

**PROPUESTA DE UN PILOTO DE CONTROL DE ACTIVOS EN LOS
LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD ICESI**

**ASTRID LORENA RAMOS QUIÑONES
VALERIA VILLAMIL BARÓN**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2019**

**PROPUESTA DE UN PILOTO DE CONTROL DE ACTIVOS EN LOS
LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD ICESI**

**ASTRID LORENA RAMOS QUIÑONES
VALERIA VILLAMIL BARÓN**

Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial

**Director proyecto
CARLOS HERNANDO GONZALEZ RUBIO**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2019**

GLOSARIO	5
RESUMEN	6
1	6
1.1	7
2	9
2.1	9
2.2	9
3	10
3.1	10
3.2	11
3.3	13
4	14
5	15
5.1	15
5.2	Determinación de los factores para la escogencia del etiqueta según el tipo de activo fijo. 20
5.3.	26
6	28
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	33

TABLAS

Tabla 1 Asignación de espacios. Fuente: Autores propios	17
Tabla 2. Categorías de clasificación. Fuente: Autores propios	19
Tabla 3. Combinaciones de categorías. Fuente: Autores propios.....	21
Tabla 4. Ficha técnica de etiquetas. Fuente: Autores propios	24
Tabla 5. Asignación de etiquetas. Fuente: Autores propios.....	25
Tabla 6. Referencias que cumplen para todas las clases. Fuentes: Autores propios	25
Tabla 7. Tabla de sensibilidad de tamaño de muestra para población homogénea con muestreo aleatorio simple. Fuente: Autores propios	27
Tabla 8. Matriz de clasificación de AF para el piloto. Fuente: Autores propios	28
Ilustración 1. Caracterización del proceso de inventario. Fuente: Autores propios	17
Ecuación 1. Fórmula de Muestreo Aleatorio Simple. Fuente: Estadística aplicada	26

RESUMEN

El propósito de este proyecto fue dar una propuesta de implementación de un piloto que permita realizar el control de activos fijos de la Facultad de Ciencias Naturales (FCN) de la Universidad Icesi, permitiendo la mejora en la gestión de inventarios, utilizando la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID). Para la propuesta se escogió una muestra de 301 activos fijos (AF), los cuales se dividieron en 12 grupos según sus características (material, entorno y tamaño) para la asignación de la etiqueta (tag). Combinando las características mencionadas se calcula un total de 18 grupos diferentes de los cuales 12 fueron seleccionados para ser la muestra del piloto, sin embargo, a todos los grupos se les asigna una etiqueta para que esta información sea utilizada como referencia en un futuro. Para determinar el tamaño de la muestra con la que se trabajaría se utilizó la fórmula del muestreo aleatorio simple. En cuanto a la escogencia de las etiquetas, fue necesario investigar sobre las etiquetas que se adecuaban a las especificaciones a partir de una base de datos brindada por el proveedor y asignar el tipo de etiqueta que funciona de acuerdo con las características que exige cada grupo. Posteriormente se propone para la implementación del sistema RFID la realización de pruebas en las que se busquen dos AF específicos en toda la FCN, con lo que se compruebe que la reducción de tiempos con este método es significativa en comparación al método manual.

Palabras claves: RFID, Activo Fijo, Etiqueta, Control de Activos, Inventario, Optimización.

1 Introducción

El RFID es una herramienta que agrega valor a la gestión de inventarios. Esta tecnología permite disminuir tiempos en las actividades de inventarios, agilizando la recolección de datos de los activos y guardando la información de forma automática, sin necesidad del contacto directo. Hoy en día, esta tecnología ha supuesto un recorte de costos en muchas empresas que requieren de tiempos cortos para la gestión sus de inventarios, mejorando no solo los tiempos, sino brindando información de sus activos a lo largo de su cadena de suministro.

Fred Tielens, director de logística de JBC (empresa de moda), comenta que “gracias a la tecnología RFID, redujimos rápidamente el tiempo de compra en 10 segundos por prenda. Dado que la RFID permite escanear todos los artículos de una sola vez, los empleados no tienen que buscar la etiqueta de cada prenda”. Pero la implementación de RFID no se limita solo a empresas grandes de algunas industrias en específico, esta tecnología es tan versátil y útil que puede ser utilizada en casi cualquier ámbito que lo requiera, como lo son los laboratorios de una universidad, que son el espacio donde se llevó a cabo la propuesta para el presente proyecto.

El objetivo de este documento es plasmar el trabajo realizado en la investigación y recolección de datos para la propuesta de implementación de un piloto de control de activos con tecnología RFID en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Naturales (FCN) de la Universidad Icesi. Para esto, fue necesario realizar un inventario en el que se recolectó información de los equipos existentes, así como también, visualizar los problemas que presentaban los métodos que se utilizan normalmente en el proceso de inventario. Se trabajó en conjunto con el personal encargado del inventario de los laboratorios, quienes acompañaron la búsqueda de los activos fijos (AF) y nos brindaron información pertinente que se utilizó luego para fines específicos del proyecto.

Durante el desarrollo del proyecto se presentaron grandes retos como lo fueron la búsqueda preliminar de los AF durante el inventario, ya que esta actividad conlleva un aproximado de 24 horas laborales, además de la extenuante labor física que requiere el buscar y digitar manualmente cada AF. Por otro lado, el cumplimiento de los tiempos que requiere cada etapa del proyecto, ya que hay que contar con el tiempo de espera (Lead time) de las etiquetas y el lector por parte del proveedor, además del tiempo de implementación y capacitación. Por último, la recolección y síntesis de datos e información, que le permita no solo entender claramente al lector, sino que sirva de base para futuros proyectos en las que se amplíe el alcance, comprendiendo un grupo más grande de AF o su totalidad.

Con este trabajo se da un primer paso para un cambio positivo en la gestión de los inventarios de FCN de la Universidad Icesi. Además, servirá de guía y base para la ampliación del proyecto, ya que se facilita la caracterización y escogencia de

etiquetas para cada activo fijo según su tamaño, entorno y material, que son características esenciales en el buen funcionamiento y desempeño de las etiquetas.

1.1 Contexto, Justificación y Formulación del Problema

La universidad Icesi es una institución educativa de alta calidad ubicada en el sur de la ciudad de Cali, Colombia. Ésta cuenta con siete facultades, entre ellas, la Facultad de Ciencias Naturales, que se compone por tres programas de pregrado (Biología con concentraciones en Conservación y Biología Molecular/Biotecnología, Química con énfasis en Bioquímica, Química Farmacéutica) y tres de posgrado (Maestría en Biotecnología, Maestría en Ciencias Biotecnología, Maestría en Formulación de Productos Químicos y Derivados).

La Facultad de Ciencias Naturales (FCN) cuenta con treinta y cinco (35 laboratorios ubicados en el edificio L de la institución, de los cuales once (11) son exclusivamente para investigación (investigadores y estudiantes asociados a proyectos de investigación cuentan con los equipos para llevar a cabo sus proyectos), trece (13) son espacios de apoyo para los laboratorios de docencia e investigación (Espacios diseñados para dar soporte logístico, técnico, experimental y docente, a las diferentes necesidades que se presentan y requieren en el día a día de la Facultad de Ciencias Naturales) y once (11) son laboratorios de docencia. Éstos últimos brindan un espacio para desarrollar actividades de docencia, que, al ser multifuncionales, por su diseño y su dotación de equipos, es un espacio compartido por estudiantes de diversas carreras que ven asignaturas de la FCN y, por lo tanto, tiene flexibilidad en cuanto a disponibilidad horario y uso de los equipos que se encuentran en estos espacios.

Actualmente, los laboratorios de docencia cuentan con aproximadamente mil doscientos (1200) activos fijos que varían en características de entorno, tamaño y material y que, al pertenecer específicamente a espacios de investigación y áreas de apoyo, se le da la libertad a los estudiantes y docentes que hacen uso de estos a que dispongan de ellos sin llevar un registro de las salidas y entradas de los equipos, ni de su ubicación en tiempo real y, muchas veces, los equipos terminan en un laboratorio diferente al que pertenecen.

Esta facilidad de acceso a los equipos permite aprovechar el uso de los laboratorios por parte de estudiantes y docentes, sin embargo, pone en riesgo la seguridad de los equipos (el valor de algunos equipos puede sobrepasar los doscientos millones de pesos colombianos), siendo este el principal problema que presenta la facultad. En nueve años, se han presentado tres casos de pérdida de activos fijos, los cuales estaban valorados en un monto aproximado de veinte y siete (27) millones de pesos.

El inventario de los laboratorios se realiza dos veces al año, en las temporadas de receso de los estudiantes, y cabe resaltar que se hace por decisión de la oficina de

coordinación de los laboratorios, esta actividad tiene una duración de una semana y se necesitan trece (13) personas para llevarla a cabo, diez (10) personas por parte del equipo de la FCN y tres (3) personas por parte de contabilidad, con un promedio de 6 millones de pesos colombianos. Además, al realizarse un inventario manual existe mayor probabilidad de errores como doble codificación del activo fijo (AF), faltantes u omisión en la información recolectada. Esto también pasa cuando los instrumentos han sido movidos sin previo aviso a la coordinación por parte de estudiantes y docentes. Es los momentos donde se evidencian las ausencias de instrumental, se determinó que la trazabilidad de los equipos no se puede analizar mediante los códigos de barra con los que cuentan los activos. Por otra parte, cuando se extravía un equipo determinado ocasiona retraso en las clases asignadas en los laboratorios y además el personal pierde tiempo en la búsqueda de este, provocando así que dejen de cumplir sus tareas específicas.

En la facultad se ha venido trabajando con los códigos de barra que vienen incorporados en las etiquetas de los activos fijos, pero estos solo permitían controlar los activos fijos que no se pueden trasladar, continuando así con el problema en los instrumentos pequeños y portables. Por otra parte, con la manipulación de los equipos la etiqueta se desprendía y en otros casos no era adecuada para el tamaño del AF, siendo necesario marcarlos con un lapicero especial que, con el tiempo, la fricción causa que el código de identificación termine borrado. De esta manera, se requiere la implementación de una tecnología que permita conocer la trazabilidad y el control oportuno del inventario.

Por estas razones surge la pregunta ¿Cómo la implementación de un sistema RFID en la FCN contribuye al mejoramiento de los procesos de control de activos fijos?

Actualmente, las organizaciones están implementando diferentes tecnologías que permiten tener un registro de los activos que se tienen y, por lo tanto, tener un control de los inventarios, de manera que las actividades se agilicen y los tiempos disminuyen. Tal es el caso de la tecnología RFID (de sus siglas en inglés Radio Frequency Identification) o identificación por radiofrecuencia, que además de identificar y registrar objetos de forma cómoda y rápida, pues no es necesario el contacto físico entre la etiqueta y el lector, también permite la trazabilidad de los objetos portantes de la etiqueta, visibilizando la localización del inventario en tiempo real, además, se reducen los tiempos porque esta tecnología permite registros simultáneos de varios objetos y, al ser automatizado, se reducen los errores humanos. Por último, las etiquetas RFID son resistentes y flexibles, haciéndolas fiables en entornos que pueden ser agresivos, lo que hace al sistema RFID, en una tecnología eficiente y confiable.

Por todo lo anterior, este proyecto tiene como finalidad mejorar la labor del personal encargado de los inventarios en los laboratorios de la FCN, asimismo brindar mayor seguridad y comodidad a las partes administrativas de dichos espacios, permitiendo mayor control sobre los activos fijos, por medio de las ventajas que nos ofrece esta tecnología, evitando pérdidas y mejorando tiempos y costos.

2 Objetivos

2.1 Objetivo del Proyecto

Elaborar una propuesta para la implementación de un piloto de control de activos fijos en la Facultad de Ciencias Naturales de la universidad Icesi, utilizando la tecnología por radiofrecuencia.

2.2 Objetivos Específicos

- Recolectar datos y determinar estado actual.
- Determinar los factores para la escogencia de la etiqueta según el tipo de activo fijo.
- Diseñar una prueba piloto para la marcación de activos fijos con etiquetas RFID.

Entregables:

- Diagrama del estado actual del proceso.
- Matriz con clasificación de activos para su respectiva asignación de etiqueta RFID.
- Documentación con pruebas a realizar al sistema a implementar.

3 Marco de Referencia

3.1 Antecedentes o Estudios Previos

En primer lugar, Chang Falconí & Lozano Solis, (2013), diseñó e implementó un sistema de control para la gestión bibliotecaria y prevención de fugas no deseadas de los documentos de tesis en la UPS-G, utilizando tecnología RFID; de tal forma que se pueda llevar un inventario permanente de todos los eventos y se minimicen las pérdidas de esos textos mediante un sistema de alarma.

Este análisis dio como resultado que trabajar con sistemas RFID es algo relativamente sencillo y sumamente práctico, ahí es donde radica su fortaleza. Quizás la fiabilidad de las lecturas sea uno de sus puntos débiles, pero este es un asunto manejable porque para cada caso hay una solución, como sucedió durante el proyecto implementado por Falconí y Solis.

Cabe resaltar que este proyecto se relaciona con el trabajo de grado en curso, debido a que permite tener un conocimiento más amplio acerca de cómo funciona la tecnología RFID en el control de inventarios de activos fijos, de la misma manera permite conocer la opinión de diversos autores en cada proyecto encontrado como base acerca de esta problemática.

Así mismo, el texto de Ramos Claro, Hernández Castilla, & García Colmenares, (2019), desarrolló e implementó un aplicativo web utilizando la metodología Scrum y el framework de código abierto Laravel para el seguimiento y control de inventario de activos fijos mejorando el control de inventario de la Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Arauca.

Dicho texto tiene como conclusión que el desarrollo del total de los objetivos establecidos para el diseño e implementación del Sistema de Control y Trazabilidad de Activos Fijos se logró a cabalidad, lo cual permitió mejorar los procesos administrativos de control optando por el uso adecuado de las TIC.

Es importante mencionar que este trabajo de grado se relaciona con el proyecto en curso debido a que permite tener mayor claridad acerca del manejo de AF, brindando una comprensión acerca de las ventajas del control de inventarios, como lo son la velocidad y la precisión que da esta tecnología.

Por último, se encuentra el texto de González Cruz & Ramírez Holguín, (2016), en el cual se realizó un análisis y diseño para disminuir la pérdida de mercadería con tecnología RFID, llevando el control de estos desde el origen al destino.

Entre los principales hallazgos de este proyecto se encuentra que el utilizar tecnología RFID es el más conveniente, debido a que ayuda a llevar un control de manera automática sin tener que estar presente un operador. Así mismo, mediante este sistema que se planteó se brinda la posibilidad de llevar un registro de la mercadería de una forma organizada y segura almacenando esta información en una base de datos de un servidor, lo cual sirve para llevar un inventario de la mercadería existente, siendo esto una forma automatizada y así evitar de llevar documentos físicos para este tipo de cosas y hacerlo en digital.

Finalmente, este trabajo se relaciona con el proyecto en curso debido a que permite entender cómo el sistema RFID da información en cuanto a trazabilidad del equipo, teniendo así mayor seguridad sobre el inventario y dependiendo el tipo de etiquetas y la capacidad del sistema conocer su estado en tiempo real.

3.2 Marco Teórico

Los activos fijos de una organización son esenciales para llevar a cabo todas las tareas administrativas y procesos productivos que se realizan dentro de ella, así como brindar de forma eficiente los servicios que se presta a los clientes, de ahí la importancia de tener una buena gestión de inventarios, controlando las salidas y entradas de los bienes y teniendo un seguimiento de estos para aprovechar al máximo la vida útil de los equipos y herramientas de la institución.

Según la empresa IBM (International Business Machines Corporation) “La gestión de activos fijos es el proceso de seguimiento y mantenimiento de los activos físicos y equipos de una organización. Al administrar los activos fijos, las organizaciones se aseguran de que cada una se contabilice y funcione correctamente. Pueden minimizar la pérdida de inventario, las fallas de equipos y el tiempo de inactividad, y mejorar el valor de vida de un activo.” (Ibm.com, 2019). Así, es importante entender que una buena gestión de activos no solo permite crear una base de datos para verificar la existencia y su ubicación, sino para llevar un registro contable del inventario, disminuyendo errores humanos a la hora de digitalizar la información y evitando la pérdida de los equipos tangibles.

En general, las industrias han optado hoy en día por implementar tecnologías de identificación y seguimiento de activos que facilitan el registro de información y que son enviados a una base datos por medio de softwares que integran la información de todo el ciclo de vida del activo a través de la cadena de abastecimiento (ERP). Tecnologías como QR, Código de barras, RFID son algunas de las herramientas más conocidas y utilizadas entre las diferentes industrias para la identificación y acceso a la información del producto a activo.

Un buen ejemplo es el uso del QR, que gracias al aumento masificado de Smartphone comprados alrededor del mundo, se ha vuelto bastante popular a la hora de acceder a la información de varios productos, desde información alimentaria de productos de supermercado hasta el acceso inmediato a la página web de algún evento. “Podemos escanear un código QR y almacenarlo en nuestro dispositivo móvil para utilizar la información que contiene en otro momento (por ejemplo, acceder a la URL desde el ordenador en casa o utilizar la información de una tarjeta de visita como contacto). Esta utilidad puede servir para cadenas de producción o distribución, ayudando a la trazabilidad del producto a lo largo de esta cadena.” (GARCÍA y OKAZAKI, 2019).

Por otro lado, se encuentra el código de barras, una de las tecnologías más populares en las empresas para el control de los inventarios gracias a que es una herramienta bastante práctica gracias a su fácil implementación y sus diferentes aplicaciones a través de la cadena de suministro. En la industria tiene múltiples aplicaciones, por lo que se convierte en una de las herramientas más versátiles. “En el proceso de aprovisionamiento y compras, puede ser utilizado para la identificación y seguimiento de órdenes, documentos de proveedores e identificación de los productos en los catálogos de compra” (Muller, 2003) por otro lado, en procesamiento de pedidos “se utiliza para la recopilación electrónica de información de los productos, lo cual puede acelerar y mejorar la precisión en las operaciones” (Ballou,2004).

Las Tecnologías de Localización en Tiempo Real (RTLS) son herramientas que permiten el seguimiento y rastreo de objetos en tiempo real, generalmente, en un área delimitada por medio de radiofrecuencia. Las herramientas que trabajan con RTLS son bastante conocidas en las industrias. Algunas herramientas que trabajan con esta tecnología son infrarrojos, ultrasonidos, Wi-Fi, UWB (Ultra Wide Band), BLE (Bluetooth) y RFID. Todas estas tecnologías funcionan por medio de etiquetas y un punto fijo de referencia (antena), que por medio de múltiples receptores es capaz de estimar la localización de la etiqueta.

RFID por su parte se ha convertido también, bastante popular en las organizaciones, ya que ésta, a diferencia del código de barras, no necesita de visualización directa por parte del lector con la etiqueta, haciendo de las actividades de inventario un proceso más sencillo y rápido para el personal. “En la gestión de almacenes el RFID contribuye a la mejora de la trazabilidad, actualización de inventarios en tiempo real, automatización de actividades y registro de información de los productos” (Brewer et al., 2001). RFID es una tecnología que usa ondas de radio para identificar productos de forma automática, involucrando etiquetas que emiten señales de radio a unos dispositivos llamados lectores, encargados de recoger las señales. Por su parte, Brewer (2001) lo define como una tecnología que permite administrar, identificar y realizar trazabilidad a productos y objetos a través del uso de etiquetas. Este puede ser utilizado para identificar y seguir una variedad de objetos por medio

de aplicaciones estáticas o dinámicas, tales como el control de activos y la trazabilidad logística, respectivamente (Er, Lian y Lian, 2008).

Es por esto por lo que RFID se convirtió en la mejor opción a la hora de implementar un sistema de control de activos en los laboratorios de la universidad Icesi, ya que además agilizar el proceso de inventario, es una tecnología que brinda trazabilidad, permitiendo el seguimiento de los activos en tiempo real, reduciendo y previniendo la pérdida de los costosos equipos que se encuentran en los laboratorios.

3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto

Con el desarrollo de este proyecto se espera tener una mayor comprensión acerca de la funcionalidad de la tecnología RFID en el manejo de control de inventarios de activos fijos, así como sus respectivas ventajas en cuanto a trazabilidad de los equipos, rapidez y facilidad en el proceso de inventario.

Además, teniendo en cuenta los antecedentes y el marco teórico se realizó una propuesta para la implementación de un piloto, la cual consistirá en implementar el sistema RFID en un porcentaje significativo del total de los activos fijos existentes en los laboratorios de la FCN y teniendo en cuenta los resultados del mismo, se decidirá la implementación en los aproximadamente 1200 activos de la facultad, además se tendrá en cuenta para las necesidades similares que presenten las otras facultades de la universidad Icesi, otorgando la posibilidad de aplicar este sistema en otros tipos de AF, partiendo del estudio y análisis realizado sobre las etiquetas que responden a determinadas características.

Cabe resaltar que, de no llevarse a cabo este proyecto, seguirá existiendo una alta incertidumbre acerca de la ubicación de los activos fijos y una alta probabilidad de pérdida de estos instrumentos, dando como resultado un aumento en los gastos de la FCN al tener que adquirir nuevos equipos para lograr cumplir a cabalidad con todas sus funciones y brindar así un buen servicio que permita una adecuada formación para el futuro profesional.

4 Metodología

Objetivo 1: Recolectar datos y determinar estado actual.	
Conocer la forma en la que se lleva a cabo el préstamo de los activos actualmente.	Entrevista con encargado. Revisión de documentos y registros en la fuente.
Identificar los procesos actuales para el control de activos.	Observación del proceso de inventario. Diagrama del proceso de inventario.

Objetivo 2: Determinar los factores para la escogencia de la etiqueta según el tipo de activo fijo.	
Clasificar los activos en grupos de interés	Hacer análisis cualitativo que permita dividir los activos en grupos a los cuales se asignará la etiqueta correspondiente. Utilización el principio de Pareto para clasificar los activos según su valor.
Conocer todos los tipos de etiquetas, sus ventajas, desventajas y aplicaciones.	Uso de las TIC y recursos On-line para la recolección de información.

Objetivo 3: Diseñar una prueba piloto para la marcación de activos fijos con etiquetas RFID	
Investigar y contactar proveedores de la tecnología en Colombia con su debida instalación para la prueba piloto.	Uso de recursos Online (páginas web, sitios web de proveedores) y fuentes de información (profesores de la universidad)
Escoger muestra representativa de los activos para el piloto	Uso de herramientas de muestreo probabilístico.

5 Resultados

Para el desarrollo del proyecto se encontró que el sistema actual que se maneja para el proceso de inventario en la FCN es obsoleto ya que toma mucho tiempo y genera muchos errores, por lo que se busca dar una propuesta para un piloto de sistema de gestión de inventarios con tecnología RFID, para esto fue necesario conocer a fondo el proceso de inventario que se maneja actualmente en la FCN, y conocer los equipos y sus características para posteriormente ser clasificadas en grupos con características similares. Por otro lado, fue necesario investigar sobre las etiquetas a usar en el piloto propuesto para establecer aquellas que se adaptan a las necesidades de los equipos, además de escoger una muestra que represente gran parte de las características de los AF por medio de herramientas de muestreo probabilístico y por último, ampliar y documentar esta información, de tal forma que pueda ser utilizada para una futura implementación del piloto o para proyectos con un alcance mayor que abarquen mayor número de AF. Todo lo anterior se detalla de forma más amplia a continuación.

5.1 Determinación del estado actual

Para el desarrollo del primer objetivo del proyecto se llevó a cabo el inventario semestral en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Naturales de la universidad Icesi en la primera semana del mes de julio del año 2019. Actualmente, el inventario consiste en la búsqueda de 1539 equipos que están repartidos entre los diferentes salones y laboratorios del edificio L, así como otros espacios ubicados fuera de las instalaciones de la universidad. La búsqueda de los equipos lo hace el personal de la Facultad de Ciencias Naturales, contando con 11 encargados que se dividen en subgrupos para registrar de forma manual el activo fijo en un archivo de Excel, siendo este último un reporte brindado por el área financiero de la universidad.

El proceso de inventario empieza con el listado por parte de contabilidad que muestra todos los activos fijos de la FCN. Este es actualizado con la información brindada por el supervisor de mantenimiento, quien se encarga de reportar los activos dados de baja, que van a la bodega cuando los equipos ya no funcionan. Ya con esto, se cuadra una reunión para organizar el cronograma de distribución de personal en grupos, la asignación de los espacios que se van a recorrer para encontrar los activos y los horarios para desarrollar la tarea (cronograma de recorrido) que se pueden visualizar en la *Tabla 1*.

PISO	DOCENCIA	INVESTIGACIÓN	ÁREAS DE APOYO	PRIMER INVENTARIO	SEGUNDO INVENTARIO
1° PISO	101	105	PREPARACIÓN DE MEDIOS	GRUPO 1	GRUPO 4
	102	106	CUARTO DE NEVERAS		
	104	107	CUARTO DE BIOREACTOR		
			103		
2° PISO	201	208	LIQ SEGUNDO	GRUPO 2	GRUPO 1
	202	209	CUARTO OSCURO		
	203	210	CUARTO DE MICROSCOPIA		
	204				
	206				
3° Y 4° PISO	304	309	HERBARIO	GRUPO 3	GRUPO 2
	305	310	COLECCIÓN ZOOLOGÍA		
	406	311	LIQ TERCERO		

5° PISO	505	CASA DE MALLA	GRUPO 4	GRUPO 3
	506	BIOTERIO		
	507			
	508			

Tabla 1 Asignación de espacios. Fuente: Autores propios

Posteriormente, los grupos se despliegan por las diferentes áreas asignadas y comienzan la búsqueda de activos. Para esto, los integrantes de cada grupo se dividen para buscar los equipos en un salón, mientras otro digita la información. Cada activo fijo cuenta con un código de barras y un código numérico, este número se busca en la lista y se le asigna el número o nombre del salón donde es encontrado. El inventario se realiza dos veces por diferentes grupos para corroborar la información y descartar omisiones o equivocaciones. Con esta información, se hace un consolidado de los hallazgos de cada grupo y se verifica que efectivamente se encuentren todos los activos. Por último, del consolidado se generan los informes de Existentes, Extraviados, Datos de Baja y en Mantenimiento que son reportados a la FCN y el departamento administrativo de la universidad.

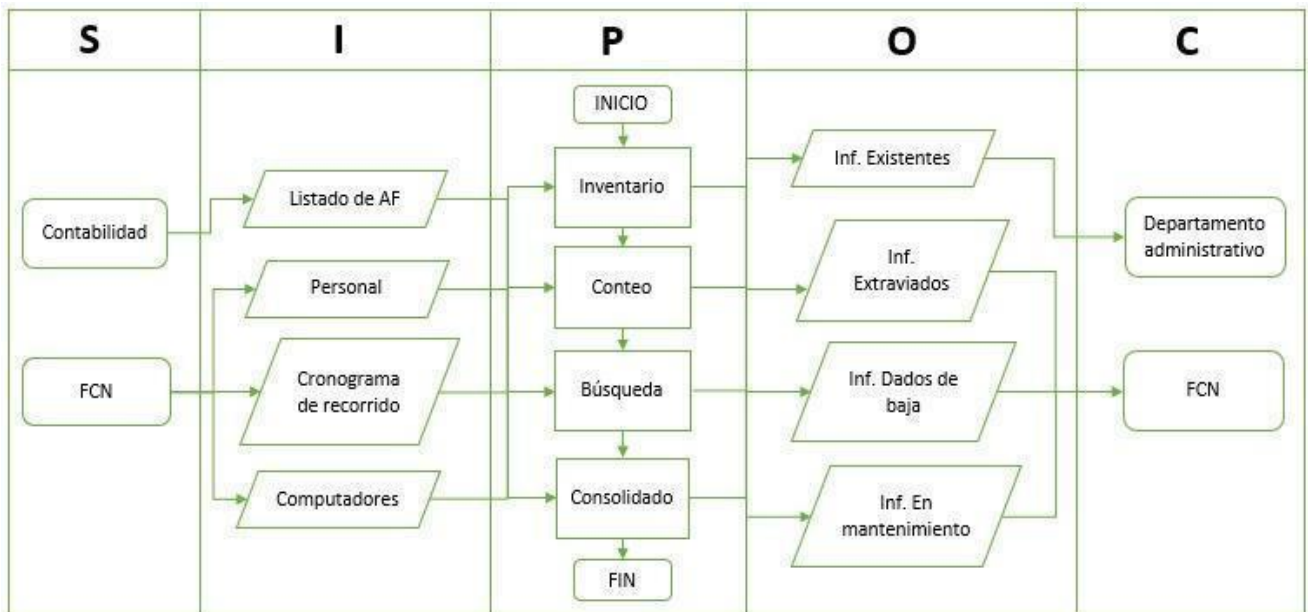


Ilustración 1. Caracterización del proceso de inventario. Fuente: Autores propios

Para caracterizar el proceso de inventario se realizó un diagrama de flujo de alto nivel SIPOC (supplier, inputs, process, outputs, customer) donde se evidencian los elementos claves de cada parte involucrada en el proceso (*Figura 1*). Este diagrama permite visualizar e identificar las partes implicadas en todo el proceso, así como también se identifican los recursos necesarios para llevar a cabo la actividad y quiénes son los clientes de cada salida.

Para el desarrollo del proyecto fue necesario actuar como consultores del primer inventario de 2019, donde, en compañía del personal encargado, se evidenciaron varias falencias en el proceso de inventario como son que redundan en largos tiempos de inventario e incremento de costos de la actividad por reprocesos en búsqueda. Estas falencias son listadas a continuación.

- Los activos fijos cuentan con un código de barras y un código numérico que permite identificarlos y hallarlos en el listado, sin embargo, el código de barras se convierte en una herramienta obsoleta ya que no se cuenta con un equipo para leer el código, e incluso contando con el equipo, la tarea se vuelve ineficiente por la proximidad con la que se debe acercarse para poder registrar el AF. Es por esto por lo que se decidió que un sistema de RFID permitiría mejorar la gestión del inventario, por su eficiencia y rapidez a la hora de registrar automáticamente los AF, sin necesidad de contacto directo con ellos.
- El código de barras y código numérico con el que se identifican los activos se encuentran en un adhesivo que permite visualizarlos fácilmente, pero estos tienden a borrarse con el tiempo, dado que la mayoría de los equipos están expuestos a diferentes ambientes y contacto constante por parte de estudiantes, profesores e investigadores, lo que dificulta la identificación del equipo y, por lo tanto, su registro en el inventario.
- Los equipos de gran tamaño son fáciles de encontrar, pero equipos más pequeños que pueden ser trasladados entre salones y demás áreas dificultan y demoran la tarea del inventario, dado que estos deben ser buscados en todos los compartimientos de laboratorios y salones.
- Al ser realizado manualmente, el inventario se realiza dos veces por diferentes grupos para tener un informe más confiable. Esto alarga los tiempos del inventario.
- Los activos que ya no funcionan deben ser registrados y reportados por uno de los encargados para que estos no se tengan en cuenta en el inventario. Sin embargo, se evidenció que 108 de los activos dados de baja no habían sido registrados, por lo que se desperdició tiempo buscando equipos que estaban en desuso en una bodega.
- Inicialmente, el inventario se había programado para encontrar los 1539 AF en tres jornadas de ocho horas, sin embargo, al presentarse 803 AF faltantes

el tiempo de búsqueda se extendió. A lo largo de tres meses, el personal pudo encontrar los activos faltantes.

5.2 Determinación de los factores para la escogencia de la etiqueta según el tipo de activo fijo.

Teniendo en cuenta que los activos fijos poseen características que permiten agruparlos, se determinaron tres categorías que permiten clasificar cualquier tipo de activo fijo para posteriormente asignar la respectiva etiqueta RFID. En la Tabla 2 se observan las categorías de clasificación detalladas.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ABREVIATURA
MATERIAL	METAL	M
	PLÁSTICO	PL
	OTRA SUPERFICIES	O
ENTORNO	CONDICIONES CONTROLADAS	CC
	LÍQUIDOS	L
	TEMPERATURA ALTA	TA
TAMAÑO	PEQUEÑO	P
	GRANDE	G

Tabla 2. Categorías de clasificación. Fuente: Autores propios

1° Categoría “Material”: esta categoría obedece al tipo de material con el que está construido el activo fijo, se agruparon en las siguientes 3 subdivisiones METAL, PLÁSTICO Y OTRAS SUPERFICIES ya que fueron las más comunes.

2° Categoría “ENTORNO”: esta categoría se refiere a las condiciones de operación a las que está expuesto el activo fijo, aquí encontramos:

- Condiciones controladas o normales de operación, lo que quiere decir que el equipo se encuentra a temperatura ambiente sin cambios significativos.
- Temperatura alta, son equipos donde por su operación se requiere un aumento de temperatura en su superficie que puede afectar la etiqueta
- Líquidos, esta condición se refiere a equipos que por su operación están en ambientes húmedos o que pueden estar en contacto con diferentes líquidos.

3° Categoría “TAMAÑO”: Esta categoría se dividió en dos:

- Activos pequeños, es decir que pueden ser transportados de un lado a otro sin ayuda mecánica y que por su tamaño y peso son fáciles de manipular
- Activos grandes, son aquellos que debido a su tamaño y peso requieren una posición fija ya que su transporte se dificulta.

A continuación, se presenta la Tabla 3 donde se realizó una combinación de las categorías, dando como resultado dieciocho posibles clases para la clasificación de todos los AF que se encuentran en la FCN.

CLASE	MATERIAL	ENTORNO	TAMAÑO
A	M	CC	P
B	M	CC	G
C	M	L	P
D	M	L	G
E	M	TA	P
F	M	TA	G
G	PL	CC	P
H	PL	CC	G
I	PL	L	P

CLASE	MATERIAL	ENTORNO	TAMAÑO
J	PL	L	G
K	PL	TA	P
L	PL	TA	G
M	O	CC	P
N	O	CC	G
O	O	L	P
P	O	L	G
Q	O	TA	P
R	O	TA	G

Tabla 3. Combinaciones de categorías. Fuente: Autores propios

Se realizó la investigación correspondiente a las etiquetas que actualmente se encuentran en el mercado, aproximadamente 300, de los cuales se dejaron las siguientes 18 etiquetas que cumplen con los requerimientos establecidos anteriormente para cada clase. Así mismo, se construyó una ficha técnica (Tabla 4) correspondiente a las etiquetas seleccionados.

#	ETIQUETAS	MEDIDAS	METODO DE FIJACION	AMBIENTE	RANGO DE LECTURA	TIPO DE MATERIAL	FLEXIBLE
1	<u>UNIVERSAL MICRO RFID ASSET TAG</u>	4.7 x 1.5 cm	Adhesivo permanent e sensible a la presión	Leve y moderado. Resiste solventes moderados y cáusticos / ácidos.	2.7 m en metal 1.5 m en plástico y vidrio	Metal, plástico y vidrio	SI
2	<u>UNIVERSAL RFID HARD TAGS</u>	10.4 x 4.4 cm	Sujetadore s mecánicos y/o adhesivo	Moderado y extremo. Resiste el impacto extremo y la exposición a los	3.048 m	Metal, plástico, cartón, madera	NO

#	ETIQUETAS	MEDIDAS	METODO DE FIJACION	AMBIENTE	RANGO DE LECTURA	TIPO DE MATERIAL	FLEXIBLE
			permanent e sensible a la presión	rayos UV. Cáusticos / ácidos moderados.			
3	<u>E UNIVERSAL RFID ASSET TAG</u>	7.9 x 3.5 cm	Adhesivo permanent e sensible a la presión	Leve y moderado. Resiste solventes moderados y cáusticos / ácidos.	8.4 m	Metal, plástico, cartón, madera, vidrio	NO
4	<u>ONSITE PRINTABLE UNIVERSAL MINI RFID TAG</u>	7 x 2 cm	Adhesivo permanent e sensible a la presión	Leve a moderado	4.2 m	Metal, plástico, cartón, madera, vidrio	SI
5	<u>UNIVERSAL MINI RFID ASSET TAG</u>	7 x 2 cm	Adhesivo permanent e sensible a la presión	Leve a moderado	4.2 m	Metal, plástico, cartón, madera, vidrio	SI
6	<u>UNIVERSAL MC RFID TAG</u>	5 x 2.5 cm	Adhesivo permanent e sensible a la presión	Leve a moderado	4.5 m en metal 2.1 m en plástico	Metal, plástico, cartón, madera, vidrio	SI
#	ETIQUETAS	MEDIDAS	METODO DE FIJACION	AMBIENTE	RANGO DE LECTURA	TIPO DE MATERIAL	FLEXIBLE
7	<u>EUROPEAN UNIVERSAL MINI RFID ASSET TAG</u>	7.6 x 1.9 cm	Adhesivo permanent e sensible a la presión	Leve y moderado. Resiste solventes moderados y cáusticos / ácidos.	3 m	Metal, plástico, cartón, madera, vidrio	SI
8	<u>FLEX 600</u>	5.5 x 2 cm	Adhesivo permanent e sensible a	Temperaturas -40° a 85° C	3 m	Metales y no metales	SI

#	ETIQUETAS	MEDIDAS	METODO DE FIJACION	AMBIENTE	RANGO DE LECTURA	TIPO DE MATERIAL	FLEXIBLE
			la presión				
9	<u>FLEX 1200</u>	7.5 x 2.5 cm	Adhesivo permanente e sensible a la presión	Temperaturas -40° a 85° C	12 m	Metal (más eficiente) y no metales	NO
10	<u>IQ 150</u>	5.5 x 1.25 cm	Adhesivo permanente e sensible a la presión	Temperaturas -40° a 85° C	1 m	Todos los materiales	SI
11	<u>IQ 350</u>	5 x 1.25 cm	Adhesivo permanente e sensible a la presión	Temperaturas -40° a 85° C	2 m	Todos los materiales	SI
12	<u>IQ 400P</u>	4.6 x 1.2 cm	Adhesivo permanente e sensible a la presión	Temperaturas -40° a 85° C	2.5 m	Plásticos y no metales	SI
13	<u>IQ 400P HT</u>	5 x 3 cm	Agujeros para inserción mecánica	Temperaturas -40° a 230° C	2 m	Plásticos y no metales	NO
14	<u>IQ 600</u>	9.6 x 2.4 cm	Adhesivo permanente e sensible a la presión	Temperaturas -40° a 85° C	3 m	Todos los materiales	SI
#	ETIQUETAS	MEDIDAS	METODO DE FIJACION	AMBIENTE	RANGO DE LECTURA	TIPO DE MATERIAL	FLEXIBLE
15	<u>IQ 800P</u>	9.5 x 2.1 cm	Adhesivo permanente e sensible a	Temperaturas -40° a 85° C	5 m	Plásticos y no metales	SI

#	ETIQUETAS	MEDIDAS	METODO DE FIJACION	AMBIENTE	RANGO DE LECTURA	TIPO DE MATERIAL	FLEXIBLE
			la presión				
16	<u>IQ 800P HT</u>	8.5 x 5.5 cm	Agujeros para inserción mecánica	Temperaturas -40° a 230° C	5 m	Plásticos y no metales	NO
17	<u>PLATINUM METAL SKIN</u>	5.8 x 1.9 cm	Adhesivo permanente y sensible a la presión	Temperaturas -40° a 85° C	4 m	Metales	SI
18	<u>RFID UHF FLEXIBLE AND PRINTABLE ON METAL LABEL</u>	6 x 2.7 cm	Adhesivo permanente y sensible a la presión	Temperaturas -40° a 100° C	4 m en metal 2 m en no metal	Metales y no metales	SI

Tabla 4. Ficha técnica de etiquetas. Fuente: Autores propios

Para continuar, mediante el análisis de la información recolectada se procedió a asignar diferentes etiquetas que cubren los requerimientos según la clase a la que pertenecen (Tabla 5).

CLASE	MATERIAL	ENTORNO	TAMAÑO	# DE ETIQUETA ASOCIADO
A	M	CC	P	1-6-8-10-11-17-18
B	M	CC	G	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-14-17-18
C	M	L	P	1-6-8-10-11-17-18
D	M	L	G	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-14-17-18
E	M	TA	P	8-10-11-17-18
F	M	TA	G	8-9-10-11-14-17-18
G	PL	CC	P	1-6-8-10-11-12-13-18

CLASE	MATERIAL	ENTORNO	TAMAÑO	# DE ETIQUETA ASOCIADO
H	PL	CC	G	TODOS - 17
I	PL	L	P	1-6-8-10-11-12-13-18
J	PL	L	G	TODOS - 17
K	PL	TA	P	8-10-11-12-13-18
L	PL	TA	G	8-9-10-11-12-13-14-15-16-18
M	O	CC	P	1-6-8-10-11-12-13-18
CLASE	MATERIAL	ENTORNO	TAMAÑO	# DE ETIQUETA ASOCIADO
N	O	CC	G	TODOS - 17
O	O	L	P	1-6-8-10-11-12-13-18
P	O	L	G	TODOS - 17
Q	O	TA	P	8-10-11-12-13-18
R	O	TA	G	8-9-10-11-12-13-14-15-16-18

Tabla 5. Asignación de etiquetas. Fuente: Autores propios

A partir de la tabla anterior se puede concluir que en la investigación de las etiquetas que cumplen con los requerimientos necesarios existen cuatro etiquetas que sirven para las 18 clases establecidas de características. De esta manera se establece que al tener estas referencias se facilita el proceso al momento de realizar la compra y en la debida utilización de la etiqueta, ya que se estaría manejando una misma referencia para todos los activos fijos. A continuación, se presentan las cuatro etiquetas que se adaptan a las diferentes necesidades que presentan los AF.

8	<u>FLEX 600</u>
10	<u>IQ 150</u>
11	<u>IQ 350</u>
18	<u>RFID UHF FLEXIBLE AND PRINTABLE ON METAL LABEL</u>

Tabla 6. Referencias que cumplen para todas las clases. Fuentes: Autores propios

Estas cuatro opciones de etiqueta desarrollan muy bien sus funciones en todos los equipos de la FCN gracias a su compatibilidad con todos los materiales y las extremas temperaturas que soportan. Sus diferencias radican especialmente en el rango de lectura, siendo la IQ150 la de menor rango con 1.6 metros y la UHF la de mayor rango con hasta 8 metros de alcance. La Flex600 y la IQ350 alcanzan hasta 3 y 3.5 metros, respectivamente.

5.3. Diseño de experimentos para la implementación de RFID

Antes de implementar un sistema RFID es necesario hacer experimentos para garantizar el rendimiento del sistema, esto es que los dispositivos funcionen correctamente y tenga un rango de lectura del 100% independientemente del entorno en el que se encuentren.

Para el diseño de experimentos se deben tener en cuenta diferentes escenarios para poner a prueba el rango de lectura de las etiquetas. En nuestro caso, los equipos están expuestos a factores que se presentaron anteriormente y que determinaron la escogencia de la etiqueta, como lo son Líquidos, Temperaturas Altas y Condiciones normales. Por otro lado, el material al que se adhiere la etiqueta puede afectar también la lectura de este, como lo es un equipo de metal que puede llegar a reducir el rango de lectura, por lo que la escogencia de la etiqueta tiene un grado de importancia muy alto a la hora buscar el éxito en la implementación de RFID.

Fue necesario determinar el tamaño de la muestra con la que se debe trabajar cuando se implemente un piloto en un futuro. Se calculó a partir de la fórmula del Muestreo aleatorio simple (*Ecuación 1*), determinando como variable cualitativa de tipo binomial la adhesión de la etiqueta.

$$n = \frac{Z_{\alpha} \times \pi \times (1 - \pi)}{d^2}$$

Ecuación 1. Fórmula de Muestreo Aleatorio Simple. Fuente: Estadística aplicada

A partir de lo anterior, se determinó trabajar con un nivel de confianza del 96,2% obteniendo un tamaño de muestra igual a 301 activos fijos, que es el 19.56% de los AF totales como se muestra en la Tabla 2.

	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,962	0,97	0,98	0,99	$Z_{\alpha/2}$
Margen de error	1,65	1,7	1,76	1,82	1,89	1,96	2,08	2,18	2,33	2,58	
0,01	6807	7225	7744	8281	8931	9604	10816	11881	13573	16641	
0,02	1702	1807	1936	2071	2233	2401	2704	2971	3394	4161	
0,03	757	803	861	921	993	1068	1202	1321	1509	1849	
0,04	426	452	484	518	559	601	676	743	849	1041	
0,05	273	289	310	332	358	385	433	476	543	666	
0,06	190	201	216	231	249	267	301	331	378	463	
0,07	139	148	159	169	183	196	221	243	277	340	
0,08	107	113	121	130	140	151	169	186	213	261	
0,09	85	90	96	103	111	119	134	147	168	206	
0,1	69	73	78	83	90	97	109	119	136	167	

Tabla 7. Tabla de sensibilidad de tamaño de muestra para población homogénea con muestreo aleatorio simple.
Fuente: Autores propios

Teniendo en cuenta lo anterior y el tamaño de muestra se procedió a realizar la matriz de clasificación (Tabla 8) donde se determinaron subgrupos de AF que comparten las mismas características para posteriormente escoger la etiqueta (Tabla 4) que se adecuará a cada necesidad y la cantidad necesaria de cada tipo. Adicional a esto, en la columna categoría se encuentra el índice relacionado a la clase que se obtuvo en la Tabla 3.

CLASE	CANTIDAD	MATERIAL	ENTORNO	TAMAÑO
A	4	M	CC	P

B	39	M	CC	G
D	65	M	L	G
F	23	M	TA	G
G	11	PL	CC	P
H	49	PL	CC	G
I	64	PL	L	P
J	44	PL	L	G
L	2	PL	TA	G

Tabla 8. Matriz de clasificación de AF para el piloto. Fuente: Autores propios

Para el experimento se contará con las etiquetas seleccionadas, la cantidad de activos fijos pertenecientes a cada clase referenciada en la tabla 8 y un lector de mano que permitirán poner a prueba los etiquetas en diferentes ambientes y materiales. Con esto, se debe seleccionar un día para separar los equipos que se escogieron con anterioridad y adherir su respectiva etiqueta, de acuerdo con sus características. Posteriormente, se debe realizar una capacitación a los encargados para aprender a utilizar la herramienta y ser puesta en marcha.

Para establecer el éxito del proyecto se deben esconder un grupo de AF correctamente marcados y asignados con su respectiva etiqueta y se le pedirá a una persona que ingrese a las instalaciones con el lector de mano a buscarlos. A partir de este experimento se deberá establecer los tiempos y comparar con los tiempos iniciales y el número de personas necesarias para cumplir esta misma tarea.

6 Conclusiones

Para la recolección de datos y determinación del estado actual del inventario de la FCN fue necesario conocer el cómo se realiza el préstamo de los equipos e identificar los procesos actuales para el control de activos, para lo cual fue necesario

observar y diagramar el proceso de inventario, además de trabajar en conjunto con el personal encargado del inventario, quienes brindaron información relevante sobre los activos fijos. De esto se concluye que:

- Para la implementación de una nueva tecnología como lo es RFID es necesario conocer a detalle el procedimiento que se lleva regularmente en la organización para la gestión de los inventarios, puesto que es así cómo se visualizan los problemas, permitiendo un completo entendimiento de las falencias y necesidades del equipo.
- Es necesario conocer los equipos para asignar correctamente la etiqueta a cada equipo, de lo contrario, la etiqueta no va a funcionar eficientemente, perdiendo cualidades como su rango de alcance o deteriorarlo por no ser resistente al entorno en el que se encuentra.
- Un sistema RFID es una tecnología con gran potencial para la gestión de inventarios en los laboratorios de la FCN en la universidad Icesi, pues este reduce los tiempos del inventario y no es necesario hacer contacto directo con el equipo ni digitación manual, por lo que el uso de personal también se vería reducido.

Para determinar los factores para la escogencia de la etiqueta según el tipo de activo fijo fue necesario clasificar los activos en grupos según sus características que fueron determinadas a partir de análisis cualitativo en el cual a cada grupo se le asignó una etiqueta que se ajustara a sus características, además fue necesario conocer los diferentes tipos de etiquetas que ofrece el mercado para decidir cuál se ajusta mejor a cada tipo de activo, esto por medio de utilización de bases de datos y páginas oficiales de proveedores donde se especifica su ficha técnica e información relevante acerca de las etiquetas. De esto se concluye que:

- A la hora de caracterizar los equipos para la asignación de la etiqueta se debe basar especialmente en las características mencionadas en el proyecto (Entorno, tamaño y material), ya que son estas características las que permiten saber realmente si la etiqueta es adecuada al equipo en cuestión. Por un lado, el entorno y el material del equipo van a influir directamente en el buen desempeño de las etiquetas, mientras que el tamaño define si la etiqueta se va a poder ajustar a las proporciones del equipo.
- Las etiquetas FLEX 600 (N°8), IQ 150 (N°10), IQ 350 (N°11) y RFID UHF FLEXIBLE AND PRINTABLE ON METAL LABEL (N°18) son los que mejor se adaptan a las características de la mayoría de los equipos propuestos en el proyecto. Esto es gracias a que estas etiquetas son resistentes en temperaturas altas, son flexibles, funcionan en cualquier material y su tamaño se adapta fácilmente en los equipos más pequeños que se encuentran en los laboratorios.
- Las etiquetas pasivas son un gran aliado en los inventarios para la eficiente realización de estos, sin embargo, a diferencia de las etiquetas activas, estos no dan una ubicación en tiempo real, lo cual no era necesario para el propósito del proyecto pero que debe ser tenido en cuenta en caso de ser

equipos que deben ser rastreados y se requiere de información en tiempo real.

Por último, para el diseño de la prueba piloto para la marcación de activos fijos con etiquetas RFID fue necesario establecer contacto con un proveedor quien brindó información y asesoramiento para determinar correctamente la asignación del tag y el presupuesto de la implementación de un sistema de RFID a pequeña escala, pues la prueba piloto se debe realizar con una muestra representativa del total de activos fijos del FCN, que se escogió usando herramientas de muestreo probabilístico (fórmula del muestreo aleatorio simple). Con esto se puede concluir que:

- La muestra escogida debe representar la mayoría de las necesidades que tienen los equipos, pues las características de cada uno varían y si no se tienen en cuenta, la etiqueta escogida puede no funcionar o disminuir la eficiencia de esta.
- Es necesario hacer experimentos donde se comparen los dos métodos (manual y RFID) para medir y comparar los tiempos que demoran en encontrar un AF y así, determinar el éxito del proyecto escogiendo el de menor duración.

7 Recomendaciones

- A la hora de asignar una etiqueta a un equipo se debe tener en cuenta las dimensiones de la etiqueta, ya que los etiquetas son fabricados en diferentes tamaños que pueden o no adaptarse al equipo.
- Se recomienda elegir etiquetas adhesivas pues los etiquetas que se incrustan requieren que el equipo sea intervenido de forma que se necesitan herramientas especiales para que la etiqueta se quede permanentemente en el equipo, corriendo riesgos de causar daños al activo.
- El proyecto podría ampliar el alcance y ser implementado en otras facultades y demás espacios que requieren de un inventario exhaustivo y de largo tiempo como lo son otros equipos de la facultad de ingeniería o el inventario de la biblioteca, para optimizar tiempos y costos.
- Dado que hay cuatro opciones que se ajustan a las características de todos los AF, se recomienda comparar los precios de cada etiqueta, dado que las características son similares y se debe revisar el presupuesto que se va a invertir en el proyecto.
- Para futuras implementaciones, se deben tener en cuenta los tiempos de lead time del proveedor, ya que los equipos poseen tiempos de entrega variados dependiendo el proveedor al cual se realice la adquisición.

BIBLIOGRAFÍA

Educaconta.com. (2019). CONTROL DE LOS ACTIVOS FIJOS. ~ Educaconta. Available at: <http://www.educaconta.com/2012/11/control-de-los-activos-fijos.html> [Accessed 18 May 2019].

ANDRÉS GARCÍA, J., & OKAZAKI, S. (2012). El uso de los códigos QR en España. Departamento de Financiación e Investigación Comercial.

Ballou, R. (2004). Ballou (4th ed.). New York: Prentice Hall.

Brewer, A., Hensher, D., & Button, K. (2001). Handbook of logistics and supply-chain management. Londres: Emerald Group Publishing.

Correa Espinal, A., Álvarez López, C., & Gómez Montoya, R. (2010). Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro. Universidad Icesi.

Er, Z., Lian, F., & Lian, J. (2008). An RFID-Based Automatic Identification System on Modern Grain Logistics. Lecture, Jiangxi, China.

Muller, M. (2003). Essential of Inventory Management. Chicago: Amacon.

Sánchez Varona, A., & García Ochoa, J. (2014). Propuesta de mejora para el control y la trazabilidad de los insumos y medicamentos en el servicio de cateterismo en hospital de alta complejidad en Cali. Universidad Icesi.

What is fixed asset management? (2019). Retrieved from <https://www.ibm.com/topics/fixed-asset-management>

Catalá Adrama, L. (2015). Diseño e implementación de un sistema RFID para seguimiento de personas dependientes en el hogar. Valencia, España.

Omni-ID | Global Leader of Industrial RFID Tags. (2019). Retrieved 11 November 2019, from <https://www.omni-id.com/industrial-rfid-tags/#passive>

RFID inlay/label/tag manufacturer. (2019). Retrieved 11 November 2019, from <https://www.richrfid.com/rfid-inlay-label-etiquetas/rfid-label-sticker/uhf-label-sticker/>