

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
GANADO BOVINO MEDIANTE LA LECTURA Y ESCRITURA DE ETIQUETAS CON
TECNOLOGÍA NFC.**



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

JAVIER LEONARDO MEDINA DELGADO

**PROYECTO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE MONOGRAFIA PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO ELECTRONICO**

DIRIGIDO POR:

PH.D, MSC. ROBERTO FERRO ESCOBAR

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BOGOTÁ D.C.

2017

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN.....	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4. OBJETIVOS.....	7
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.5. ANTECEDENTES.....	8

CAPITULO 2

2.1. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1.1 NFC: DEFINICIÓN.....	11
2.1.2 FUNCIONAMIENTO.....	12
2.1.2.1MODO PASIVO.....	12
2.1.2.2. MODO ACTIVO.....	13
2.1.3 TRANSACCIONES NFC.....	14
2.1.4 ETIQUETAS NFC.....	15
2.1.5 NFC Y SU ESTANDAR DE COMUNICACIÓN.....	16
2.1.6 SEGURIDAD EN TECNOLOGIA NFC.....	18
2.1.7 APLICACIONES.....	18
2.2. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	19
2.3 PRESUPUESTO.....	21

CAPITULO 3

3.1 METODOLOGÍA.....	23
3.2 ANALISIS Y COMPARACIÓN DE ETIQUETAS Y MODULO NFC.....	24

3.3 DESARROLLO.....	29
3.3.1 SOFTWARE.....	29
3.3.2 PROGRAMACION DE METODOS.....	33
CAPITULO 4	
4.1 PRUEBA PILOTO.....	41
4.2 PANTALLAS DE LA APLICACIÓN.....	42
CONCLUSIONES.....	49
TRABAJOS FUTUROS.....	50
REFERENCIAS.....	51
ANEXOS.....	53

Capítulo 1

1.1 INTRODUCCIÓN

La creciente competencia en el ámbito empresarial, ha llevado a desarrollar mejoras que permitan a las compañías ser eficientes en todo el sentido de la palabra. Este continuo mejoramiento de procesos, en la mayoría de los casos, va de la mano de nuevas tecnologías, nuevas formas de desarrollar los mismos: automatización, comunicaciones más rápidas y sólidas, mejor y mayor almacenamiento de información, etc. Dentro de estas tecnologías se encuentran las de comunicación inalámbrica como lo es NFC, un método de comunicación inalámbrica entre dispositivos cercanos, basada en la tecnología RFID, que permite transmitir datos de forma segura, a una distancia no mayor a 10 cm.

La demanda permanente de producción de alimentos para el ser humano, es uno de los mercados empresariales en constante evolución, esto lo convierte en uno de los sectores con más exigencias en lo que concierne a mejorar sus procesos de producción. Es así como la ganadería, uno de los sectores con más demanda de producción en nuestro país, tanto para consumo interno como externo, día a día busca ofrecer productos primarios y secundarios de mejor calidad.

El ganado bovino, así como ofrece una gran variedad de productos, es exigente en cuanto al cuidado de animales se refiere. Para esto, las personas encargadas del cuidado de los mismos, siendo estos generalmente médicos veterinarios, han implementado métodos eficaces para el seguimiento de la crianza de los animales. Por medio de un número de identificación, se lleva registro de la actividad correspondiente a cada cabeza de ganado. Este número de identificación, se marca directamente en la piel de los animales o, se plasma en un arete que es colocado en una oreja de los animales.

Otro método utilizado, principalmente en las grandes haciendas ganaderas, es la implantación de un microchip bajo la piel del animal, que con lectores especiales que se aproximan al animal, permite obtener cierta información referente del mismo. Pero, este método tiene ciertos contras que no permiten que sea masificado: la manipulación que se debe realizar del animal como tal y el costo que el proceso implica no impulsa a los productores de animales que la utilizan, a invertir en todas las cabezas de ganado, así, solo los animales de más relevancia, sementales principalmente, serán intervenidos con tal fin.

Bajo estas premisas, surge la necesidad de utilizar una tecnología que permita agilizar y mejorar el acceso y manipulación de la información de cada cabeza de ganado bovino de manera directa. NFC, permitirá el uso y lectura de información por medio de uno o varios dispositivos y, agilizará el monitoreo de los animales permitiendo reducción de tiempos de producción así como minimizar los costos del mismo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, los procesos de producción de alimentos para el hombre, demandan cada vez más y mejores formas de administrar los mismos, tanto en calidad como en cantidad.

Ahora bien, en la ganadería, puntualmente en ganado bovino, es necesario realizar un monitoreo constante de los animales y sus características tales como peso, consanguineidad y vacunas. Los medios con los que se cuenta actualmente, no permiten que esto se realice de manera ágil e inmediata. Surge entonces, la necesidad de desarrollar un prototipo a partir de tecnologías inalámbricas de corto alcance, que permita a las personas encargadas de la crianza y cuidado de los animales, realizar este proceso eficientemente.

¿Puede el diseño e implementación de un prototipo para la identificación de ganado bovino utilizando tecnologías inalámbricas de corto alcance, resolver la problemática de cuidado y crianza de dicho ganado?

1.3 JUSTIFICACIÓN

El fin de esta propuesta de trabajo basada en la tecnología NFC es, mejorar el proceso de identificación de ganado bovino, a partir de dispositivos no invasivos, ya que actualmente no se cuenta con un método que permita, estando junto al animal, tener acceso rápido, directo y seguro a dicha información.

La masificación de las nuevas tecnologías permite que actualmente, gran parte de la población tenga acceso a muchas de estas; NFC al trabajar como método de comunicación entre dispositivos cercanos que mediante un acople magnético inductivo establecen comunicación y comparten datos, impulso a muchas empresas de teléfonos móviles de alta gama, hacer parte de sus productos a dicha tecnología. Esto, en beneficio de la población, permite que, al contar con uno de dichos dispositivos, el usuario final, que será la persona encargada del cuidado del ganado, pueda acceder de manera eficaz a la información correspondiente a cada animal.

El hecho de obtener la información utilizando este método, facilitará procesos secundarios que habitualmente se realizan a la par, en lo que concierne al cuidado de los animales: vacunación, desparasitación, control médico.

Con el fin de ofrecer eficientemente sus productos, en las ferias ganaderas, los dueños utilizan identificación para sus animales de exhibición, luego el sistema implementado con NFC, permitiría a los posibles clientes, y haciendo uso del dispositivo apropiado para la lectura de datos, acceder de forma directa a la información de cada animal.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un prototipo para la identificación de ganado bovino mediante la lectura y escritura de etiquetas con tecnología NFC.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis cualitativo de las diferentes etiquetas NFC disponible en el mercado, de acuerdo a los requerimientos del proyecto.
- Analizar los módulos de lectura y escritura NFC, así como sus características.
- Realizar pruebas de lectura y escritura de etiquetas NFC, que permitan comparar y escoger aquel que se ajuste al prototipo.
- Realizar un sistema que permita almacenar información específica de cada animal en las etiquetas NFC; tal como: Peso, Padre y Madre del animal, consanguinidad, vacuna y fecha de vacunación, facilitando así el acceso por parte de la persona encargada de los animales, a dicha información.
- Realizar una prueba piloto del sistema.
- Realizar la documentación del proceso de diseño, así como de la implementación del prototipo.

1.5 ANTECEDENTES

A nivel mundial, se han establecido leyes y estatutos en los cuales se reglamenta la identificación del ganado bovino, en pro del sano consumo de alimentos relacionados. Para el caso colombiano, en el año 2004 el congreso de la republica creo el Sistema Nacional de Identificación e Información de Ganado Bovino¹.

Con el pasar de los años se han implementado diferentes métodos de identificación para el ganado bovino tales como: marcas a fuego, collares, chapetas, microchip o bolo ruminal². Por ejemplo, para el caso de las chapetas, Ya con la correspondiente identificación de los animales, la persona encargada puede monitorear o modificar en persona, cada que sea necesario, la información del animal, siendo este un proceso largo y tedioso puesto que generalmente, la persona encargada, debe estar acompañada de alguien más, así, mientras uno revisa el número de identificación del animal, otro verifica en el listado que se tiene, la información del mismo.

Para el caso del bolo ruminal y el microchip, son procesos invasivos; el primero se aloja en el sistema digestivo del animal, específicamente en el segundo estomago o retículo³; el segundo, es ubicado bajo la piel del animal principalmente, en la oreja. Estos dos, utilizan dispositivos pasivos de radio frecuencia RFID.

Para poder abordar NFC, se parte de las premisas que se tienen de RFID, es así como se analizó la identificación electrónica (IDE) mediante radio frecuencia RFID aplicada a la ganadería (López, Ghirardi, Garín, Mocket, & Hernández-Jover, 2002). En este trabajo se plantea la utilización de IDE en ganadería para poder identificar a los animales con un único número durante toda su vida productiva, y así, poder brindar seguridad tanto al productor, con respecto al cuidado del animal, como al usuario final, quien espera recibir un producto de calidad.

Se analizó el uso de etiquetas RFID en UHF (Pongpaibool, 2008), esto con el fin de medir la mejor opción en antenas dipolos y los diferentes tipos de sustratos que se han de usar, en pro de obtener la mejor trazabilidad de los animales de producción de carne para consumo humano, buscando poder pronosticar, las posibles causas de fallecimiento repentino en los animales, así como el monitoreo para la prevención de adquisición de enfermedades como la influenza, por parte del animal.

Así mismo, en el mismo monitoreo de animales (Chansud, Wisanmongkol, & Ketprom, 2008), debido al brote de gripe aviar que se estaba presentando por la época, se estudia la posibilidad de implementar el uso de RFID en los animales, esto con el fin de lograr diagnosticar la enfermedad con mayor rapidez y así prevenir que un brote de la misma pueda afectar a galpones completos; al

¹ ICA. Disponible en [http://www.ica.gov.co/getattachment/8b30fb3e-26f1-48f3-a738-54fb7d06c8a9/2004L914-\(1\).aspx](http://www.ica.gov.co/getattachment/8b30fb3e-26f1-48f3-a738-54fb7d06c8a9/2004L914-(1).aspx)

² CIPAV. Disponible en <http://www.cipav.org.co/pdf/3.Buenas.Practicas.Ganaderas.pdf>

³ Datamars. Disponible en <http://www.datamarscolombia.com/preguntas.php>

final el sistema mejora en un 20 % en la evaluación de movimientos preventivos de los animales, con respecto al mismo galpón sin usar sistema RFID.

Todos los estudios, y la implementación de etiquetas RFID en los animales, se realizan teniendo en cuenta que dichas etiquetas se implantan, directamente en el animal, bajo la piel. Así, (Catarinucci, Colella, Mainetti, Mighali, Patrono, Sergi, & Tarricone, 2012) analiza por que los sistemas comerciales existentes en identificación mediante etiquetas RFID para animales, no son los mejores, hablando de animales pequeños recién nacidos. A continuación, desarrollan un prototipo desde ceros, diseñando un sistema basado en NI LabView, que además, incluye la construcción física de antenas terminadas, para al final, integrarlos, hacer simulaciones software – hardware; concluyendo que el sistema es eficaz en recolección de información que permita medir el comportamiento de los animales, eso sí, deja claro, que se deben realizar primero pruebas con animales de laboratorio que lleven las etiquetas RFID implantadas.

Mirando a las haciendas de grandes cantidades de animales, (Anu, Deepika, & Gladance, 2015), propone un sistema que no implique, un equipo manual, para la medición de datos, de cada una de las cabezas de ganado, sino que, por medio de sensores, se tenga información exacta de los animales, tal como: si se encuentra dentro del perímetro de la granja, su estado actual en cuanto a vacunas se refiere. Este tipo de información obtenida, se cotejan en una base de datos de actualización constante, información que es manipulada por el granjero y el médico veterinario, eso para aplicaciones futuras. Además, el sistema utiliza tecnología GSM, influencia directamente dentro del sistema por la señal de RFID, para enviar un SMS de alerta, cuando sea necesario, a la persona encargada.

En las múltiples aplicaciones que se han realizado con las etiquetas RFID, para la identificación de animales, no se resalta, si estos procesos tecnológicos, pueden llegar a tener algún tipo de implicación médica en los animales; en el análisis que realiza (Albrecht, 2010) respecto a toda la literatura publicada en medios científicos de oncología y toxicología por más de 15 años (1990 - 2006), encuentra que en once artículos revisados minuciosamente, en los que investigan los posibles efectos de la tecnología RFID implantada en 8 ratas y ratones, y 3 perros, en 8 casos encontraron que los animales desarrollaron diferentes formas de cáncer alrededor de los chips implantados.

Luego de que los investigadores revisaron la información detalladamente, indicaron que hay una clara relación entre los implantes hechos y el cáncer en las ratas y ratones de laboratorio, dejando a consideración de la opinión pública, las ventajas y claras desventajas que pueda tener usar tecnología RFID implantada.

Con esta información se hace mucha más relevante la necesidad, de formular opciones igualmente útiles para la identificación de animales, sin las posibles implicaciones que puedan generar sobre los mismos; NFC ofrece posibilidades muy amplias en cuanto a implementación de etiquetas sin necesidad de ser implantadas o ingeridas por los animales; procesos más rápidos y mucho más

económicos que los que se pudieran generar utilizando RFID directamente; facilidad en la interacción entre dispositivos.

Capítulo 2

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 NFC: DEFINICIÓN

NFC (Near Field Communication, por sus siglas en ingles), es una tecnología de corto alcance para intercambio de datos haciendo uso de alta frecuencia, de manera simple y efectiva (Campa Ruiz, 2011). Se basa en la tecnología RFID (Radio Frecuency Identification), identificación por radio frecuencia, que realiza capturas remotas de datos usando etiquetas, lo que le permite trabajar sin estar en contacto directo con su par. Trabaja en la banda de 13.56 MHz y además, los dispositivos electrónicos respectivos, pueden estar a una distancia máxima de 10 cm. Cuando uno de los dispositivos genera la señal de radio, y el otro dispositivo se acerca la distancia necesaria, se genera un acople magnético y se efectúa la transmisión de información.



Figura 1. Logo oficial de NFC (Near & Communication, 2012)

Esta tecnología surge de la necesidad de una mejor comunicación para aplicativos de telefonía móvil. La fiabilidad de la comunicación, una mejor interacción entre el usuario y los dispositivos, la facilidad en la transmisión de datos, son algunas de las muchas facilidades que ofrece esta tecnología.

Cumple con el estándar internacional ISO 14443, que define ítems relacionados con las tarjetas de identificación electrónica, y para el caso de NFC, con las tarjetas de proximidad. Este estándar es gestionado conjuntamente por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)⁴.

⁴ Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/ISO_14443

Dado que la tecnología NFC, facilita la rápida interacción de teléfonos móviles a través de aplicativos, con otros servicios, surge en año 2004 una organización que buscará avanzar en el desarrollo de dicha tecnología, garantizando interoperabilidad entre los dispositivos (Campa Ruiz, 2011); NFC Forum, fundado por las tres compañías pioneras en el tema: Nokia, Philips y Sony.



Figura 2. Logo oficial de NFC Forum

2.1.2 FUNCIONAMIENTO

Los dispositivos NFC funcionan, dependiendo de la forma en la que obtienen la energía de trabajo.

2.1.2.1 MODO PASIVO

Cuando el dispositivo activo (fuente de energía propia), genera el campo electromagnético, en ese momento, el dispositivo pasivo (sin fuente interna de energía), utiliza la modulación generada, y transmite los datos (Campa Ruiz, 2011).

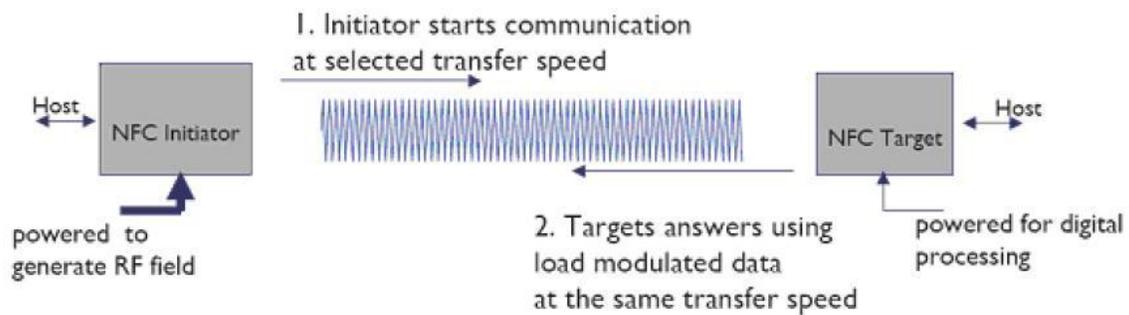


Figura 3. Comunicación en modo pasivo (Campa Ruiz, 2011)

2.1.2.2 MODO ACTIVO

Los dos dispositivos son activos, tienen su propia fuente de energía y la usan para transmitir datos.

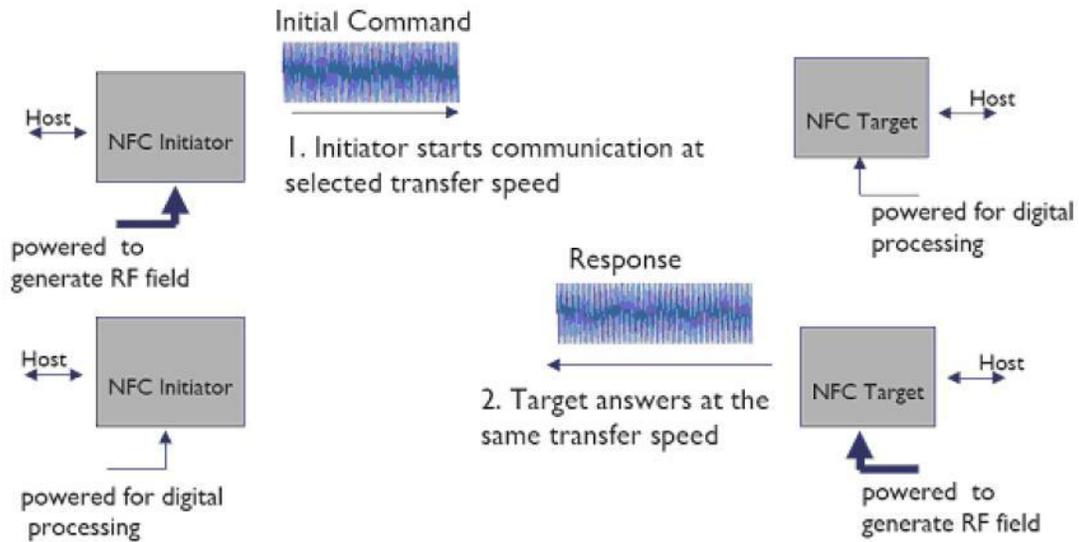


Figura 4. Comunicación en modo activo (Campa Ruiz, 2011)

Cuando se habla de dispositivos móviles, NFC tiene tres modos de operación (Cavoukian, 2011):

Emulación de tarjeta: Los dispositivos se comportan como una tarjeta inteligente; el usuario puede realizar un pago, identificarse o acceder algún aplicativo que maneje control de acceso.



Figura 5. Modo Emulación de tarjeta (Cavoukian, 2011).

Lectura – escritura: en este modo los dispositivos pueden leer los datos almacenados en las etiquetas o escribir en las mismas. Por ejemplo, en la lectura de datos, este puede direccionar a una URL determinada.



Figura 6. Modo Lectura – escritura (Cavoukian, 2011)

Punto a punto: los dos dispositivos interactúan entre si y mediante algún aplicativo, se comparte información específica.



Figura 7. Modo punto a punto (Cavoukian, 2011)

2.1.3 TRANSACCIONES NFC

El proceso de comunicación entre dispositivos NFC, tiene 5 etapas (Campa Ruiz, 2011), las cuales son:

- **Descubrimiento:** los dispositivos se buscan entre sí, y luego se reconocen.
- **Autenticación:** cada uno verifica si su par está autorizado, y si además necesita algún cifrado para comunicarse.

- **Negociación:** los dispositivos establecen parámetros como la velocidad de transmisión, la identificación del dispositivo, el tipo de aplicación, su tamaño, y si es necesario definen la acción a ser solicitada.
- **Transferencia:** una vez hecha la negociación, se puede iniciar el intercambio de datos.
- **Confirmación:** el receptor confirma la comunicación y la transferencia realizada.

NFC no está diseñada para realizar transferencias masivas de datos, pero puede mediar, para establecer comunicación de otras tecnologías como bluetooth.

2.1.4 ETIQUETAS NFC

El NFC Forum creó cuatro formatos de etiquetas para todos los dispositivos acordes con el organismo, basados en el estándar internacional ISO 14443 Tipo A y B (tarjetas inteligentes sin contacto) y FeliCa (derivado del ISO 18092), en modo de comunicación pasivo. Algunas etiquetas que son compatibles con estos estándares se encuentran disponibles inicialmente por Innovision, Philips, Sony y otros fabricantes.

Las etiquetas utilizadas en la tecnología NFC tienen un número de identificación único (de 4 a 10 bytes en tamaño), dado por la combinación entre el código de empresa del fabricante y el tipo de tecnología de la etiqueta.

- **Etiqueta Tipo 1:** basada en la norma ISO14443A. Las etiquetas permiten ser de lectura y reescritura, los usuarios pueden configurarlas sólo para lectura. La memoria disponible es de 96 Bytes y expandible a 2 Kb; la velocidad de comunicación es de 106 Kbps.
- **Etiqueta Tipo 2:** basada en la norma ISO14443A. Permiten ser de lectura y reescritura, se pueden configurar sólo para lectura. La memoria disponible es de 48 Bytes y expandible a 2 Kb; la velocidad de comunicación es de 106 Kbps.
- **Etiqueta Tipo 3:** Se basa en la *Japanese Industrial Standard (JIS) X 6319-4*, también conocida como FeliCa. Se encuentran ya configuradas desde la fabricación, ya sea para escritura, o sólo para lectura. La memoria disponible es variable, pero teóricamente el límite de memoria es 1 MB por servicio; la velocidad de comunicación es de 212 Kbps o 424 Kbps.
- **Etiqueta Tipo 4:** Es compatible con ISO14443A y los estándares B. Se encuentran ya configuradas desde la fabricación, ya sea para lectura y escritura, o de sólo lectura. La memoria disponible es variable, de hasta 32 KB por servicio; la velocidad de comunicación es de hasta 424 Kbps.

2.1.5 NFC Y SU ESTANDAR DE COMUNICACIÓN

Gracias a la labor que el NFC Forum desempeña y de su razón de ser en cuanto a los protocolos necesarios para el correcto funcionamiento de NFC, se estableció un tipo de formato común, el cual permita compartir información entre dispositivos NFC, y además, entre dispositivos y etiquetas. Este formato lleva el nombre de NDEF (NFC Data Exchange Format).

NDEF establece la forma en que se construirá un mensaje válido, que permita encapsular uno o varios registros que almacenan datos, cada uno de ellos de manera ordenada, de tal forma que facilite el intercambio de información entre equipos y etiquetas con tecnología NFC. El formato de datos es el mismo, en ambos lados; para el dispositivo y para la etiqueta. Esto permite que la información sea independiente del tipo de dispositivos que se estén comunicando mediante NFC.

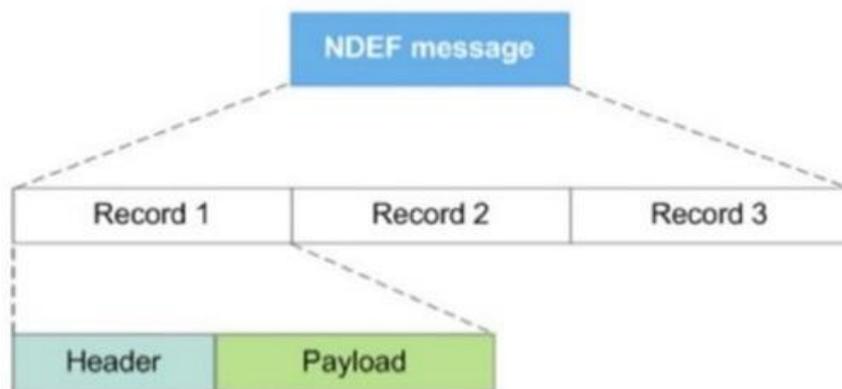


Figura 8. Estructura de un mensaje NDEF.

Los mensajes NDEF permiten enviar una variedad de información tal como: documentos de tipo XML, imágenes de tipo JPEG, cadenas de información encapsuladas, entre otros.

En la siguiente figura (figura 9) se muestra la forma en que un registro NDEF se encuentra organizado, y cada uno de los campos que este tiene conformados. Este lleva consigo unas banderas, que como se ve a continuación, tienen una tarea determinada, que permite el correcto funcionamiento de cada uno de los registros.

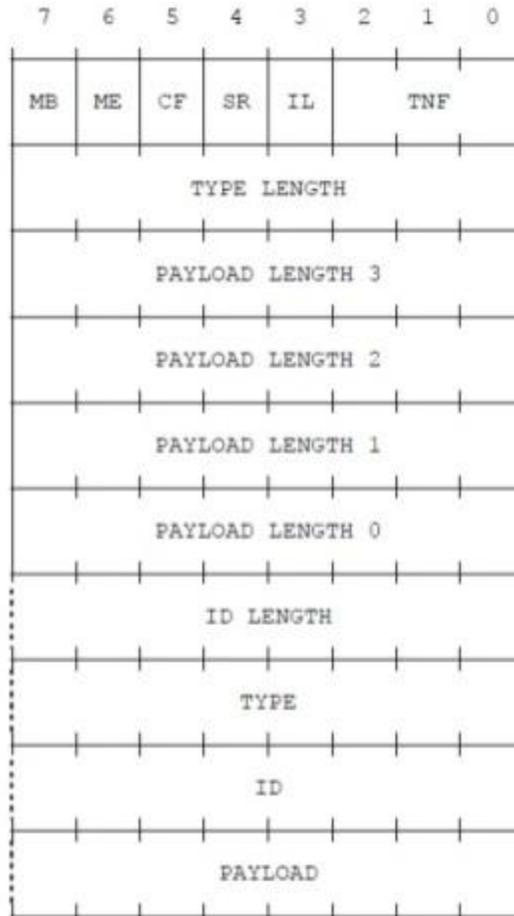


Figura 9. Formato establecido para un registro NDEF.

- **MB (Message Begin):** Es una bandera utilizada para indicar el comienzo del mensaje NDEF.
- **ME (Message End):** Utilizado para indicar el final del mensaje NDEF (último registro dentro del mensaje).
- **CF (Chunk Flag):** Su función es indicar que dicho segmento es el primero de registro o que es el segmento de la mitad, en un payload fragmentado.
- **SR (Short Record):** Indica que el campo PAYLOAD LENGTH está compuesto por un solo byte y no por cuatro, como lo es habitualmente en un registro NDEF normal.
- **IL (Id Length):** Indica que el campo ID LENGTH está presente en el encabezado del registro, con un tamaño de un byte.

- **TNF (Type Name Format):** Son 3 bits que se utilizan para indicar el tipo de información contenida en el registro.
- **TYPE LENGTH:** Representa la longitud en bytes del campo TYPE.
- **PAYLOAD LENGTH:** Representa la longitud en bytes del campo PAYLOAD, y a su vez este tamaño está determinado por el bit SR.
- **ID LENGTH:** Establece la longitud en bytes del campo ID. Este solo está presente si la bandera IL está en 1.
- **TYPE:** Especifica de que tipo es el payload dentro de la información que se está transmitiendo.
- **ID:** Es un identificador único de cada registro. Tiene un tamaño máximo de 255.
- **PAYLOAD:** Este campo lleva la información útil del registro NDEF.

2.1.6 SEGURIDAD EN TECNOLOGIA NFC

NFC por sí sola no garantiza una comunicación segura, no ofrece protección contra ataques a su tráfico de datos. Las aplicaciones deben usar protocolos criptográficos para establecer un canal seguro.

Sin embargo, esto se contrarresta con la distancia de operación necesaria de NFC, ya que las transacciones sólo se pueden activar en un rango de acción muy limitado lo que limita seriamente el uso de la tecnología sin conocimiento del usuario.

Al ser de corto alcance, evita los errores de comunicación y asegura eficacia en la transmisión de datos.

2.1.7 APLICACIONES

Debido a que el desarrollo de tecnología NFC está ligado al uso de dispositivo celular, está abriendo las puertas a un gran número de posibilidades, en cuanto aplicaciones se refiere.

- acceso físico a distintos sitios (aeropuertos, oficina, universidades, teatros)
- pagos (restaurante, transporte, tickets de ingreso, parqueadero)
- identificación (carro, contacto de negocio, pase de conducción)
- información (posters inteligentes, cupones de descuento, contenido web)

2.2 ALCANCES Y LIMITACIONES

La finalidad de este proyecto es desarrollar un sistema de identificación para ganado bovino, mediante la lectura y escritura de etiquetas NFC, que no sea invasivo, usando dispositivos celulares de alta gama (Smartphone), que cuenten con los recursos físicos integrados necesarios para tal fin (tecnología NFC).

Las etiquetas estarán habilitadas, tanto para lectura como para escritura, pero con el debido control de seguridad, dado que, solo tendrán acceso a la escritura de las etiquetas, la o las personas que estén encargadas del cuidado de los animales. Basado en estos requerimientos, se seleccionará la etiqueta adecuada, así como el dispositivo que permita llevar a cabo el proceso.

Las etiquetas NFC llevaran información relevante para el encargado de los animales tal como:

- Número único de identificación.
- Fecha de nacimiento.
- Peso al nacer.
- Peso al destete.
- Padre y Madre del animal.
- Consanguineidad.
- Vacuna aftosa (Si o No), y si es afirmativo, su respectiva fecha.
- Vacuna brucelosis (Si o No), y si es afirmativo, su respectiva fecha.
- Vacuna Tuberculosis (Si o No), y si es afirmativo, su respectiva fecha.
- Vacuna Rabia (Si o No), y si es afirmativo, su respectiva fecha.

La ubicación de la etiqueta NFC en el animal, será al igual que las actuales chapetas, en la oreja, por la facilidad que brinda al encargado para obtener la información.

Se realizará una prueba piloto con cinco cabezas de ganado en una finca a las afueras de la ciudad de Bogotá, y así poder garantizar el funcionamiento del sistema.

Las personas encargadas del cuidado de los animales serán las responsables de la veracidad de la información almacenada en las etiquetas NFC, así como de su cuidado. Quedará estipulado, que bajo ninguna circunstancia, se permitirá la manipulación de sistema por personas ajenas al mismo, y que en dicha intervención, puedan comprometer el correcto funcionamiento del sistema.

Como ya se menciona anteriormente, y de conformidad con lo decretado por las autoridades nacionales reguladoras del mercado ganadero bovino y sus colaboradores (sistema nacional de

identificación e información de Ganado Bovino), todas las cabezas de ganado pertenecientes al hato tiene que estar debidamente identificados, con un único número de identificación a nivel nacional que permitirá realizar un seguimiento detallado al animal. Dicho seguimiento, con la infraestructura que implica, serán ajenos al proyecto.

2.3 PRESUPUESTO

CONCEPTO	TOTAL
PERSONAL	\$7.800.000
EQUIPOS	\$2.250.000
VARIOS	\$150.000
TOTAL	\$10.200.000

Tabla 1. Costos totales de proyecto.

NOMBRE	VINCULACIÓN	HORAS SEMANALES	SEMANAS VINCULADO	TOTAL
JAVIER LEONARDO MEDINA	ESTUDIANTE PONENTE	20	24	\$3.000.000
ING. MSC ROBERTO FERRO ESCOBAR	DOCENTE DIRECTOR	2	24	\$4.800.000
TOTAL				\$7.800.000

Tabla 2. Costos de personal

EQUIPO	JUSTIFICACIÓN	TOTAL
COMPUTADOR PORTATIL	SE UTILIZARÁ EN LA PROGRAMACIÓN DE SISTEMA; NECESARIO PARA LA REDACCIÓN DE DOCUMENTOS Y LA BUSQUEDA DE INFORMACIÓN	\$1.200.000
CELULAR SAMSUNG GALAXY S5	DISPOSITIVO PARA LA LECTURA ESCRITURA DE LAS ETIQUETAS NFC	\$1.000.000
ETIQUETAS NFC	DISPOSITIVO DE ALMACENAMIENTO DE DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS ANIMALES	\$50.000
TOTAL		\$2.250.000

Tabla 3. Costos de equipos

MATERIALES	JUSTIFICACIÓN	TOTAL
PAPELERÍA	IMPRESIÓN DE DOCUMENTOS TALES COMO DOCUMENTO DE PROYECTO DE GRADO, ANTEPROYECTO. FOTOCOPIAS	\$150.000
TOTAL		\$150.000

Tabla 4 . Costos varios

CAPITULO 3

3.1 METODOLOGIA

Para diseñar e implementar un prototipo para la identificación de ganado bovino mediante la lectura y escritura de etiquetas con tecnología NFC, se desarrollan los siguientes pasos:

- 1) Investigación de los diferentes tipos de etiquetas NFC disponibles en el mercado, así como de dispositivos de lectura y escritura NFC. Luego de una comparación entre las opciones disponibles, y basados en las necesidades del proyecto, se selecciona la etiqueta NFC adecuada, así como el dispositivo de lectura y escritura NFC.
- 2) Ya con la etiqueta y el dispositivo NFC elegido, se procede a investigar la manera en que estos funcionan, como configurar tanto el dispositivo como la etiqueta, su software de trabajo, sus modos de seguridad, para poder realizar unas pruebas previas, encaminadas a verificar el modo de trabajo.
- 3) Diseño y programación del sistema, que basado en los requerimientos de proyecto, permita almacenar los datos necesarios para la identificación del ganado a través del dispositivo móvil y que a la vez, permita escribir y posteriormente leer esta información en las etiquetas NFC.
- 4) Integrar el dispositivo de lectura escritura ya configurado, con las etiquetas NFC a utilizar, para poder realizar la prueba piloto.
- 5) Documentar los resultados obtenidos en la prueba piloto.

3.2 ANALISIS Y COMPARACIÓN DE ETIQUETAS Y MODULO NFC

Actualmente el mercado ofrece muchas opciones, en cuanto a etiquetas NFC se refiere, que de acuerdo a las necesidades del usuario, permite escoger la mejor opción para trabajar. A continuación se muestra un cuadro comparativo de las principales opciones que se encuentran en el mercado, y que fueron seleccionadas en base a los requerimientos del proyecto.

	COMPATIBILIDAD CON NFC FORUM	TAMAÑO DE MEMORIA REAL (BYTES)	TAMAÑO DE MEMORIA DISPONIBLE (BYTES)	TIPO DE SEGURIDAD	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN (KBIT/S)	COMPATIBILIDAD UNIVERSAL	CALIFICACIÓN EN BASE A LAS NECESIDADES DEL PROYECTO
MIFARE CLASSIC	NO	1024 4096	720 3360	CRYPTO -1 DE 48 BITS	106	NO	4
MIFARE PLUS	NO	2048 4096	1440 3360	AES – 128 / CRYPTO – 1 DE 48 BITS	106 / 212 / 424 / 848	NO	3
NTAG 216	SI	924	888	CONTRASEÑA DE 32 BITS	106	SI	4
MIFARE DESFIRE	SI	2528 5088 8192	2304 4864 7936	2KTDES / 3KTDES / AES – 128	106 / 848	NO	3
TOPAZ 512	SI	512	454	NO	106	NO	1

Tabla 5. Comparación entre diferentes tipos de etiquetas NFC.

Al final de la tabla 5, se realiza una calificación de las etiquetas, en base a las necesidades del proyecto, donde 1 es la más baja calificación y 5 la más alta.

La etiqueta tipo topaz 512 (figura 10) es de fácil accesibilidad, pero debido a su capacidad de memoria y la falta de seguridad, limita los objetivos del proyecto y no permite que sea utilizada en el mismo.



Figura 10. Etiqueta topaz 512 de whiztags⁵

Las etiquetas Mifare plus (figura 11) y Mifare Desfire ofrecen un amplio margen de memoria disponible para transferir información, además de contar con protocolos de seguridad que brindan confiabilidad en los posibles trabajos a realizar, pero el principal impedimento es, su forma generaliza, tipo carné (figura 11), ya que debido al uso que se le quiere dar, no permitiría una fácil adecuación en el cuerpo del animal.



Figura 11. Etiqueta Mifare plus.

La etiqueta Mifare classic (figura 12) cuenta con una capacidad de memoria amplia, y que se adapta a la necesidad del proyecto. No cuenta con una compatibilidad universal con respecto a dispositivos

⁵ Disponible en <http://www.whiztags.com>

de lectura – escritura, lo que limita la variedad de equipos disponibles, pero debido a su forma física, de llavero, facilita la adecuación del mismo en el cuerpo del animal.



Figura 12. Etiqueta NFC Mifare Classic 1K

En base a la calificación ya hecha con anterioridad, la etiqueta a utilizar será la Mifare Classic 1k, por su memoria, el tipo de seguridad que utiliza y su velocidad de transmisión. Además, su forma facilita la instalación en el animal. A continuación están algunas de las características técnicas de esta etiqueta, tomadas con la aplicación NFC Tools.

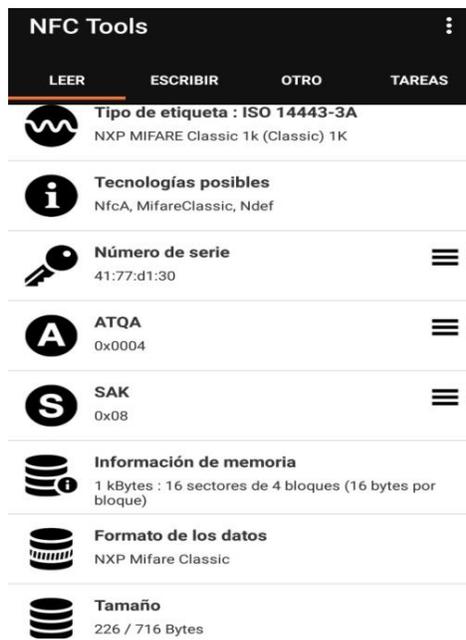


Figura 13. Información etiqueta seleccionada.

En cuanto al dispositivo que se va a utilizar, para la lectura y escritura de las etiquetas, y teniendo en cuenta que la etiqueta que se va a usar no es compatible con todos los dispositivos, se utilizará un teléfono celular Samsung Galaxy S5, basado en el sistema operativo para dispositivos móviles Android.



Figura 14. Dispositivo móvil para la lectura y escritura de la etiqueta NFC.

Como el dispositivo que se va a utilizar para la ejecución del aplicativo es un teléfono celular, este trabaja como un dispositivo activo, debido a que necesita una fuente de energía propia, luego el modo de operación que se establecerá será de lectura – escritura, puesto que será entre un dispositivo activo (celular) y un dispositivo pasivo (etiqueta).



Figura 15. Antena NFC celular galaxy S5.

Para el dispositivo móvil que se va utilizar, la antena se encuentra ubicada en la batería (figura 15), luego como la distancia máxima para realizar la comunicación es 10 cm, se debe procurar que el celular se ubique de tal forma que se acerque la etiqueta a la parte trasera del celular.

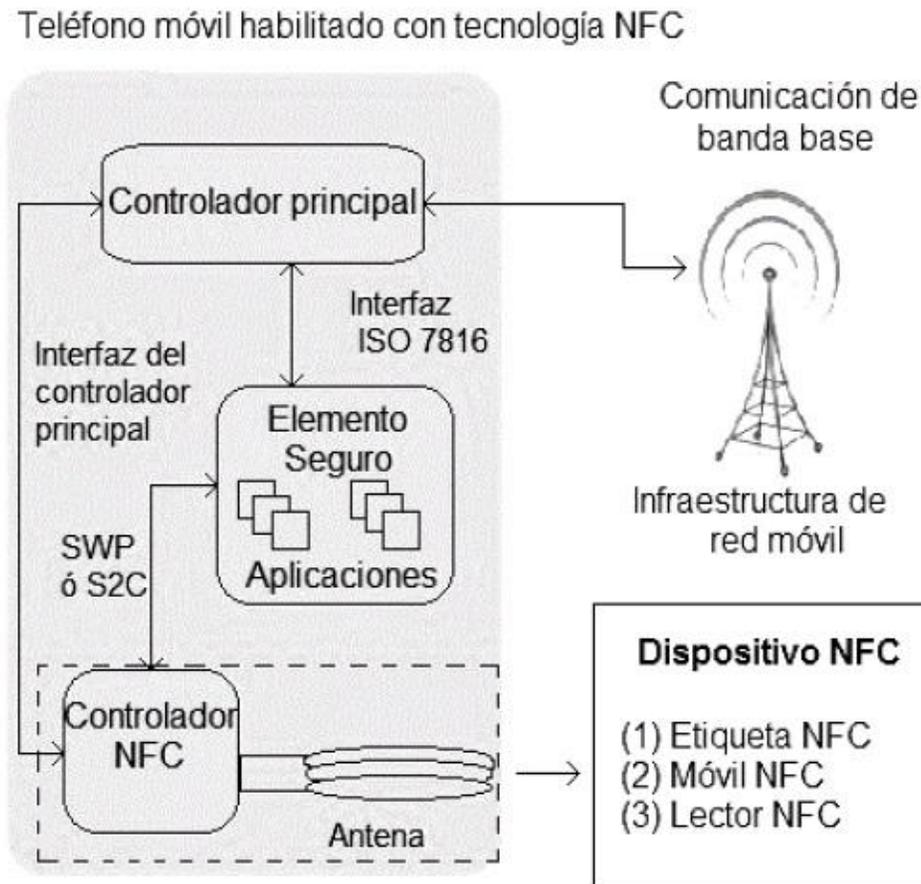


Figura 16. Arquitectura de comunicación NFC para telefonía celular.

En la figura 16 se muestra la forma en que un teléfono celular con tecnología NFC opera. Cuenta con circuitos integrados diferentes implementados para poder ejecutar aplicaciones de forma segura (SE). El controlador de NFC y la antena, se encargan de gestionar las operaciones que se ejecutan con otro dispositivo NFC (para el caso, una etiqueta NFC). Además, a través de SWP o S2C, el controlador NFC puede entablar operaciones seguras, por ejemplo, con la tarjeta SIM disponible en el celular.

3.3 DESARROLLO

El sistema constará de un aplicativo android, diseñado específicamente para la lectura y la escritura de las etiquetas con la información del ganado bovino, aplicación que irá instalada en el celular Samsung Galaxy S5. Estará diseñada estrictamente para la lectura y escritura de dichas etiquetas, con dicha información. Contará con un punto de identificación que permita proteger la escritura de las etiquetas por parte de personas sin la respectiva autorización.

3.3.1 Software

Para la construcción del aplicativo se utilizará Android Studio, el cual es el entorno de desarrollo integrado oficial⁶, para el desarrollo de aplicativos para Android. En este caso el entorno, de versión 2.1.3, estará funcionando en el sistema operativo Windows.



Figura 17. Icono oficial del entorno Android Studio.

El proyecto exige que para su correcto funcionamiento en celulares, el dispositivo cuente con Android 4.0.3 (IceCream) API 15.

El API (Application Programming Interface), es un conjunto de subrutinas, funciones y métodos disponibles en cierta biblioteca, de tal forma que puedan ser utilizados por otro software. Para nuestro caso, son bibliotecas que están disponibles para su uso dentro del entorno, en pro de mejoras continuas en la interacción del programador y su entorno.

⁶ Disponible en <https://developer.android.com/studio/intro/index.html?hl=es> -419

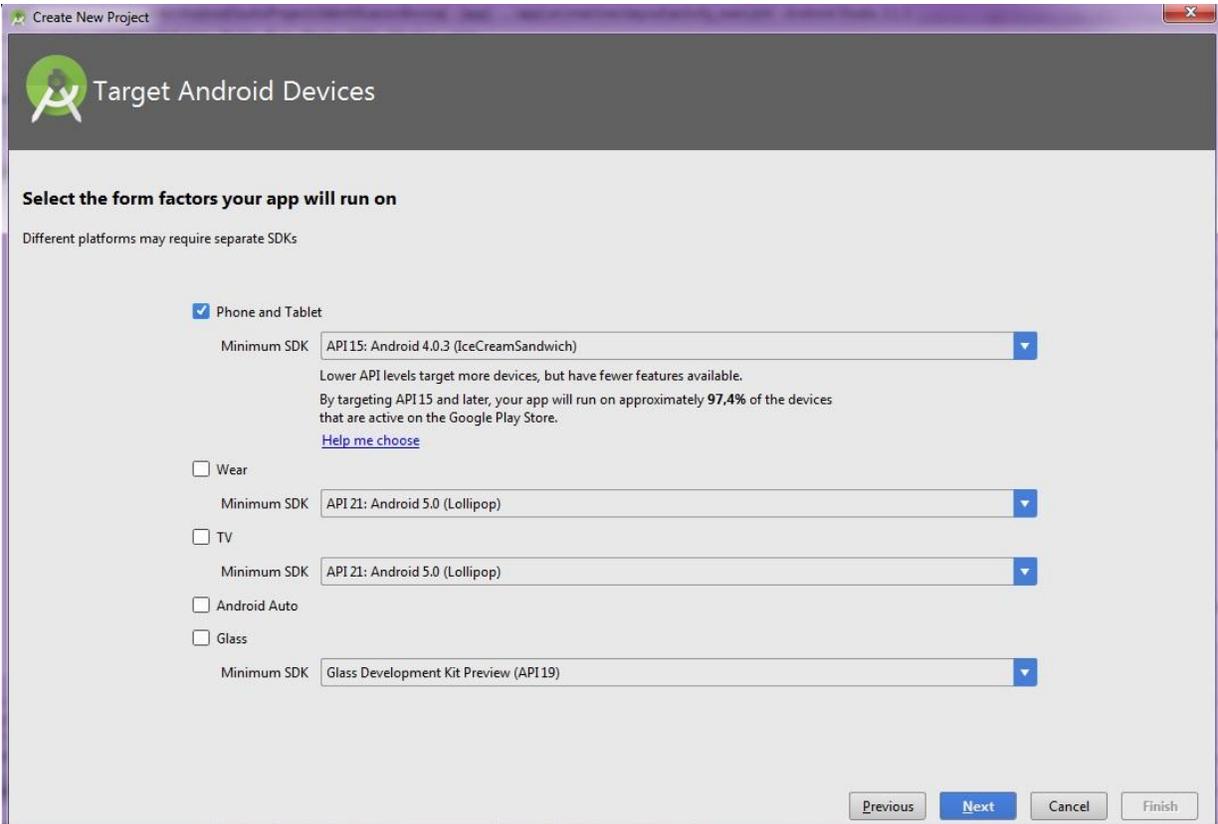


Figura 18. Pantalla de selección de API mínimo para la aplicación.

Para el entorno grafico del aplicativo, se decidió que sea lo más amigable posible, pues aunque no es el propósito, esta podrá ser usada por personas ajenas a este tipo de dispositivos y tecnologías cuyo único interés sea el cumplir su trabajo de una manera eficaz.

Así que, en la pantalla (*layout*) principal, aparecerá toda la información requerida de los animales; habrá un botón de selección de tarea (*toggle button*) que tendrá como función, permitir decidir si lo que se desea hacer en su debido momento, es leer o escribir alguna de las etiquetas, pero, para que el sistema permita acceder a la escritura de alguna etiqueta, primero se deberá digitar un único usuario y contraseña, único porque así se certifica, que la manipulación directa de la información consignada en las etiquetas se realice por la persona adecuada, o bien sea, por alguien que sea autorizado para tales fines; este usuario y contraseña, será solicitado en una pantalla secundaria.

Además, habrá un botón de consulta en la pantalla principal, que permitirá, sin necesidad de acercar una etiqueta, consultar toda la información que haya sido diligenciada a través del aplicativo.

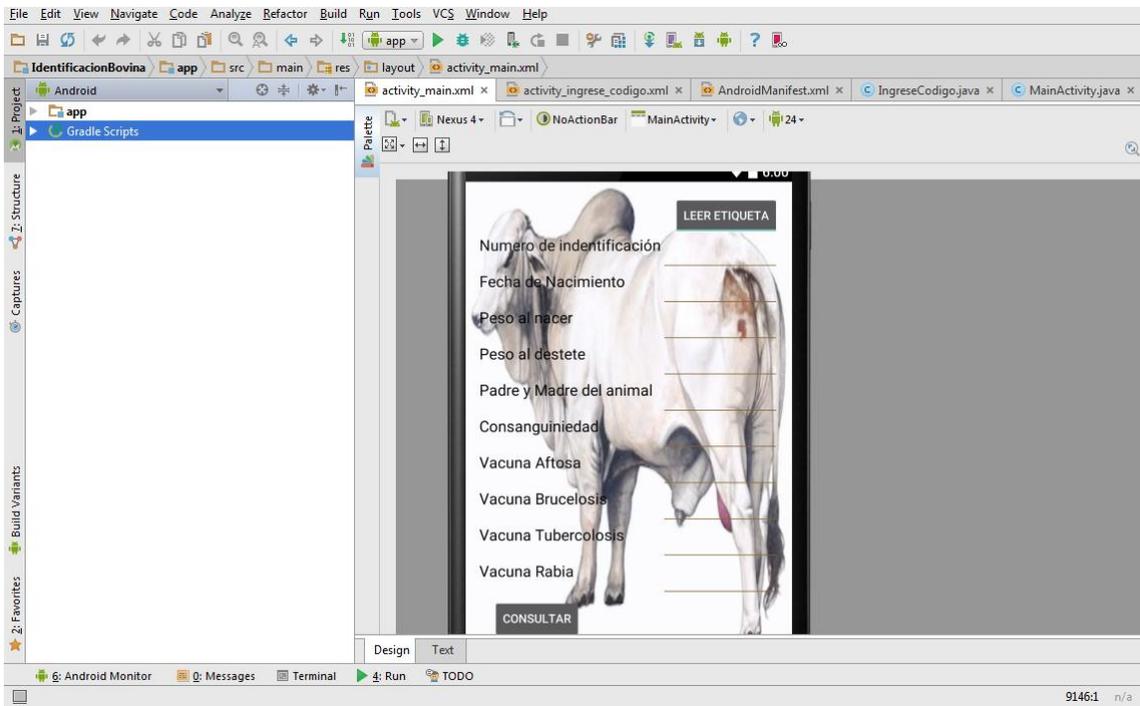


Figura 19. Layout Principal.

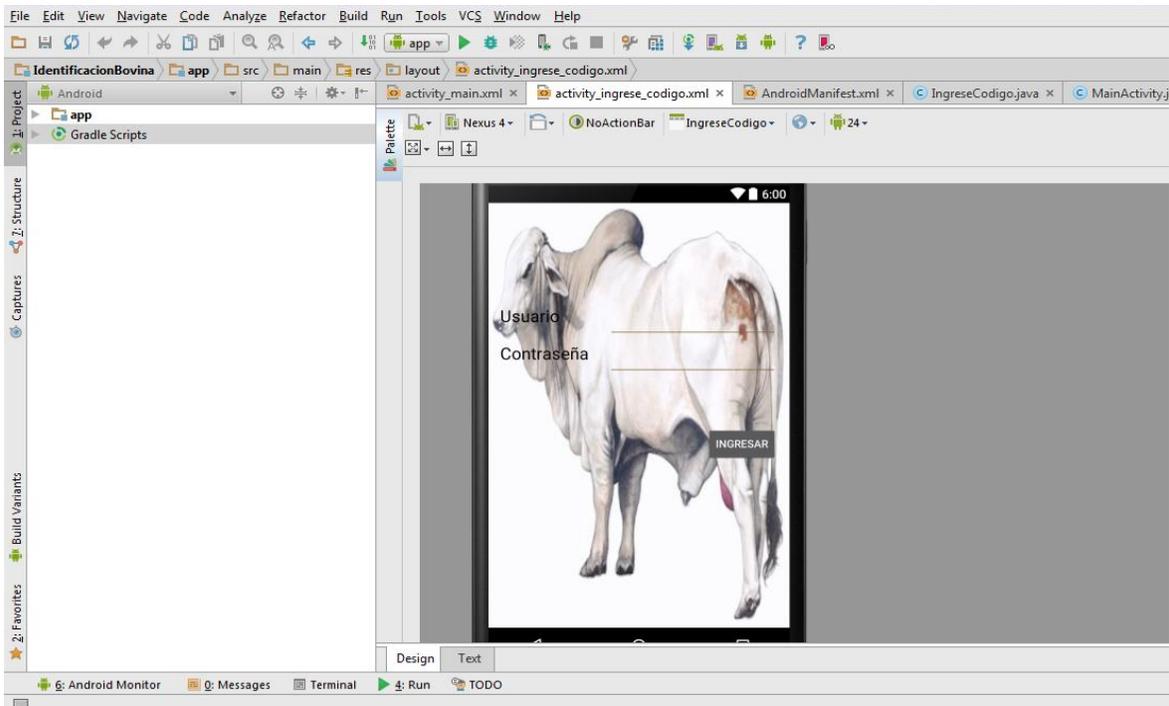


Figura 20. Layout solicitud de identificación.

Ahora se deben definir los atributos que tendrán cada uno de los elementos que aparecen en la interfaz.

- **Toggle button:** atributos como renombrar sus estados, escoger el estado inicial, su nombre de identificación.

```
<ToggleButton
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:id="@+id/TReadnWrite"
    android:textOn="Leer etiqueta"
    android:textOff="Escribir etiqueta"
    android:checked="true"
    android:onClick="tglReadWriteOnClick"
    android:layout_alignParentTop="true"
    android:layout_alignParentRight="true"
    android:layout_alignParentEnd="false"
    android:singleLine="false" />
```

Figura 21. Propiedades Toggle Button

- **Text View:** Son los recuadros en los que aparece el nombre de cada atributo del animal: Número de identificación, Fecha de nacimiento, Peso al nacer, etc.

```
<TextView
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium"
    android:text="Número de identificación"
    android:id="@+id/textView"
    android:layout_alignParentLeft="true"
    android:layout_alignParentStart="true"
    android:layout_alignBottom="@+id/TxtTagContent"
    android:textColor="@android:color/black"
    android:layout_alignTop="@+id/TxtTagContent" />
```

Figura 22. Propiedades Text View

- **EditText:** Permite la edición de texto. Acá se ingresa las características específicas de cada animal y cada atributo, y así mismo, se visualiza lo que se guardo.

```
<EditText
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:id="@+id/Txt2TagContent"
    android:layout_below="@+id/TxtTagContent"
    android:layout_alignParentRight="true"
    android:layout_alignParentEnd="false"
    android:layout_toRightOf="@+id/textView"
    android:layout_toEndOf="@+id/textView"
    android:theme="@style/ColorLineText"/>
```

Figura 23. Propiedades Edit Text

- **Button:** Al hacer click, deberá verificar la información, ya sea la consulta en la base de datos, o la verificación de identificación.

```
<Button
    style="?android:attr/buttonStyleSmall"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Consultar"
    android:id="@+id/button2"
    android:onClick="revisar"
    android:layout_below="@+id/Txt10TagContent"
    android:layout_alignRight="@+id/textView7"
    android:layout_alignEnd="@+id/textView7" />
```

Figura 24. Propiedades Button

Luego de asignar los atributos de cada uno de los elementos, verificar que tengan asignado su id, se procede a iniciar la programación de las actividades.

Las aplicaciones en Android Studio se escriben en lenguaje Java, mas la plataforma no tiene ninguna máquina virtual para tal fin; en lugar de eso el código se compila en un ejecutable y luego se ejecuta en una maquina virtual especializada, la cual, fue diseñada específicamente para Android.

3.3.2 programación de métodos

Se van a crear todas las variables necesarias en toda la actividad: las 10 variables tipo *EditText*, una variable *ToggleButton* y una tipo *NfcAdapter*. *NfcAdapter* es necesaria siempre que se vaya a trabajar con NFC.

```
NfcAdapter nfcAdapter;
ToggleButton tReadnWrite;
EditText txtTagContent;
EditText txt2TagContent;
EditText txt3TagContent;
EditText txt4TagContent;
EditText txt5TagContent;
EditText txt6TagContent;
EditText txt7TagContent;
EditText txt8TagContent;
EditText txt9TagContent;
EditText txt10TagContent;
```

Figura 25. Variables

A partir del método *onCreate* se ‘trae’ cada uno de los elementos de la interfaz grafica ya creada; esto, utilizando “*findViewById*” tanto para las variables *EdtiText* como para *ToggleButton*. Con la variable *NfcAdapter* se invoca el valor por defecto.

```
nfcAdapter = NfcAdapter.getDefaultAdapter(this);
tReadnWrite = (ToggleButton)findViewById(R.id.TReadnWrite);
txtTagContent = (EditText)findViewById(R.id.TxtTagContent);
txt2TagContent = (EditText)findViewById(R.id.Txt2TagContent);
txt3TagContent = (EditText)findViewById(R.id.Txt3TagContent);
txt4TagContent = (EditText)findViewById(R.id.Txt4TagContent);
txt5TagContent = (EditText)findViewById(R.id.Txt5TagContent);
txt6TagContent = (EditText)findViewById(R.id.Txt6TagContent);
txt7TagContent = (EditText)findViewById(R.id.Txt7TagContent);
txt8TagContent = (EditText)findViewById(R.id.Txt8TagContent);
txt9TagContent = (EditText)findViewById(R.id.Txt9TagContent);
txt10TagContent = (EditText)findViewById(R.id.Txt10TagContent);
```

Figura 26. Asignación de variables

Ahora, se utiliza el método *onNewIntent*, que haciendo uso del adaptador NFC de android, verifica si existe alguna etiqueta presente y la detecta; ahora bien, se verifica el estado de *tReadnWrite*: si esta encendido, quiere decir que esta en modo lectura, identifica si existe algún mensaje *Ndef*, procediendo mediante el método *readTextFromMessage*. Si no hay algún mensaje *Ndef*, aparece una alerta respectiva.

```
@Override
protected void onNewIntent(Intent intent) {
    super.onNewIntent(intent);

    if (intent.hasExtra(NfcAdapter.EXTRA_TAG)) {

        Toast.makeText(this, "Etiqueta detectada!", Toast.LENGTH_SHORT).show();//mostrar información d

        if (tReadnWrite.isChecked()){

            Parcelable[] parcelables = intent.getParcelableArrayExtra(NfcAdapter.EXTRA_NDEF_MESSAGES);//

            if (parcelables != null && parcelables.length > 0){

                readTextFromMessage((NdefMessage)parcelables[0]);//llama al metodo para leer la infort

            }else {

                Toast.makeText(this, "No NDEF messages found!", Toast.LENGTH_SHORT).show();

            }

        }

    }

}
```

Figura 27. Método onNewIntent

Al querer leer el contenido de la etiqueta accedemos al *Ndefmessage*. Este se encuentra compuesto, por múltiples registros, dependiendo de la longitud y la forma en que se haya escrito la etiqueta. Para asegurar que se utilice el aplicativo tanto para la lectura, como para la escritura, se escribieron múltiples registros, además de los necesarios, esto con el fin de realizar la lectura de los mismos selectivamente; esto nos permite tener el mensaje preciso y no leer información innecesaria.

Los registros se utilizaron de la siguiente forma:

Registro	Validez	Registro leído
1	Si	1
2	No	-
3	si	2
4	no	-
5	no	-
6	sí	3
7	no	-
8	si	4
9	si	5
10	no	-
11	no	-
12	no	-
13	si	6
14	si	7
15	no	-
16	si	8
17	no	-
18	si	9
19	no	-
20	si	10

Tabla 6. Orden de registros utilizados

Siendo así, para la escritura se utilizan 20 registros, pero la información que nos importa, está contenida dentro de solo 10 registros, luego estos serán los que se lean.

La variable que nos permite trabajar con todos los registros, es llamada *ndefrecords*, aquí se agrupan en una matriz que, dependiendo de la posición en la que se escribió determinado registro del mensaje Ndef, determinada variable *ndefrecord*, nos permite utilizarlo.

```

private void readTextFromMessage(NdefMessage ndefMessage) {

    NdefRecord[] ndefRecords = ndefMessage.getRecords();

    if (ndefRecords !=null && ndefRecords.length>0){

        NdefRecord ndefRecord = ndefRecords[0];
        String tagContent = getTextFromNdefRecord(ndefRecord);
        txtTagContent.setText(tagContent);

        NdefRecord ndefRecord1 = ndefRecords[2];
        String tagContent1 = getTextFromNdefRecord(ndefRecord1);
        txt2TagContent.setText(tagContent1);

        NdefRecord ndefRecord2 = ndefRecords[5];
        String tagContent2 = getTextFromNdefRecord(ndefRecord2);
        txt3TagContent.setText(tagContent2);

        NdefRecord ndefRecord3 = ndefRecords[7];
        String tagContent3 = getTextFromNdefRecord(ndefRecord3);
        txt4TagContent.setText(tagContent3);
    }
}

```

Figura 28. Método readTextFromMessage

Ahora bien, si *tReadnWrite* se encuentra “apagado”, se procede al proceso de escritura de la etiqueta. Para poder iniciar la escritura de la etiqueta, se debe acceder con un único usuario y contraseña, que será asignado en el momento de la instalación del aplicativo. La única forma de acceder a la escritura será digitando dicho número y contraseña. Esto, se encuentra en un *layout* diferente, el cual no permite regresar a la pantalla principal, si no se accede.

```

    user = (EditText)findViewById(R.id.User);
    password = (EditText)findViewById(R.id.Password);
}

public void CheckIn (View view){

    String us = user.getText().toString();
    String usstored = "usuario2468";
    String pw = password.getText().toString();
    String pwstored = "contraseña2468";

    if(pw.equals(pwstored) & us.equals(usstored)){

        finish();
    }

    else {

        Toast.makeText(this, "Usuario o Contraseña Incorrecta!", Toast.LENGTH_SHORT).show();
        password.setText("");
        user.setText("");
    }

}

@Override
public void onBackPressed() {

}

```

Figura 29. Verificación de acceso a la escritura

Como ya se mencionó anteriormente, para la escritura de los registros, a pesar de que se utilizan tan solo 10 editores de texto, se escriben 20 registros, bajo la finalidad de que para su lectura, no se utilicen aplicaciones alternas, y se recurra al aplicativo diseñado. Bajo esta premisa, el *Ndefmessage* estará compuesto por los 20 *ndefrecord* creados bajo el método *createTextRecord*.

```
Tag tag = intent.getParcelableExtra(NfcAdapter.EXTRA_TAG);

NdefRecord ndefrecord = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord2 = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord3 = createTextRecord(txt2TagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord4 = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord5 = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord6 = createTextRecord(txt3TagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord7 = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord8 = createTextRecord(txt4TagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord9 = createTextRecord(txt5TagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord10 = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord11 = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord12 = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord13 = createTextRecord(txt6TagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord14 = createTextRecord(txt7TagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord15 = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord16 = createTextRecord(txt8TagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord17 = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord18 = createTextRecord(txt9TagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord19 = createTextRecord(txtTagContent.getText()+"");
NdefRecord ndefrecord20 = createTextRecord(txt10TagContent.getText()+"");

NdefMessage ndefMessage = new NdefMessage(new NdefRecord[]{ndefrecord, ndefrecord2, ndefrecord3, ndefrecord4, ndefrecord5, ndefrecord6, ndefrecord7, ndefrecord8, ndefrecord9, ndefrecord10, ndefrecord11, ndefrecord12, ndefrecord13, ndefrecord14, ndefrecord15, ndefrecord16, ndefrecord17, ndefrecord18, ndefrecord19, ndefrecord20});

writeNdefMessage(tag, ndefMessage);
```

Figura 30. Creación de *ndefMessage*

Ahora, para la escritura del mensaje se utiliza un método basado en el mensaje *ndefMessage* y una variable de tipo *tag*. A partir de esta variable de tipo *tag*, se crea una nueva variable *ndef*, la cual está encargada de utilizar el elemento de tipo *Ndef* que trae android, y que le va permitir al aplicativo, interactuar con la etiqueta que se quiera escribir. El método va a preguntar primero si la variable *ndef* es de tipo *null*, para poder darle formato y así continuar con la escritura. Luego de esto, *ndef* establece conexión y pregunta si el tag es “escribible”: si no lo es, aparecerá una alerta, cierra la conexión y regresa al inicio; si lo es, escribe la etiqueta con el mensaje disponible, cierra la conexión y muestra una alerta.

```

private void writeNdefMessage(Tag tag, NdefMessage ndefMessage) {

    try {

        if (tag == null) {

            Toast.makeText(this, "Tag object cannot be null", Toast.LENGTH_SHORT).show();
            return;
        }

        Ndef ndef = Ndef.get(tag);

        if (ndef == null) {

            //format tag with the ndef format and write the message.
            formatTag(tag, ndefMessage);
        } else {

            ndef.connect();

            if (!ndef.isWritable()) {

                Toast.makeText(this, "Tag is not writable", Toast.LENGTH_SHORT).show();
                ndef.close();
                return;
            }

            ndef.writeNdefMessage(ndefMessage);
            ndef.close();

            Toast.makeText(this, "Etiqueta escrita!", Toast.LENGTH_SHORT).show();
        }
    }
}

```

Figura 31. Método de escritura

Para poder llevar un control de registro que realiza de los animales, se va a implementar una base de datos del tipo SQLite. En un sistema de base de datos cliente – servidor, el motor de la misma, es un proceso totalmente independiente que se comunica con el programa principal, SQLite se enlaza al programa de tal manera que se vuelve parte del mismo. Para el caso de Android, el aplicativo utiliza la funcionalidad integrada con la base de datos mediante llamadas simples a cada una de sus funciones, esto reduce la latencia en la comunicación con la base de datos, debido a que se realiza un protocolo más eficiente, que la comunicación entre procesos.

Ahora se crea una clase de tipo java que permita administrar la base de datos. En esta clase deberán funcionar obligatoriamente los métodos onCreate y onUpgrade.

En el método onCreate se realizara la creación de la tabla “animales” cuya llave primaria será “numero” de tipo entero, y los correspondientes 9 campos restantes. La consulta a la base de datos se realizará a través de “numero”.

```

public class AdminSQLiteOpenHelper extends SQLiteOpenHelper {

    public AdminSQLiteOpenHelper(Context context, String name, SQLiteDatabase.CursorFactory factory, int version) {
        super(context, name, factory, version);
    }

    @Override
    public void onCreate(SQLiteDatabase db) {

        db.execSQL("create table animales(numero int primary key,fechan text,peson text,pesod text,pym text,consan text,va

    }

    @Override
    public void onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion, int newVersion) {

    }

}

```

Figura 32. Clase SQLite

La escritura en la base de datos se realizará automáticamente, cada vez que se escriba una nueva etiqueta.

```

AdminSQLiteOpenHelper admin = new AdminSQLiteOpenHelper(this, "administracion", null, 1);
SQLiteDatabase bd = admin.getWritableDatabase();
String a = txtTagContent.getText().toString();
String b = txt2TagContent.getText().toString();
String c = txt3TagContent.getText().toString();
String d = txt4TagContent.getText().toString();
String e = txt5TagContent.getText().toString();
String f = txt6TagContent.getText().toString();
String g = txt7TagContent.getText().toString();
String h = txt8TagContent.getText().toString();
String i = txt9TagContent.getText().toString();
String j = txt10TagContent.getText().toString();
ContentValues registro = new ContentValues();
registro.put("numero", a);
registro.put("fechan", b);
registro.put("peson", c);
registro.put("pesod", d);
registro.put("pym", e);
registro.put("consan", f);
registro.put("vacaf", g);
registro.put("vacbru", h);
registro.put("vactu", i);
registro.put("vacra", j);
bd.insert("animales", null, registro);
bd.close();

```

Figura 33. Escritura base de datos

En la figura 33 se observa que se crea un objeto de la clase que se creó anteriormente, que nos permita administrar la base de datos, un objeto de la clase *SQLiteDatabase* que invoque a *getWritableDatabase*, lo que nos va permitir trabajar en la base de datos en modo lectura escritura. Además, se crean variables de tipo *string*, para traer toda la información ya suministrada, y asignarla a cada atributo de la base de datos, se inserta la información y se cierra la base de datos.

Para realizar una consulta, de nuevo se crea un objeto de la clase creada con anterioridad, y se habilita la base de datos en modo lectura escritura; un objeto de tipo *string* que permita realizar la consulta debida, de si existe o no en el registro dicho animal. Si es así, a continuación se le asignan los atributos encontrados, a cada una de las casillas *EditText*, para que la información sea mostrada.

```
AdminSQLiteOpenHelper admin = new AdminSQLiteOpenHelper(this,
    "administracion", null, 1);
SQLiteDatabase bd = admin.getWritableDatabase();
String a = txtTagContent.getText().toString();
Cursor fila = bd.rawQuery(
    "select fechan, peson, pesod, pym, consan, vacaf, vacbru, vactu, vacra from animales where numero=" + a, null);

if (fila.moveToFirst()) {

    txt2TagContent.setText(fila.getString(0));
    txt3TagContent.setText(fila.getString(1));
    txt4TagContent.setText(fila.getString(2));
    txt5TagContent.setText(fila.getString(3));
    txt6TagContent.setText(fila.getString(4));
    txt7TagContent.setText(fila.getString(5));
    txt8TagContent.setText(fila.getString(6));
    txt9TagContent.setText(fila.getString(7));
    txt10TagContent.setText(fila.getString(8));
```

Figura 34. Consulta en la base de datos.

CAPITULO 4

4.1 PRUEBA PILOTO

La prueba piloto se realizó en el departamento de Boyacá, en la ciudad de Duitama, vereda la trinidad, finca la María. Bajo autorización de los propietarios se realizó la prueba del sistema en cinco animales. En el anexo del documento se encuentra el registro fotográfico de dicha prueba.

Con la ayuda de la persona a cargo, que no es un médico veterinario, se obtuvo la información necesaria de cada uno de los animales para poder realizar la escritura y posterior lectura.

Número de identificación	26	27	28	29	30
Fecha de nacimiento	05/06/2010	12/10/2011	07/05/2012	12/10/2011	24/08/2012
Peso al nacer	109 Kg	98 Kg	93 Kg	103 Kg	104 Kg
Peso al destete	160 Kg	143 Kg	149 KG	164 Kg	161 Kg
Padre y Madre del animal	No	Pedro y María	Pepo y Limonaria	Pedro y María	Pepo y Manchitas
Consanguinidad	No	29	No	27	No
Vacuna aftosa	Si, 12/09/16	Si, 12/09/16	Si, 12/09/16	Si, 12/09/16	Si, 12/09/16
Vacuna brucelosis	Si, 12/09/16	Si, 12/09/16	Si, 12/09/16	Si, 12/09/16	Si, 12/09/16
Vacuna tuberculosis	No	No	No	No	No
Vacuna Rabia	No	No	No	No	No

Tabla 7 . Información de los animales a los que se les hizo la prueba.

Luego de una breve explicación al encargado sobre el funcionamiento del sistema, se realizó la escritura – lectura, de cada uno de los animales, obteniendo así un resultado favorable, acorde con lo planteado al inicio de la prueba.

Para este caso, el llavero no pudo ser instalado directamente en la piel de los animales, debido a que es un procedimiento invasivo y solo puede ser realizado por un médico veterinario. Así que, con el permiso de la persona encargada, se instalaron los llaveros en la misma chapeta de cada uno de los animales.

4.2 PANTALLAS DE LA APLICACIÓN

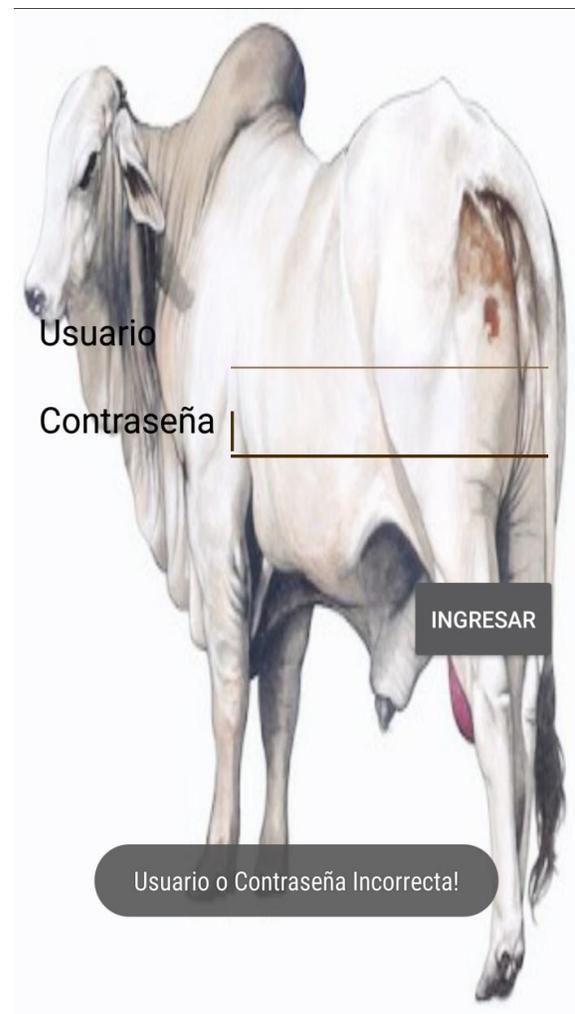
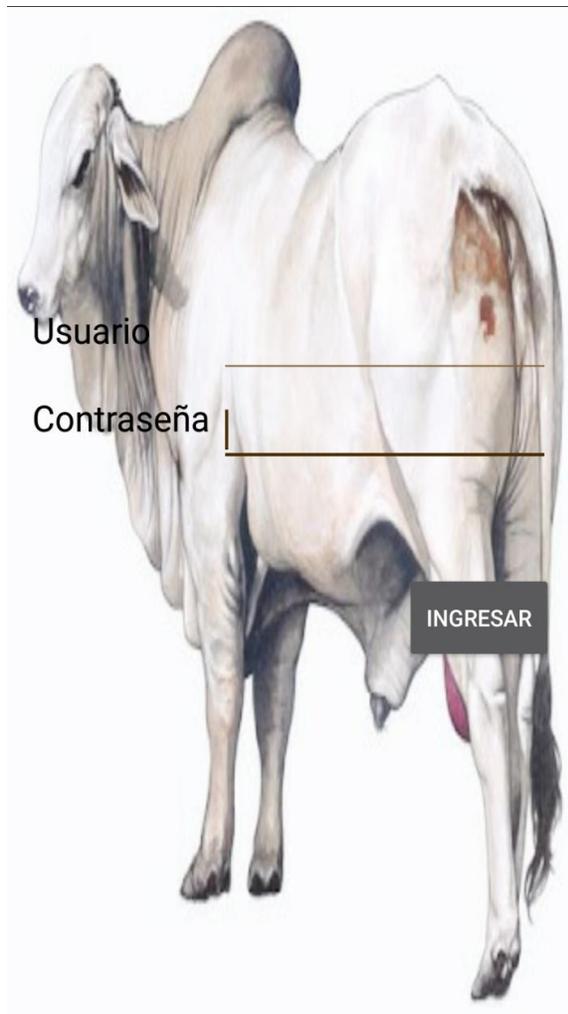
A continuación se encuentran las diferentes capturas de pantalla presentadas en la prueba piloto.

PANTALLA LEER ETIQUETA Y PANTALLA ESCRIBIR ETIQUETA



En la primera opción, el usuario encuentra disponible la pantalla para realizar la lectura de la etiqueta: Id del animal, fecha de nacimiento, peso al nacer, etc. Estas mismas opciones están disponibles para la escritura de la etiqueta, esto luego de haber realizado el acceso con usuario y contraseña.

PANTALLA ACCESO Y ACCESO ERRONEO



El usuario debe ingresar usuario y contraseña para poder ingresar; si no lo hace con el usuario y la contraseña correcta, el aplicativo no permite el acceso a la escritura de etiquetas.

PANTALLA ETIQUETA DETECTADA Y ETIQUETA ESCRITA



ESCRIBIR ETIQUETA

Numero de indentificación

Fecha de Nacimiento

Peso al nacer

Peso al destete

Padre y Madre del animal

Consanguinidad

Vacuna Aftosa

Vacuna Brucelosis

Vacuna Tuberculosis

Vacuna Rabia

Etiqueta detectada!

CONSULTAR



ESCRIBIR ETIQUETA

Numero de indentificación

Fecha de Nacimiento

Peso al nacer

Peso al destete

Padre y Madre del animal

Consanguinidad

Vacuna Aftosa

Vacuna Brucelosis

Vacuna Tuberculosis

Vacuna Rabia

Etiqueta escrita!

CONSULTAR

Luego de realizar el acceso, y de digitar la información, el usuario acerca la etiqueta y el aplicativo procede a escribirla.

PANTALLA PRUEBA PILOTO LECTURA HECHA Y ANIMAL 26



	LEER ETIQUETA
Numero de indentificación	30
Fecha de Nacimiento	24/08/2012
Peso al nacer	104 Kg
Peso al destete	161 Kg
Padre y Madre del animal	Pepo y Manchitas
Consanguinidad	No
Vacuna Aftosa	Si, 12/09/16
Vacuna Brucelosis	Si, 12/09/16
Vacuna Tuberculosis	No
Vacuna Rabia	No

Etiqueta detectada!

CONSULTAR



	LEER ETIQUETA
Numero de indentificación	26
Fecha de Nacimiento	05/06/2010
Peso al nacer	109 Kg
Peso al destete	160 Kg
Padre y Madre del animal	No
Consanguinidad	No
Vacuna Aftosa	Si, 12/09/16
Vacuna Brucelosis	Si, 12/09/16
Vacuna Tuberculosis	No
Vacuna Rabia	No

CONSULTAR

Luego de realizar la escritura de todas las etiquetas, se realiza la verificación de que todos los animales están registrados en la base de datos. Aquí, la del animal 26.

PANTALLA PRUEBA PILOTO ANIMAL 27 Y ANIMAL 28



LEER ETIQUETA

Numero de indentificación	27
Fecha de Nacimiento	12/10/2011
Peso al nacer	98 Kg
Peso al destete	143 Kg
Padre y Madre del animal	Pedro y Maria
Consanguinidad	29
Vacuna Aftosa	Si, 12/09/16
Vacuna Brucelosis	Si, 12/09/16
Vacuna Tuberculosis	No
Vacuna Rabia	No

CONSULTAR



LEER ETIQUETA

Numero de indentificación	28
Fecha de Nacimiento	07/05/2012
Peso al nacer	93 Kg
Peso al destete	149 Kg
Padre y Madre del animal	Pepo y limonaria
Consanguinidad	No
Vacuna Aftosa	Si, 12/09/16
Vacuna Brucelosis	Si, 12/09/16
Vacuna Tuberculosis	No
Vacuna Rabia	No

CONSULTAR

Aquí se encuentra la etiqueta del animal 27 y del animal 28.

PANTALLA PRUEBA PILOTO ANIMAL 29 Y ANIMAL 30



LEER ETIQUETA

Numero de indentificación	29
Fecha de Nacimiento	12/10/2011
Peso al nacer	103 Kg
Peso al destete	164 Kg
Padre y Madre del animal	Pedro y María
Consanguinidad	27
Vacuna Aftosa	Si, 12/09/16
Vacuna Brucelosis	Si, 12/09/16
Vacuna Tuberculosis	No
Vacuna Rabia	No

CONSULTAR



LEER ETIQUETA

Numero de indentificación	30
Fecha de Nacimiento	12/10/2011
Peso al nacer	103 Kg
Peso al destete	164 Kg
Padre y Madre del animal	Pedro y María
Consanguinidad	27
Vacuna Aftosa	Si, 12/09/16
Vacuna Brucelosis	Si, 12/09/16
Vacuna Tuberculosis	No
Vacuna Rabia	No

CONSULTAR

Aquí se encuentra la etiqueta del animal 29 y del animal 30.

PANTALLA NUMERO DE ID Y ERROR DE NUMERO ID

ESCRIBIR ETIQUETA

Numero de indentificación _____

Fecha de Nacimiento _____

Peso al nacer _____

Peso al destete _____

Padre y Madre del animal _____

Consanguinidad _____

Vacuna Aftosa _____

Vacuna Brucelosis _____

Vacuna Tuberculosis _____

Vacuna Rabia _____

Por favor digite un número de indentificación

CONSULTAR

ESCRIBIR ETIQUETA

Numero de indentificación _____

Fecha de Nacimiento _____

Peso al nacer _____

Peso al destete _____

Padre y Madre del animal _____

Consanguinidad _____

Vacuna Aftosa _____

Vacuna Brucelosis _____

Vacuna Tuberculosis _____

Vacuna Rabia _____

No existe un animal con dicho número

CONSULTAR

Por último, para comprobar el funcionamiento de la base de datos, se realiza una prueba en las consultas, primero sin un número de indentificación y luego con un número de indentificación de animal falso.

CONCLUSIONES

Después de analizar todas las etiquetas disponibles en el mercado, su forma de trabajo, su capacidad de almacenamiento, su velocidad de transmisión, se establece que la mejor opción es la Mifare Classic 1k por su forma, su cantidad de memoria y los protocolos de seguridad que tiene. Así mismo, y en base a la etiqueta elegida para el proyecto, el equipo celular que se escogió para la lectura escritura es de fácil manipulación para el usuario final y cuenta con las funcionalidades necesarias para el prototipo.

Para el desarrollo del aplicativo, fue de suma importancia el acercamiento con personal idóneo en la crianza de ganado bovino, ya que esto permitió obtener información detallada y relevante para la identificación de animales: su crianza y posterior adultez.

Al realizar la implementación y prueba piloto del prototipo, se encuentra que el sistema es eficaz, cumple con su funcionamiento y no presenta ningún problema en su ejecución, al ser integrado con las cabezas de ganado bovino. La implantación de la etiqueta NFC en la cantidad de animales necesaria dentro de la finca, no representa peligro alguno para la integridad del animal, no es invasivo, y facilita la interacción de la misma con el aplicativo.

La implantación del sistema, mejora de muchas formas, el proceso de identificación y cuidado de las cabezas de ganado; Facilita, al cuidador, el control que se debe realizar a los animales, pues la interfaz es amigable con el usuario final. Además, y gracias al servicio que presta el prototipo, agiliza procesos de cuidado y verificación de ganado, ya que muchas veces estos se tornan tediosos debido a la cantidad de animales que sea necesario revisar.

Fue necesario, al momento de realizar la prueba piloto, explicar al usuario final la necesaria proximidad entre la etiqueta y el dispositivo móvil, ya que, al ser inalámbrico, se crea la idea de poder manejar una distancia más amplia al momento de hacer una lectura o una escritura.

Dentro de las limitantes del sistema se encuentra que las etiquetas no son compatibles con todo tipo de dispositivo de telefonía celular que permita la lectura escritura en NFC, así que, se debe usar un equipo de características específicas que permita se acople a dichas etiquetas.

TRABAJOS FUTUROS

El proyecto fue desarrollado con el apoyo del grupo de investigación LIDER de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, permitiendo así el desarrollo de nuevas ideas.

El prototipo diseñado abre las puertas para mejorar los procesos de identificación animal en múltiples campos: producción ganadera, crianza de animales, animales domésticos, etc. Además, esta idea puede ser implementada en otro tipo de ganado: porcino, ovi no, caprino.

El prototipo puede ampliar su campo de acción, implementando un acceso remoto en cualquier parte, para que, a quien corresponda, pueda acceder a la información allí registrada, a través de un dispositivo portátil o computador.

Se pueden implementar sistemas que permitan hacer barridos de información en fincas ganaderas grandes, compaginando el prototipo NFC con sistemas RFID.

REFERENCIAS

- Albrecht, K. (2010). Microchip-induced tumors in laboratory rodents and dogs: a review of the literature 1990–2006. *2010 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS)*, 337 - 349. doi:10.1109/ISTAS.2010.5514622
- Anaya Cantellán, A., López Martínez, I. (2014). La tecnología NFC en teléfonos celulares, sus retos y aplicaciones. *Research in Computing Science* 77. Instituto tecnológico de Orizaba. 97–107.
- Anu, V. M., Deepika, M. I., & Gladance, L. M. (2015). Animal identification and data management using RFID technology. *2015 International Conference on Innovation Information in Computing Technologies (ICIICT)*, 1-6. doi:10.1109/ICIICT.2015.7396069
- Campa Ruiz, A. (2011). Desarrollo de una aplicación de pago a través de la tecnología NFC.
- Catarinucci, L., Colella, R., Mainetti, L., Mighali, V., Patrono, L., Sergi, I., & Tarricone, L. (2012). An innovative animals tracking system based on passive UHF RFID technology. *20th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM)*, 2012, 1-7.
- Cavoukian, A. (2011). Mobile Near Field Communications (NFC):" tap'n Go": Keep it Secure and Private. Information and Privacy Commissioner of Ontario, Canada.
- Chansud, W., Wisanmongkol, J., & Ketprom, U. (2008). RFID for poultry traceability system at animal checkpoint. *5th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, ECTI-CON 2008*, 2, 753-756. doi:10.1109/ECTICON.2008.4600540
- Coskun, V., Ok, K., & Ozdenizci, B. (2013). *Professional NFC application development for android*. John Wiley & Sons.
- Ferreira, P., Carignano, M.F. (2011). Tecnología inalámbrica Near Field Communication y sus aplicaciones en sistemas embebidos. *CASE 2011. Congreso Argentino de Sistemas Embebidos*. 97–102.

- Hébuterne, S., Pérechon, S. (2014). Guía de desarrollo de aplicaciones para Smartphones y Tabletas (2a Ed.). ENI.
- Ilie-Zudor, E., Kemény, Z., Van Blommestein, F., Monostori, L., & Van Der Meulen, A. (2011). A survey of applications and requirements of unique identification systems and RFID techniques. *Computers in Industry*, 62(3), 227-252.
- LIN, Y. H., CHEN, Q. Y., HU, X. S., & QIU, R. Z. (2015). Design of an Integrated RFID Animal Ear Tag and Tracking System. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 4, 016.
- Liu, Y., & Shao, P. (2010). Applying RFID to the pet's information management to realize collaboration. *2010 7th International Conference on Service Systems and Service Management, Proceedings of ICSSSM' 10*, 917–922. <http://doi.org/10.1109/ICSSSM.2010.5530114>.
- López, G. C., Ghirardi, J. J., Garín, D., Mocket, J. H., & Hernández-Jover, M. (2002). Aplicación de la identificación electrónica a la trazabilidad del ganado y de la carne. *Ganadería*, (17), 48-56.
- Near, I., & Communication, F. (2012). Informe Near Field Communication (NFC).
- Nokia. (2011). Introduction to NFC. *Chaos (Woodbury, N.Y.)*, 21(April), 037101. doi:10.1063/1.3643065.
- Pongpaibool, P. (2008). A study on performance of UHF RFID tags in a package for animal traceability application. *5th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, ECTI-CON 2008*, 2, 741-744. doi:10.1109/ECTICON.2008.4600537.
- Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Ochoa L. 2011. Buenas prácticas ganaderas. Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGÁN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. 82.

ANEXOS

REGISTRO FOTOGRAFICO



Foto 1. Prueba piloto realizada con animales. Imagen propia.



Foto 2. Prueba piloto realizada con animales. Imagen propia.

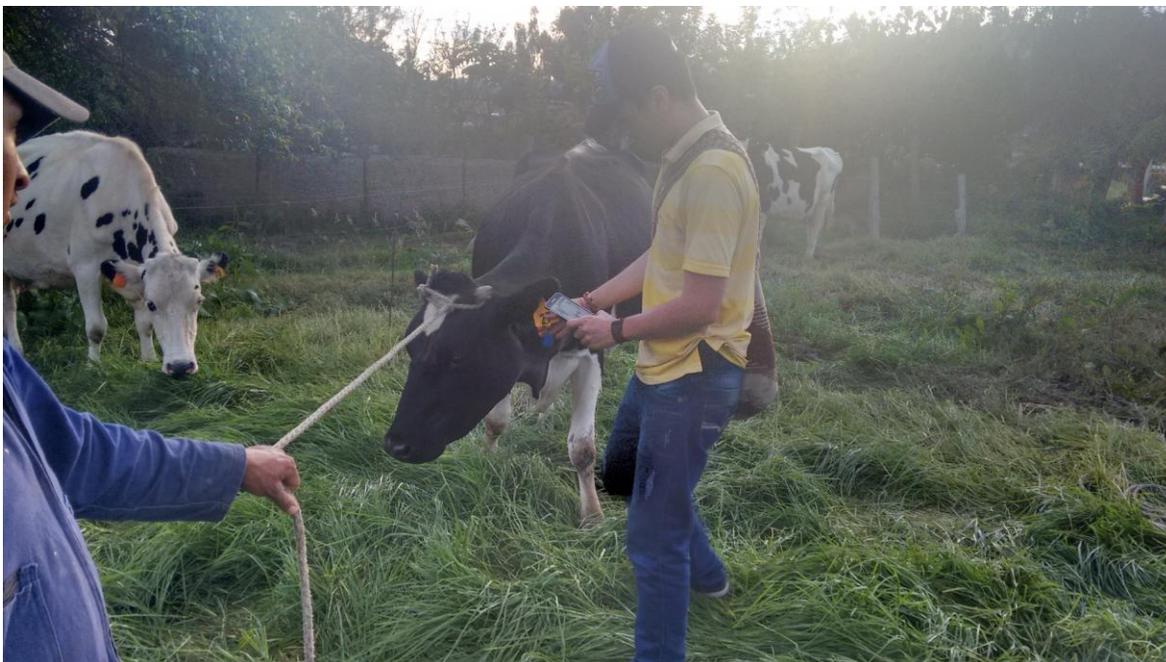


Foto 3. Prueba piloto realizada con animales. Imagen propia.

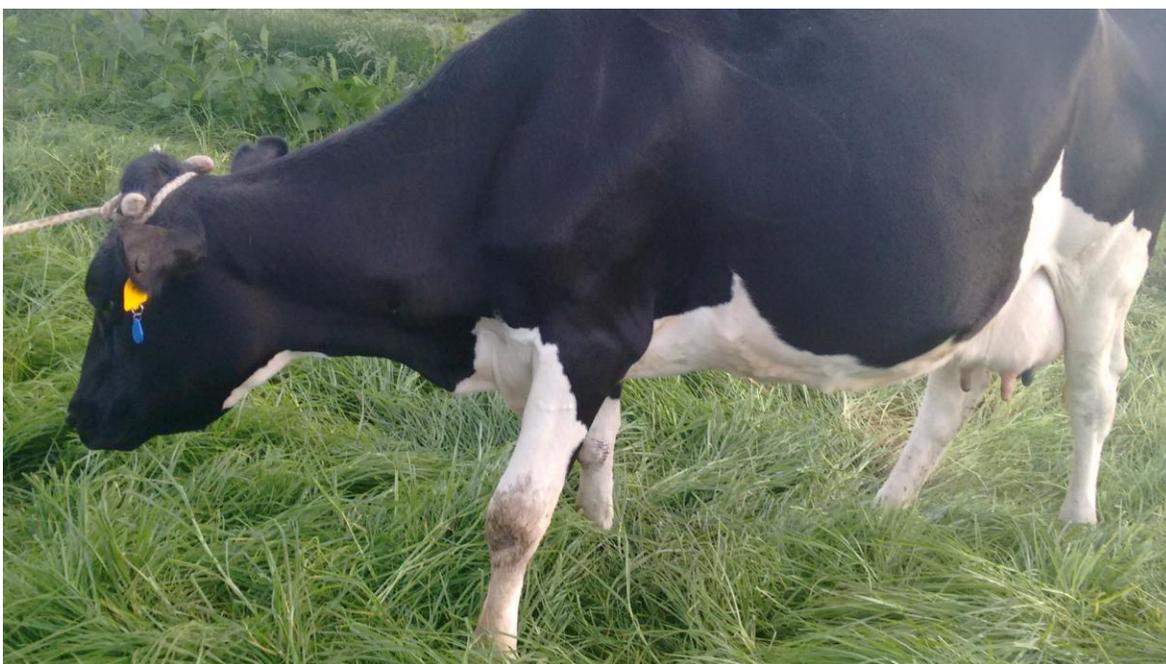


Foto 4. Prueba piloto realizada con animales. Imagen propia.



Foto 5. Prueba piloto realizada con animales. Imagen propia.



Foto 6. Prueba piloto realizada con animales. Imagen propia.

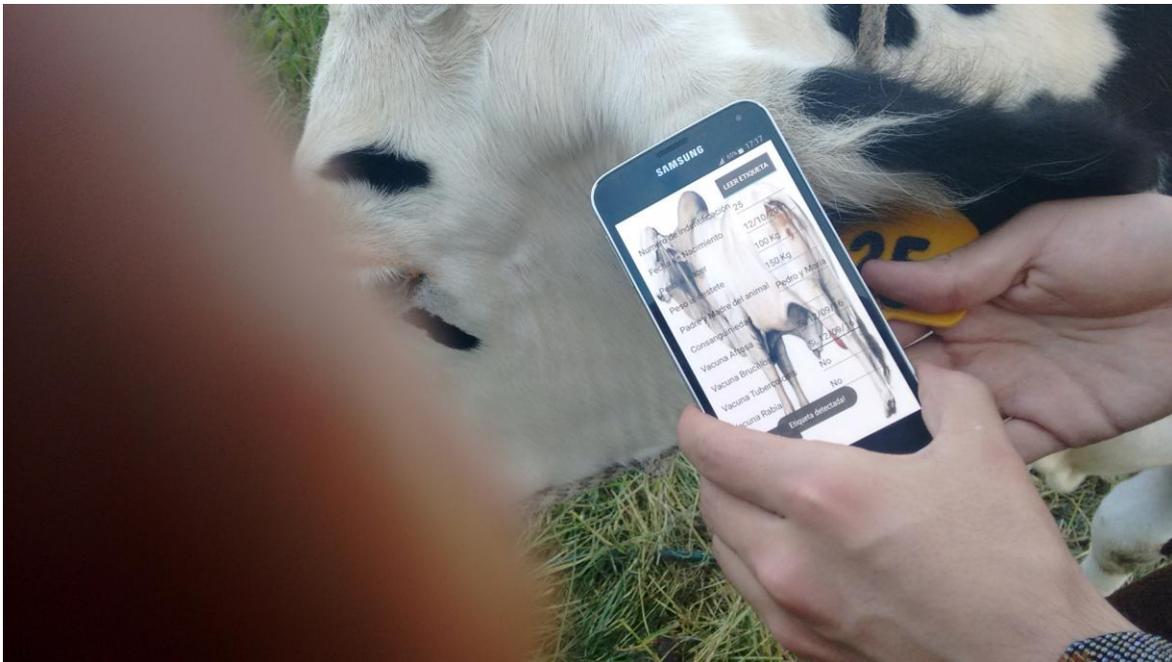


Foto 7. Prueba piloto realizada con animales. Imagen propia.



Foto 8. Prueba piloto realizada con animales. Imagen propia.