades, es decir incorporar funcionalidad acorde a nuevas tecnologías.
- En la implementación del prototipo se aplicaron los conocimientos adquiridos en la carrera. Destacando los conocimientos en base de datos, programación y seguridad informática.

### 5.2. Recomendaciones

- Debido a que la información almacenada en la base de datos es muy crítica, se recomienda mantener y realizar respaldos de la misma.

- Un sistema como el propuesto en esta tesis, debe estar disponible en todo momento, es decir, no se puede tolerar una caída del sistema. Para lo cual se podría sugerir esquemas de alta disponibilidad, con replicación de la base de datos y un host de respaldo en caso de fallas.
- Se recomienda dar cumplimiento estricto de parte de las autoridades de la universidad de las políticas de uso y de seguridad establecidas, puesto que es un factor clave para que se cumplan con los objetivos del proyecto.
- Es recomendable el uso de reguladores de voltaje para proteger cada una de las fuentes de los lectores RFID de las variaciones en el voltaje de entrada de las mismas.
- La simulación de dispositivos de RFID utilizados fue con equipos de alta frecuencia y tienen ciertas limitaciones en la distancia máxima de lectura. El siguiente paso, sería utilizar dispositivos que trabajen en el rango de frecuencias más diversas y desarrollar una solución orientada hacia la utilización de inventarios inteligentes
- El sistema de software desarrollado, permite el control de activos a través de simulaciones. Lo ideal a futuro, sería tener un módulo de software que permitiera la configuración de los dispositivos reales, ya sean las etiquetas RFID y los lectores RFID con sus respectivas antenas.
- Los lectores y etiquetas simulados, tienen capacidades de lectura. Esto podría ser utilizado para crear otro tipo de aplicaciones alrededor de este sistema. Un ejemplo podría ser una librería con tecnología RFID, que pudiera ser aplicado en la biblioteca de la universidad.

## REFERENCIAS

### Libros:

- [1] Calvo, R. (1994-2000): *Glosario Básico Inglés-Español*.
- [8] *Enciclopedia Británica Edición de Lujo 2004*, Derechos de autor por Enciclopedia Británica, Inc.
- [6] Finkenzeller, K. (2003): *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*, Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd. ISBN 0-470-84402-7.
- [18] IEEE (1991): *Standard for Developing Software Life Cycle Process*. IEEE Std. 1074-1991 Nueva York. IEEE Computer Society, citado en Cataldi (2000).
- [17] ISO (1994), ISO/IEC 12701-1, *Software Life-cycle Process*.
- [19] Piattini M. (1996): *Análisis y Diseño Detallado de Aplicaciones Informáticas de Gestión*. Rama. Madrid, citado en Cataldi (2000).
- [15] J. Juzgado, N. (1996): *Procesos de construcción del software y ciclos de vida*. Universidad Politécnica de Madrid, citado en Cataldi (2000).
- [12] Marqués P. (1995): *Metodología para la elaboración de software educativo en Software Educativo*. Guía de uso y metodología de diseño. Barcelona, citado en Cataldi (2000).
- [13] Naur P. Y Randell B. (1969): Editores. *Software engineering: A report on a Conference sponsored by the NATO Science Committee*, citado en Pressman (1993).

[14] Pressman R. (1993): *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. Mc Graw Hill, citado en Cataldi (2000).

[16] Sigwart C. (1990): *Software Engineering: a project oriented approach*. Franklin, Beedle y Associates, Inc., Irvine, California.

#### **Revistas:**

[11] Galvis A. (1996): *Software educativo multimedia aspectos críticos no seu ciclo de vida*. Revista Brasileira de Informática no Educação. Sociedad Brasileira de Computação, citada en Cataldi (2000).

[28] Naranjo, V. (2008): *Boletín No. 11. Control de Activos Fijos basado en la interpretación Contable y Tributaria*.

#### **Documentos de Internet:**

[2] Anfitrion.org (2001): *The Sans Institute defaced*. URL:  
<http://www.attrition.org/security/commentary/sans.html>

Descargado 04/10/11.

[9] *Ciclo de vida de los componentes electrónicos para las PYME del País Vasco*. URL:

<http://www.mediatic-observer.com/faq/index.php?id=es>

Descargado 04/01/12.

[22] Clampitt H. (2006): *The RFID handbook*. URL:

<http://www.rfidhandbook.blogspot.com/>

Descargado 25/02/12.

[29] Distribuidora Feracmon S.A. URL:

<http://www.ferakmon.com/site/feracmon.php>

Descargado 17/03/12.

[21] *Estudio, Diseño y Simulación de un Sistema RFID Basado en EPC*. URL:  
<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3552/2/40883-2.pdf>

Descargado 24/02/12.

[24] *Evolución de las etiquetas RFID*. URL:  
<http://www.rfidpoint.com/fundamentos/tags-rfid/>

Descargado 01/03/12.

[31] Impinj Inc. URL:  
<http://www.impinj.com/about/>

Descargado 20/03/12.

[30] Kimaldi Electronics. URL:  
<http://www.kimaldi.com/>

Descargado 18/03/12.

[23] *Las etiquetas RFID*. URL:  
[http://www.dipolerfid.es/productos/etiquetas\\_RFID/Default.aspx](http://www.dipolerfid.es/productos/etiquetas_RFID/Default.aspx)

Descargado 27/02/12.

[33] *Manual de Políticas de Seguridad Informática*, Fuente electrónica. URL:  
<http://inf-tek.blogia.com/2009/060207-8.5-manual-de-politicas-de-seguridad-informatica.php>

Descargado 29/03/12.

[32] *MSDN Library en español*, Fuente electrónica. URL:  
[http://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.data.oledb\(v=vs.80\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/system.data.oledb(v=vs.80).aspx)

Descargado 24/03/12.

[7] *Order Picking for the 21st Century*, 2004, Tompkins Associates. URL:  
[http://www.tompkinsinc.com/news/pr\\_2004/pr\\_030304.asp](http://www.tompkinsinc.com/news/pr_2004/pr_030304.asp)

Descargado 14/10/11.

[35] *Pruebas de rendimiento de aplicaciones*, fuente electrónica. URL:  
[http://www.serikat.es/pdf/revista\\_14/revista\\_14\\_03.pdf](http://www.serikat.es/pdf/revista_14/revista_14_03.pdf)

Descargado 14/04/12.

[25] *RFID Frequencies*, Aug. 2006. URL:  
[http://www.hightechaid.com/tech/rfid/rfid\\_frequency.htm](http://www.hightechaid.com/tech/rfid/rfid_frequency.htm)

Descargado 04/03/12.

[3] SANS Institute (1998): *NSA Glossary of Terms NSA Glossary of Terms Used in Security and Intrusion Detection 1998*. URL:  
<http://www.sans.org/newlook/resources/glossary.html>

Descargado 04/10/11.

[4] TechTV (2001): *Cybercrime Glossary*. URL:  
<http://www.techtv.com/cybercrime/aboutus/story/0,23008,3363041,00.html>

Descargado 07/10/11.

#### **Tesis de Grado:**

[10] Cataldi Z. (2000): *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo*. Tesis de Magíster en Informática. (Versión resumida) Facultad de Informática. UNLP, La Plata, Argentina

[26] Gak Gyu, K. (2007): *Locating and Tracking Assets Using RFID*. Tesis. Industrial Engineering, Texas University.

[5] Hofmayr, S. (2004): *Analysis and comparison of the potential of RFID-technology in European and U.S. retail supply chains*. Tesis. Business Administration. Universidad de Vienna.

[27] Jiménez, J. (2008): *Diseño y construcción del subsistema RFID para un expositor inteligente*. Tesis, Ingeniería Técnica de Comunicación, Universidad Politécnica de Catalunya.

[34] Paredes, M. Puga, D. (2007): *Diseño y construcción de un prototipo de red para el control de ingreso a sitios de acceso masivo utilizando la tecnología de Identificación por Radio Frecuencia RFID*. Tesis, Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

[20] Rodríguez A. (2009): *Análisis y descripción de identificación por Radio Frecuencia: tecnología, aplicaciones, seguridad y privacidad*. Tesis, Unidad Profesional Interdisciplinaria, Instituto Politécnico Nacional, México D.F.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1**

El código fuente del sistema, se encuentra en el CD anexo a este trabajo, en la carpeta de nombre Aplicación Control Activos.

### **Anexo 2**

El Manual de Instalación, se encuentra en el CD anexo a este trabajo con el nombre:

Manual Instalación v.1.0.pdf