

Desarrollo de una aplicación móvil para reconocimiento de personas después de una catástrofe natural utilizando la tecnología NFC

Development of a mobile application for recognition of people after a natural disaster using NFC technology

Luis Cáceres Álvarez¹ Angela Ossandón Carpio¹

Recibido 27 de junio de 2018, aceptado 06 de agosto de 2018

Received: June 27, 2018 Accepted: August 06, 2018

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación consiste en desarrollar una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo Android, que permitirá obtener información concreta de una persona que porte un tag (etiqueta) con tecnología NFC. Esta información se obtendrá de forma instantánea al acercar un dispositivo móvil al tag que porta la persona a identificar, ayudando a un reconocimiento instantáneo mediante la obtención de datos personales de relevancia. Esta aplicación pretende dar solución al problema que se genera luego de una catástrofe natural en la cual muchas personas perdidas (discapacitados, niños, ancianos, etc.), son incapaces de entregar su información personal a profesionales especialistas en rescate o personal de servicios de emergencia. Lo que perjudica su rápida reubicación, retorno con sus familiares y ayuda específica en enfermedades que podrían sufrir y su utilización se sumaría a las medidas de prevención enfocada en el resguardo de las personas más vulnerables de la población e iría en directa colaboración en las labores de entidades de rescate oficial.

Palabras clave: Near Field Communication (NFC), catástrofes naturales, tag NFC, Android, aplicación móvil.

ABSTRACT

The objective of this research work is to develop a mobile application for devices with the Android operating system, which will obtain specific information from a person carrying a tag with NFC technology. This information will be obtained instantaneously when approaching a mobile device to the tag that carries the person to identify, helping an instant recognition by obtaining personal data of relevance. This application is intended to solve the problem that arises after a natural disaster in which many people lost (disabled, children, elderly, etc.) are unable to deliver their personal information to specialists in rescue or emergency services personnel, which adversely affects their rapid relocation, return with their families and specific assistance in diseases that may suffer. Its use would be added to the prevention measures focused on the shelter of the most vulnerable people of the population and would go directly in collaboration in the work of official rescue entities.

Keywords: *Near Field Communication (NFC), natural disaster, NFC tag, Android, mobile application.*

¹ Escuela Universitaria de Ingeniería Industrial, Informática y de Sistemas. Universidad de Tarapacá. 18 de Septiembre 2222. Arica, Chile. E-mail: lcaceres@uta.cl; angelaossandonc@gmail.com

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la humanidad se han desarrollado diferentes formas de comunicación con el fin de solucionar el problema que causa la distancia que nos separa de otras personas y en conjunto se han creado tecnologías para realizar múltiples tareas a distancia; tales como mantenerse informados, expresar ideas y participar de diferentes eventos entre otras. La creatividad humana nos muestra que no tiene límites y que puede ser capaz de crear nuevas tecnologías orientadas a mantenernos en contacto sin importar las distancias.

En los últimos años las tecnologías asociadas a la comunicación han ido evolucionando rápidamente, las personas se adaptan a nuevas formas de comunicarse provocando incluso dependencia de las mismas [1], pero que si son orientadas con fines científicos, pueden ser la base para solucionar problemas y ser el motor de desarrollo de nuevas formas de hacer, tanto actividades cotidianas como tareas complejas.

“La rapidez con que avanzan las tecnologías, en conjunto con la miniaturización de los dispositivos informáticos y de comunicación, permite emergentes y emocionantes aplicaciones y servicios que conectan el mundo cibernético con el mundo real. En el futuro la digitalización sensorial, la comunicación y capacidad de procesamiento estarán integradas en objetos cotidianos convirtiéndolos en el Internet de las Cosas (IoT). Dispositivos inteligentes recolectaran datos, transmitirán la información y procesaran esta información de manera colaborativa” [2].

Pareciera no haber barreras para la evolución de las tecnologías, pero la humanidad aún tiene muchos desafíos ya que a pesar de los avances, aún no se puede ir contra el poder de la naturaleza y predecir por ejemplo catástrofes naturales o eventos sísmicos de este tipo. El desafío está entonces en poder tomar los resguardos y poner todos los avances tecnológicos a nuestro favor, con el fin de estar preparados de la mejor forma para hacerle frente a lo impredecible y una buena opción tecnológica de comunicación, serían los dispositivos móviles por su uso masivo y características.

En la actualidad los dispositivos móviles ya no se utilizan solamente para llamadas telefónicas, se han convertido en un elemento indispensable para

las personas, sobre todo los Smartphone que han evolucionado al punto de permitir conectarse con el resto del mundo y ejecutar múltiples aplicaciones capaces de llevar a cabo casi cualquier tarea y podrían ser llevados al siguiente nivel: ser un dispositivo que aporte en labores de rescate [3].

Este trabajo muestra el desarrollo de una aplicación para conectar a las personas usando la tecnología de corto alcance *Near Field Communication* (NFC); la cual está disponible en la mayoría de los teléfonos móviles que les permiten leer códigos y recoger información. Un dispositivo móvil puede escanear e interpretar el significado de un código, como códigos de respuesta rápida, mediante un dispositivo inteligente que mantiene la identificación de información sobre el elemento al que se adjunta [4-5].

Esta solución está enfocada a personas vulnerables con dificultad para comunicarse y entregar por sí mismos su información personal ya sea por su edad o padecimiento de alguna enfermedad.

TECNOLOGÍAS DE CORTO ALCANCE

En la actualidad las tecnologías de corto alcance son parte de nuestro diario vivir siendo muy utilizadas en múltiples tareas. Sin embargo, pasan desapercibidas por sus usuarios a pesar de que son muy útiles. Cuando nos referimos a su gran utilidad nos enfocamos principalmente en que logran hacer más fáciles tareas cotidianas, principalmente en el área de la transferencia de información y sin ningún tipo de cables de por medio. Así se pueden nombrar múltiples tareas que utilizan estas tecnologías, que asociadas con el uso de un dispositivo móvil pueden, desde realizar un proceso básico como el de transferir un archivo hasta un proceso más complejo como hacer el pago de cuentas de algún usuario [6].

Así se puede comprender que, cada vez se generan más escenarios compatibles a este tipo de soluciones y que es de importancia saber cuál de ellas utilizar en diferentes casos, por lo que se debe considerar sus características y diferencias. A continuación, se describen las características principales de las tecnologías emergentes de corto alcance.

A. Tecnología Bluetooth

Bluetooth es una tecnología inalámbrica de corto alcance y forma parte de las conocidas WPAN

(*Wireless Personal Area Network*) y su estándar es IEEE 802.15.1 [7]. Principalmente se usa esta tecnología en el intercambio de archivos e información entre dispositivos móviles y computadores; otorgando una facilidad en la sincronización entre éstos y siendo ampliamente usada en la actualidad.

Bluetooth comunica dichos dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia seguro y globalmente libre (2,4 GHz) y establece comunicación en distancia de hasta 10 metros aproximadamente [8]. Un ejemplo de su funcionalidad se muestra en la Figura 1.

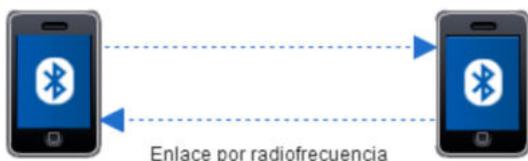


Figura 1. Comunicación con tecnología Bluetooth [9].

B. Tecnología RFID

RFID (Identificación por Radiofrecuencia) es una tecnología de almacenamiento y recuperación remota, está basada principalmente en el uso de etiquetas o también llamados “tags” que poseen un chip en las que reside la información y se genera la comunicación en distancia de 2 hasta 100 metros aproximadamente. RFID se basa en un concepto similar al del sistema de código de barras; pero la diferencia es que RFID usa señales de radiofrecuencia, en cambio los códigos usan señales ópticas para transmitir los datos entre la etiqueta y el lector.

La implementación de sistemas que utilizan la tecnología RFID se han desarrollado últimamente de forma masiva, principalmente por la reducción de costos que genera; la aplicación más destacada de esta tecnología es en el área de la logística dado que permitiría; por ejemplo, tener localizado cada uno de los productos de una cadena de producción.

Las etiquetas RFID se clasifican en dos:

- RFID activas: emiten constantemente y necesitan alimentación.
- RFID pasivas: solo se activan ante la presencia de un lector [10].

Un ejemplo de su funcionalidad se muestra en la Figura 2.

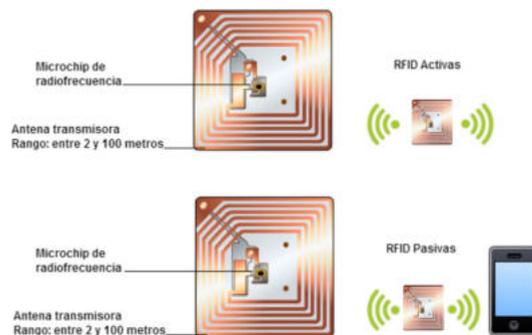


Figura 2. RFID activa y RFID pasiva [11].

Entre las características que presenta RFID están:

- Trabaja en diferentes bandas de frecuencias que van desde bandas de baja frecuencia (KHz) hasta bandas de alta frecuencia (GHz).
- Existen tres tipos de tags (etiquetas): activos, pasivos y semi-pasivos.
- Para los tags activos, su fuente de alimentación es propia mediante baterías de larga duración, generalmente compuestas de litio o dióxido de manganeso. La duración de estas depende del modelo de tag y de la actividad que tenga, pero suele ser de varios años. Además, generalmente los tags activos envían la información del estado de las baterías para que pueda haber un control de éstas.
- Tiene distintas distancias para la lectura y escritura de sus tags (etiquetas) y pueden llegar generalmente hasta los 100m.
- La memoria interna generalmente es de 4 y 32 Kbyte [12].

Los sistemas RFID están compuestos básicamente de un lector, un tag (etiqueta), middleware RFID que es un subsistema de procesamiento de datos y su antena.

Las bandas de frecuencia en las cuales trabaja dependen del tipo de aplicación y en la región en donde se encuentre, agrupando en cuatro rangos de frecuencia:

- Banda de baja frecuencia LF (9-135 KHz): su principal ventaja es que esta banda se la puede

utilizar en todo el mundo. Debido a su corto alcance de operación que es de menos de 1 metro, es útil para algunas aplicaciones como el control de acceso, identificación de animales, identificación de objetos, etc.

- Banda de alta frecuencia HF (13,56 MHz): esta frecuencia le permite tener compatibilidad con otras tecnologías, como el caso de NFC y trabaja sin restricción en todo el mundo. Se utiliza para aplicaciones como control de equipaje en aviones o acceso a edificios, etc.
- Banda de frecuencia ultra-alta UHF (433 MHz y 860-960 MHz): este rango de frecuencias tiene restricción ya que no hay una regulación mundial y su aplicación depende de cada región o país donde se utilice.
- Banda de frecuencia de microondas (2,45 - 5 GHz): estas frecuencias no tienen ninguna restricción y pueden ser usadas a nivel global. También, estas frecuencias son usadas por etiquetas activas ya que permiten distancias de lectura lejanas, así como altas velocidades de transmisión [13].

En telecomunicaciones, las microondas son usadas en radiodifusión, ya que estas pasan fácilmente a través de la atmósfera con menos interferencia que otras longitudes de onda mayores. También hay más ancho de banda en el espectro de microondas que en el resto del espectro de radio. Usualmente, las microondas son usadas en programas informativos de televisión para transmitir una señal, desde una localización remota a una estación de televisión, mediante una camioneta especialmente equipada. Protocolos inalámbricos LAN, tales como Bluetooth y las especificaciones de Wi-Fi, IEEE 802.11g y b también usan microondas en la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical), aunque la especificación 802.11a usa una banda ISM en el rango de los 5 GHz. La televisión por cable y el acceso a Internet vía cable coaxial usan algunas de las más bajas frecuencias de microondas. Algunas redes de telefonía celular también usan bajas frecuencias de microondas [14].

C. Tecnologías NFC (Comunicación de Campo Cercano)

La tecnología NFC (*Near Field Comunicación*) permite una interacción simple y segura entre dispositivos, permite realizar entre ellos transacciones sin contacto, acceder a contenido digital, y conectarlos

con un solo toque. Complementa tecnologías inalámbricas populares mediante la utilización de los elementos claves existentes en las normas para la tecnología de tarjetas sin contacto (ISO/IEC 14443 A & B y JIS X - 6319-4) [15].

NFC es una tecnología que viene a sumar nuevas funcionalidades a la anteriormente nombrada RFID; esto se genera al combinar en un mismo dispositivo, una etiqueta y un lector RFID con el fin de lograr una comunicación bidireccional entre los dispositivos que interactúan, pudiendo ser ambos emisor o receptor, dejando de lado el concepto funcional de “lector y etiqueta RFID” porque se pueden realizar ambas tareas eventualmente [16].

NFC genera grandes ventajas al ser aplicada a los dispositivos móviles, ya que el usuario lleva en su terminal móvil no solo una etiqueta RFID con sus datos (o la información necesaria para cada aplicación), sino que también, un lector para leer información de otras etiquetas RFID. Esto complementa la comunicación a corta, media y larga distancia provista por los dispositivos móviles como Bluetooth o WiFi, con la comunicación a muy corto alcance (centímetros) provista por NFC. Un ejemplo de cómo se ha incorporado el tag NFC en los dispositivos móviles se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Incorporación de la tecnología NFC [17].

Además, NFC es una tecnología que genera un sistema de transmisión de datos similar al que utilizan los principios de la tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia). No obstante, esta ofrece muchas más opciones que RFID, ya que aprovecha el amplio uso de los dispositivos móviles, así como también utiliza las capacidades de cómputo de éstos.

NFC es un estándar para la comunicación de radio frecuencia definido por ECMA (*European Computer Manufacturers Association*) en Diciembre del 2004.

NFC opera en la banda de los 13.56 MHz, permitiendo el intercambio de información entre periféricas hasta una distancia de aproximadamente 10 cm. Esta tecnología es una extensión de la norma ISO/IEC 14443 y permite la transmisión y recepción de datos a una velocidad de 106, 212 o 424 kbit/s. La distancia óptima para su funcionamiento no debe superar los 20 cm [18].

El desarrollo de esta tecnología empieza en el año 2002 y sus promotores fueron *Phillips* y *Sony* principalmente para conseguir compatibilidad con sus tecnologías, Mifare y FeliCa respectivamente, pero fue hasta el año 2003 que se aprueba como el estándar ISO 18092 [19-20].

A pesar de lo que se podría pensar como primera impresión, su limitada cobertura es más bien una ventaja, ya que su utilización está enfocada en atender servicios que requieran una necesaria privacidad y dicha cercanía evita errores en la comunicación y respalda una mayor seguridad en la transmisión de datos [21].

SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA

Para este trabajo, se selecciona la tecnología NFC, la cual es elegida como solución ya que ofrece muchas más opciones que las otras anteriormente nombradas; esto debido a que aprovecha el amplio uso de los dispositivos móviles y las capacidades de cómputo de éstos, siendo compatible con el desarrollo de una aplicación móvil que entregue información de relevancia asociada a una persona. Además, el tiempo de establecimiento de la comunicación es inferior en comparación a sus pares, siendo una tecnología de gran estabilidad que proporciona intuitivamente una simple y segura la interacción de dos vías entre dispositivos electrónicos.

Requerimientos de la Aplicación

Los requerimientos de la aplicación, son una descripción de las necesidades que se deben satisfacer; en otras palabras, especifica algo que el sistema entregado debe ser capaz de realizar para un óptimo desempeño de la aplicación. La aplicación a grandes rasgos, deberá establecer una comunicación con el tag NFC al acercarse el dispositivo móvil, lo que permitirá acceder a los datos almacenados, para

luego ser visualizados por la pantalla del dispositivo móvil; si se cuenta con conexión a Internet en ese instante, permitirá elegir la opción de almacenarlos directamente en una base de datos alojada en un servidor destinado a este fin.

1. Requerimientos Funcionales

Definen las funciones que el sistema será capaz de realizar y cómo se comportará este durante su ejecución. A continuación, se describen dichos requerimientos:

- Obtener los datos asociados al acercarse el dispositivo al tag que porta la persona.
- Visualizar los datos obtenidos del tag a través del dispositivo móvil.
- Actualizar los datos obtenidos del tag a través del dispositivo móvil.

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

A. Arquitectura y lenguaje usado en la Aplicación

Según la norma ANSI/IEEE 1471-2000, la arquitectura de un sistema es la organización fundamental del mismo para lo que se consideran sus componentes, las relaciones entre sí y el ambiente, además de los principios que gobiernan su diseño y evolución [22].

En la Figura 4, se describe la arquitectura básica de la aplicación; se muestran los componentes que interactúan en su funcionamiento y las relaciones que se generan entre ellos; esta sirve como guía para su posterior implementación.

En la parte central de la arquitectura del sistema, se encuentra el dispositivo móvil que posee el tag NFC; este se encuentra alojado dentro del mismo



Figura 4. Arquitectura de la aplicación NFC. Fuente: Elaboración propia.

dispositivo y lo provee de esta tecnología de comunicación, también contiene el elemento seguro que será accesible por el tag NFC aun estando en modo pasivo y que permite implementar la aplicación de forma segura.

Se cuenta con la aplicación NFC instalada en el dispositivo móvil que provee de una interfaz diseñada para la escritura/lectura del tag NFC y con los usuarios que representan a las personas que llevarán estas mismas etiquetas o tags. La comunicación se realiza por medio de la norma ISO 14443-3A que es un estándar internacional, relacionado con las tarjetas de identificación electrónicas, en especial las tarjetas de proximidad, gestionado conjuntamente por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

En una primera etapa se considerará realizar el proceso de la escritura del tag NFC, con la información personal de relevancia del usuario a través de la interfaz de la aplicación; este se alojará dentro de una pulsera de mano que llevarán estos mismos. En forma paralela se contará con una base de datos que será poblada con los datos de los usuarios de estas pulseras NFC.

En una segunda etapa, que será posterior a algún tipo de catástrofe natural o algún evento de similares características, se podrá acceder a los datos de cada usuario al momento de acercar el dispositivo móvil a la pulsera que porta; esto se considera en el proceso de lectura de datos y se tendrá la opción de actualizar la base de datos si se considera necesario. Además, se contará con una plataforma Web básica para la visualización del estado de los usuarios en cuanto a su localización (localizado/no localizado).

Sistema Operativo

Los dispositivos que se deben considerar serán teléfonos móviles que cuenten con el hardware NFC necesario para poder implementar la aplicación, siendo esto un requisito fundamental para el desarrollo del proyecto. Por este motivo se realizó una investigación de los sistemas operativos asociados a la telefonía móvil y cuál es su participación en el mercado con el fin de decidir cual se seleccionará.

En la Figura 5 se muestra un gráfico comparativo de los diferentes sistemas operativos que están presentes en los dispositivos móviles; se puede

apreciar que hay dos sistemas destacados por sobre los demás, estos son Android e IOS; pero queda claro que Android es el sistema operativo que lidera el mercado por sobre los demás. El siguiente sistema operativo a considerar en cuanto al porcentaje en el mercado sería IOS, pero a una distancia bastante considerable del primero; y con la desventaja de solo estar diseñado para dispositivos de la marca Apple en los cuales no se integra masivamente la tecnología NFC; lo cual hace finalmente que se descarte IOS y se desarrolle la aplicación bajo el sistema operativo Android.

Características y diseño del tag (etiqueta NFC)

Hay una gran variedad de etiquetas NFC que están clasificadas en diferentes tipos; esta designación de tipo depende de las características que presentan.



Figura 5. Participación en el mercado de los sistemas operativos [23].

Para tomar correctamente la decisión sobre qué tipo de etiqueta se utilizará para el desarrollo de la aplicación móvil, se debe tomar en cuenta los requisitos de memoria que se deben cumplir; es decir se debe elegir el tag o etiqueta NFC que cuente con la capacidad de memoria suficiente para poder almacenar los datos de interés que debe desplegar la aplicación.

Se estima que los tags deben presentar una capacidad de memoria mínima de unos 300 bytes para poder almacenar la información de relevancia de quien lo porta.

Una vez establecida la capacidad de memoria mínima requerida, se tiene mayor claridad de la elección de la etiqueta; varias de estas disponibles

en el mercado no cumplen con este requisito y no serán consideradas en esta elección.

Entre las más utilizadas y que también cumplen con la capacidad de memoria mínima requerida, están las etiquetas NTAG21x, MIFARE Classic, MIFARE PLUS y MIFARE DESFire, las cuales se consideran en la Tabla 1 para su comparación.

Se puede apreciar las distintas especificaciones de fábrica de cada etiqueta NFC. Las etiquetas MIFARE Plus fueron creadas y diseñadas con una orientación dirigida a aplicaciones de pago y por esta razón tienen un sistema de criptografía avanzada, tipo AES-128 (Advanced Encryption Standard). Por otro lado, las MIFARE DESFire poseen una capacidad de memoria alta e incluso mayor a la estimada para esta aplicación y poseen variados métodos de encriptación; tales como: 2KTDES, 3KTDES y AES-128.

Estos dos tipos de etiqueta antes mencionadas cumplen con los requisitos de memoria estimados para la aplicación, pero por presentar características de encriptación avanzada tiene un mayor valor y por consecuencia elevan los costos de implementación por lo cual no son la opción elegida.

Las etiquetas MIFARE Classic tienen un sistema de encriptación asimétrico de 48 bits; gracias a esto es posible determinar dos claves: una pública y una privada que permiten bloquear ciertos sectores de la estructura interna de la etiqueta. A pesar de estas características, estas etiquetas tampoco fueron seleccionadas para este proyecto debido a que no son compatibles con todos los dispositivos móviles según las especificaciones del NFC Forum; ya que la compañía NPX es propietaria de múltiples

tecnologías y protocolos de comunicación patentados bajo la marca MIFARE.

Para finalizar se analizaron las etiquetas NTAG 21X, por lo que se desarrolló la investigación específica en las etiquetas NTAG215 y NTAG 216 para las cuales el sistema de seguridad es determinado por una contraseña de 32 bits, que logra proteger una estructura interna de 16 páginas a través de bytes de bloqueo dinámico [25].

Debido a la amplia compatibilidad con dispositivos móviles, a que posee un sistema de seguridad adecuado y que además tienen un precio menor al de las otras etiquetas mencionadas; las elegidas para esta aplicación serán las NTAG 21X más específicamente la etiqueta NTAG 216, aunque no se descarta en un trabajo a futuro abarcar un mayor tipo de etiquetas con diferentes características si esto fuera necesario.

A continuación se presenta la Tabla 2 con las especificaciones técnicas de la etiqueta NTAG 216 elegida.

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

El desarrollo del sistema propuesto consta de dos subsistemas los cuales son la implementación propia de la aplicación móvil y el sistema de administración de base de datos. Con el fin de presentar su creación detalladamente, es que se describirán en forma separada.

Implementación de la aplicación móvil

La aplicación móvil se desarrollará utilizando el IDE *Android Studio*, ya que este reúne todo el conjunto de herramientas que se necesitan para

Tabla 1. Comparación entre las etiquetas NFC más utilizadas [24].

	NTAG 21X	MIFARE Classic	MIFARE Plus	MIFARE DESFire
Tamaño de memoria disponible (bytes)	540	1024	2048	2528/5088
	924	4096	4096	8192
Memoria disponible para el usuario (bytes)	504	720	1440	2304/4864
	924	3360	3360	7936
Velocidad de transmisión de datos (Kbits/s)	106	106	106/212/424/848	106/848
Compatibilidad con especificaciones NFC Forum	Si	No	No	512
Seguridad	Contraseña de 32 bits	Cripto-1 de 48 bits	AES-128/Cripto-1 de 48 bits	2KTDES/3KTDES/AES-128

Tabla 2. Especificaciones técnicas de la etiqueta NTAG 216 [26].

Atributo	Especificaciones técnicas
Tipo de etiqueta	ISO 14443-3A, NXP MIRAFE Ultralight - NTAG 216
Tecnologías posibles	NfcA, Mirafe Ultralight, Ndef
Número de serie	04:27:BF:8A:17:3C:81
Firma	Válida (NXP Public Key)
Información de memoria	924 bytes, 231 páginas (4 bytes por página)
Formato de los datos	NFC Forum Type 2
Tamaño	3/868 bytes
Escritura posible	Si
Solo lectura posible	Si

su implementación y está diseñado para reducir la configuración y maximizar la productividad del desarrollo de la aplicación móvil.

1. Inicio de sesión

Al seleccionar el icono de la aplicación NFC desde el menú de aplicaciones del dispositivo móvil, se desplegará la primera interfaz ante el usuario; esta se muestra en la Figura 6 y representa el inicio de sesión.

En ella se solicita el ingreso de los datos de sesión del usuario, los cuales son su rut y clave. Una vez ingresados estos se validan; en esta primera instancia la validación es con respecto a cómo están escritos, por ejemplo corregir si se escribió en otro formato el rut, o si existe simbología gramatical que no corresponda, dejar campos vacíos, etc. Si hay errores se mostrarán en la pantalla diferentes mensajes llamados *Toast*, para que se corrijan los errores, como se muestra en la Figura 7.

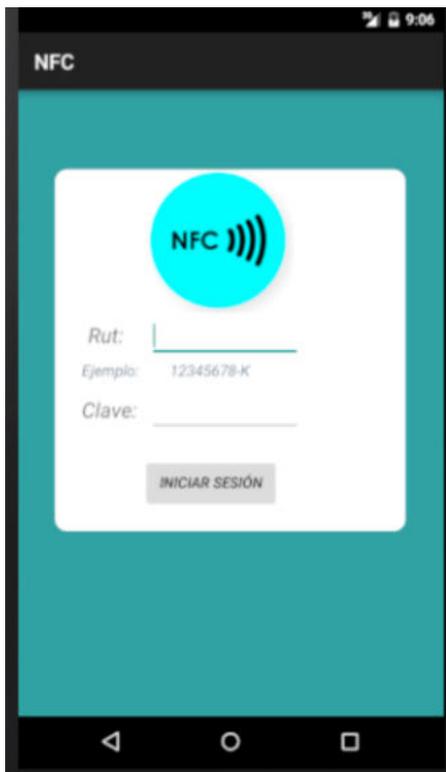


Figura 6. Interfaz Inicio de Sesión.

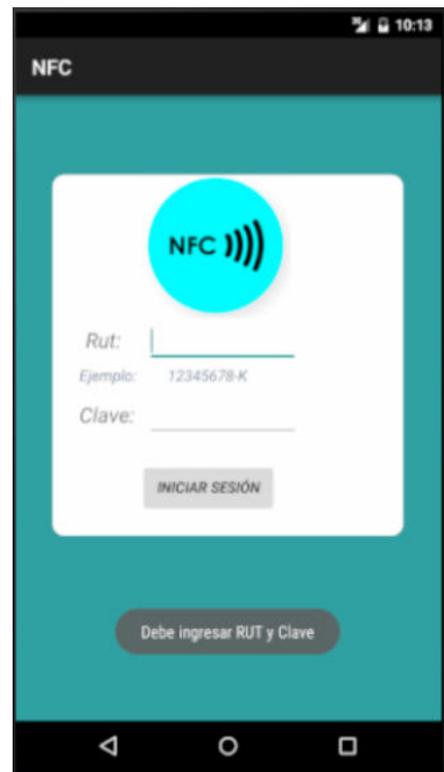


Figura 7. Validación de ingreso de datos.

Una vez que el usuario ingresa sus datos de sesión en un formato correcto, se genera una segunda validación para comprobar si los datos ingresados coinciden con los almacenados en la base de datos; que guarda a los usuarios y sus contraseñas. Si es errónea, la sesión entonces muestra un *Toast*, indicando que hay un error como se muestra en la Figura 8.

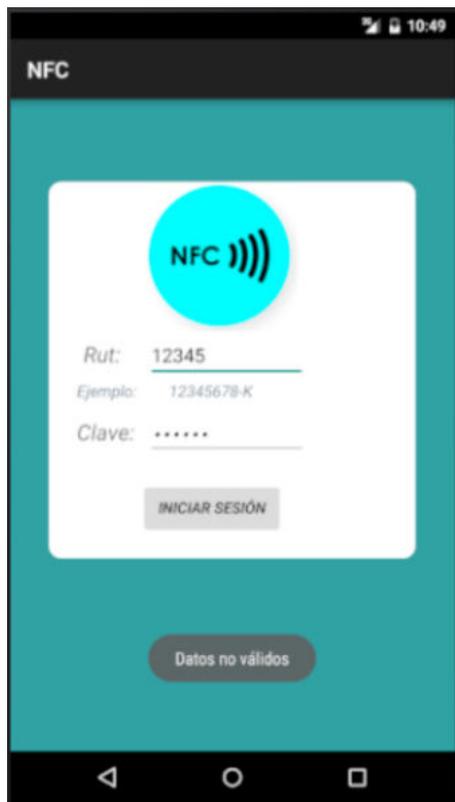


Figura 8. Validación de datos de sesión.

Si los datos son correctos, entonces se podrá ingresar a la aplicación y se guardará la sesión en la base de datos interna del móvil, lo que permitirá que no sea necesario ingresar el rut y clave cada vez que salimos a usar otras aplicaciones y volvemos a la aplicación NFC.

2. Leer tag

Por defecto, después de iniciar sesión en la aplicación se desplegará la interfaz para el proceso de leer una etiqueta; lo primero que se muestra en la pantalla, es un mensaje que nos indica que debemos acercar el dispositivo móvil al tag NFC que se quiere leer, como se muestra en la Figura 9.

Una vez que acercamos el móvil al tag, pueden ocurrir dos situaciones; la primera es que el tag que estemos leyendo sea válido y esté en buenas condiciones de funcionamiento.

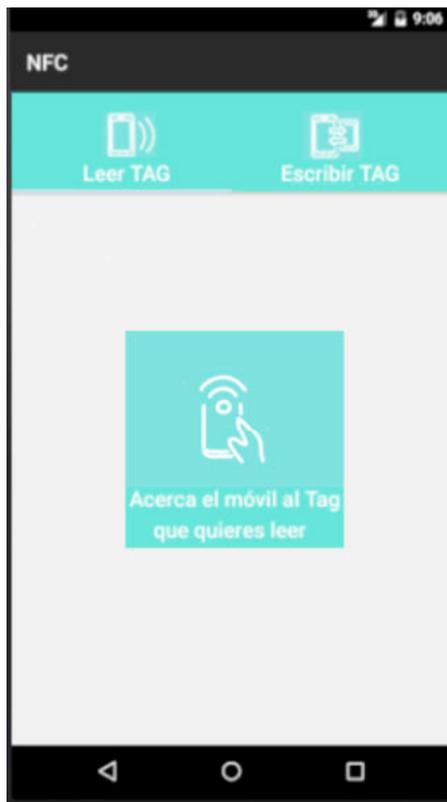


Figura 9. Mensaje para leer tag.

En este caso, se desplegará la información de la persona que lo porta como se muestra en la Figura 10 y veremos por pantalla un *Toast* que indicará que el tag fue detectado. Al seleccionar el botón “Actualizar estado”, se enviará la información de la persona encontrada al sistema de administración de la base de datos, para que sea cambiado su estado lo que significará que pase, a ser parte de la lista de personas encontradas, esto se explicará más adelante también en la descripción de las interfaces de la base de datos.

La segunda situación que puede ocurrir es que la aplicación no reconozca el tag, debido a que este se encuentre dañado, no sea compatible o que este fuera del rango de lectura; como consecuencia de esto se mostrará un *Toast* indicando este inconveniente, como se muestra en la Figura 11.



Figura 10. Lectura del tag NFC.

3. Escribir tag

Si se selecciona la pestaña “Escribir Tag”, se desplegará un formulario creado para la escritura del tag, el cual deberá ser llenada con los datos de la persona que portará el tag; una vez que este sea completado, se deberá seleccionar el botón “Datos Familiar” que desplegará la segunda interfaz que se llenará con los datos del familiar a cargo, que debe ser contactado para su reencuentro ante una eventual catástrofe natural, como muestra la Figura 12.



Figura 12. Interfaces de Escritura del tag NFC.

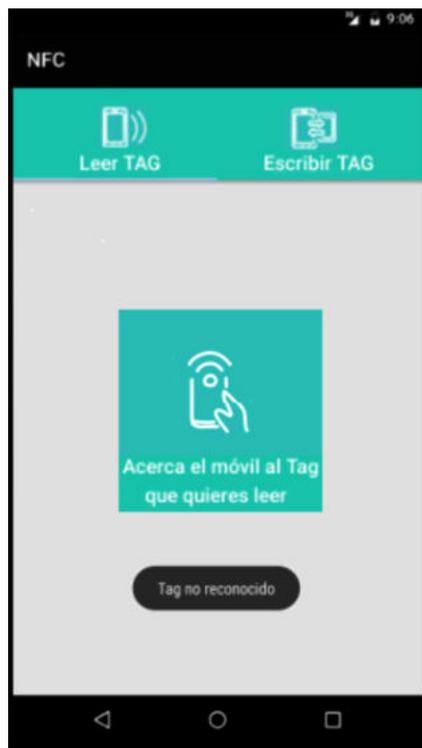


Figura 11. Error de lectura del tag NFC.

Una vez que estén todos los datos, se deberá seleccionar el botón “Escribir Tag” y se desplegará la interfaz, que muestra en la pantalla un mensaje que nos indica que debemos acercar el dispositivo móvil al tag NFC que se quiere escribir, como se muestra en la Figura 13.

Si el tag está en buenas condiciones y es compatible, veremos por pantalla un *Toast* que indicará que el tag fue reconocido, como se muestra en la Figura 14-A. Por el contrario, si la aplicación no reconoce el tag, debido a que este se encuentre dañado o no sea compatible se mostrará como consecuencia un *Toast* indicando este inconveniente, como se muestra en la Figura 14-B.

Implementación del sistema de administración de base de datos

Se considera para este proyecto la implementación de una base de datos que guardará la información total del sistema, tanto de la totalidad de las personas

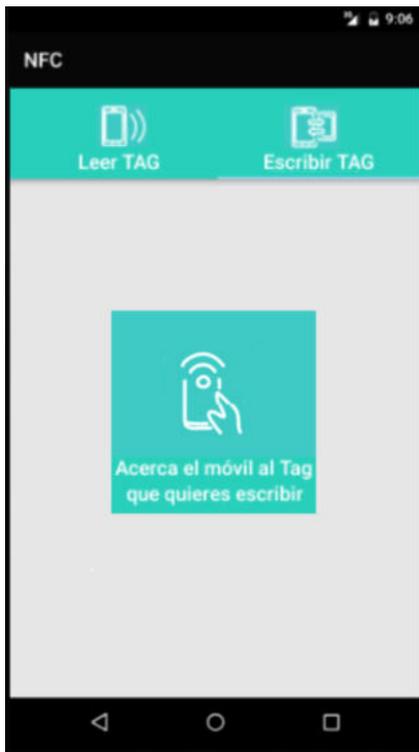


Figura 13. Mensaje para escribir tag.

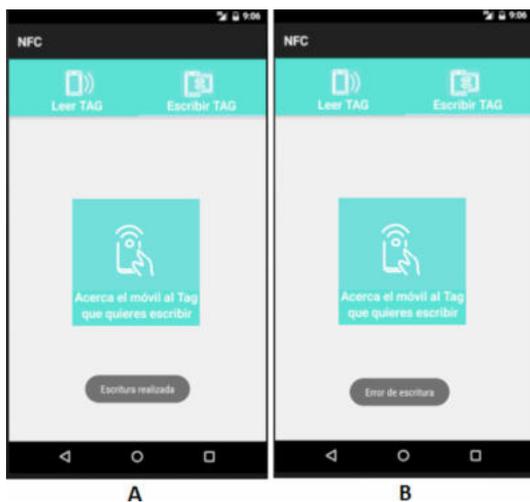


Figura 14. Resultados posibles de la escritura de tags.

que portan el tag en forma de pulsera, como el listado de las personas que sean encontradas en una eventual catástrofe natural. Se podrá tener acceso a estos datos mediante una aplicación Web que usará el administrador del sistema, denominado

“Sistema de administración de personas NFC”, el cual se utilizará para el manejo de los datos de las personas que portan los tag NFC y para mantener un registro de los usuarios (personal de rescate) que las han encontrado.

Esta base de datos podrá interactuar directamente con organizaciones gubernamentales o aquellas que prestan los servicios de emergencia; tales como: bomberos, policías, etc, de acuerdo a las normas establecidas para este tipo de procedimientos.

1. Inicio de sesión

El ingreso al Sistema de administración de personas NFC cuenta con una página para el inicio de sesión; esto permitirá que solo las personas autorizadas puedan acceder a la información almacenada. Para iniciar la sesión se debe ingresar el usuario y contraseña como se muestra en la Figura 15.



Figura 15. Inicio de sesión.

2. Administración de base de datos

Una vez que se ingresa al sistema mediante el inicio de sesión, se desplegará la interfaz que se muestra en la Figura 16, donde se tienen 4 pestañas en la barra superior.



Figura 16. Interfaz de personas encontradas.

Por defecto, el sistema mostrará al comienzo la información contenida en la primera pestaña “Personas Encontradas”.

En ella se muestra un listado de las personas que portan el tag NFC y que ya fueron encontradas posterior a una catástrofe natural, se presentan sus datos personales y familiares que son equivalentes a los que están almacenados en el tag que llevan en forma de pulsera con el fin de mantener registro de cada persona. Inicialmente vemos en la pantalla solo algunos datos básicos, pero al seleccionar el icono de la derecha de cada ítem del listado se puede ver su información completa; tanto la personal como la del familiar asociado, como se muestra en la Figura 17.



Figura 17. Interfaz información completa.

Al seleccionar la segunda pestaña llamada “Personas Registradas”, se desplegará el listado total de personas registradas en el sistema con sus datos asociados. Para cada ítem de este, se dará la opción de modificar o eliminar del sistema a alguna persona si esto fuera necesario, a través de la selección de los iconos a la derecha de cada registro, como se muestra en la Figura 18.

Si se selecciona el botón “Agregar Nueva Persona”, se desplegará la interfaz que permite agregar más personas al sistema que portarán el tag; para esta tarea se dispone de un formulario que se deberá llenar con la información de la persona y del familiar a cargo, estos serán los mismos datos registrados en el tag, como se muestra en la Figura 19. Se guardará

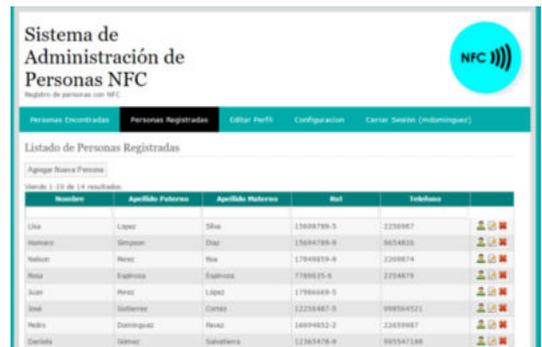


Figura 18. Interfaz Personas registradas.



Figura 19. Interfaz agregar persona.

todo el registro en la base de datos al pulsar el botón “Agregar Persona”.

Al seleccionar la pestaña “Editar Perfil” se desplegará por pantalla una interfaz que muestran los datos del usuario que accede al sistema con la opción de ser modificados como se muestra en la Figura 20.

Finalmente se tiene la pestaña de “Cerrar Sesión” para salir del Sistema de administración de personas NFC y cerrar la sesión.

PRUEBAS DE LA APLICACIÓN MÓVIL

Para realizar las pruebas de la aplicación móvil en cuanto a su funcionamiento, se han planteado una serie de casos que representan cada una de las funcionalidades de la misma; todo esto con el



Figura 20. Interfaz Editar perfil.

fin de evaluar la respuesta que se obtiene respecto a diferentes variables que puedan influir en su correcta ejecución.

Se debe señalar que las pruebas serán realizadas con los tags del tipo NTAG 216, cuyas especificaciones técnicas fueron descritas anteriormente en la Tabla 4; se considerará la utilización de estos en diferentes presentaciones o formas.

- **Tag Pulsera:** NTAG 216 inserto en una pulsera de mano color azul.
- **Tag Normal:** NTAG 216 sin ningún tipo de cubierta, ni inserto en ningún objeto; una etiqueta color blanco que es la más común en el mercado.
- **Tag Claro:** NTAG 216 sin ningún tipo de cubierta, ni inserto en ningún objeto; una etiqueta semi traslúcida por lo que se puede apreciar su forma.

Si bien el proyecto tiene contemplado la utilización del tag en formato de pulsera; la idea de la realización de pruebas en diferentes presentaciones, está enfocada en comprobar si dicho formato interfiere en el funcionamiento correcto de la aplicación en comparación a las etiquetas sin cubierta. Para este fin se considera incluir otros formatos de tags para conseguir un universo de muestras más amplio y diverso para obtener mejores resultados.

Cabe destacar que se utilizará un dispositivo móvil el cual será el modelo E2306 Xperia M4 Aqua de Sony, que contará con la aplicación móvil NFC instalada para su utilización en los casos de prueba.

Caso de prueba 1: Reconocimiento de tags

Para el caso de prueba de reconocimiento de tags, se considerarán cinco muestras por cada formato de presentación del tag NTAG 216; por lo tanto se tienen 15 muestras sometidas a prueba y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.

Se considerará como resultado correcto cuando acercamos el móvil al tag NFC y la aplicación responde con un *Toast* que dice “Tag detectado”. Por el contrario, se interpreta como un error cuando la aplicación responde con un *Toast* que dice “Tag no reconocido”.

Tabla 3. Resultados obtenidos para el caso de prueba 1.

Tag N216	Muestras	Resultado
Tag Pulsera	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Correcto
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Correcto
	Tag 5	Correcto
Tag Normal	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Error
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Correcto
	Tag 5	Correcto
Tag Claro	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Correcto
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Correcto
	Tag 5	Correcto

Fuente: Elaboración Propia.

En base a los resultados obtenidos para el caso de prueba 1, se evidenció un correcto funcionamiento de la aplicación en cuanto al reconocimiento del tag NFC. Solo se presentó un error de reconocimiento y se puede concluir que fue debido a que el tag no quedaba dentro del campo de operación del dispositivo móvil o que está defectuoso; ya que todos los demás tags son reconocidos correctamente.

Se puede apreciar que los diferentes formatos de presentación, no tienen diferencias significativas en cuanto a su reconocimiento correcto, por lo que

se descarta que la pulsera de silicona pueda afectar dicha funcionalidad, incluso las pruebas realizadas en este formato no presentan errores.

En las pruebas realizadas anteriormente se puede observar que la aplicación presenta una efectividad superior al 93%, lo que demuestra que la aplicación cumple las expectativas del reconocimiento.

Caso de prueba 2: Lectura de tags

Para el caso de prueba de lectura de tags, se considerarán cinco muestras por cada formato de presentación del tag NTAG 216; por lo tanto se tienen 15 muestras sometidas a prueba y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.

Se considerará como resultado correcto cuando acercamos el móvil al tag NFC y la aplicación responde con un *Toast* que dice “Tag detectado” y despliega de forma inmediata la información de la persona que lo porta. Por el contrario, se interpreta como un error cuando la aplicación responde con un *Toast* que dice “Tag no reconocido”.

Tabla 4. Resultados obtenidos para el caso de prueba 2.

Tag N216	Muestras	Resultado
Tag Pulsera	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Correcto
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Correcto
	Tag 5	Correcto
Tag Normal	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Error
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Correcto
	Tag 5	Correcto
Tag Claro	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Correcto
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Correcto
	Tag 5	Correcto

Fuente: Elaboración Propia.

En base a los resultados obtenidos para el caso de prueba 2, se evidenció un correcto funcionamiento de la aplicación en cuanto a la lectura. Solo se presentó un error y se puede concluir que

fue debido a que el tag no quedaba dentro del campo de operación del dispositivo o que está defectuoso, por ende no paso la primera prueba de reconocimiento y por consecuencia no se logró leer; esto en comparación a que todos los demás tags fueron leídos correctamente.

En las pruebas realizadas para este caso, se puede observar que la aplicación presenta una efectividad superior al 93% para la funcionalidad de lectura, lo que demuestra que la aplicación cumple las expectativas.

Caso de prueba 3: Escritura de tags

Para el caso de prueba de escritura de tags, se considerarán cinco muestras por cada formato de presentación del tag NTAG 216; por lo tanto se tienen 15 muestras sometidas a prueba. También para este caso se evaluará esta funcionalidad en las siguientes situaciones que se pueden producir:

- Cuando se quiere escribir un tag nuevo.
- Cuando se quiere escribir un tag que fue utilizado al menos una vez.

Se considerará como resultado correcto cuando acercamos el móvil al tag NFC y la aplicación responde con un *Toast* que dice “Escritura realizada”. Por el contrario, se interpreta como un error cuando la aplicación responde con un *Toast* que dice “Error de escritura”.

Escritura de tags nuevos

Los resultados obtenidos para prueba escritura de tags nuevos se muestran en la Tabla 5.

En base a los resultados obtenidos para el caso de prueba 3 para tags nuevos, se evidenció un correcto funcionamiento de la aplicación en cuanto a la escritura. Solo se presentaron dos errores y se puede concluir que el error en la muestra 2 del tag normal, fue debido a que el tag no quedaba dentro del campo de operación del dispositivo móvil o está defectuoso, por ende no paso la primera prueba de reconocimiento y por consecuencia no se logró escribir el tag. El segundo error en la muestra 4 del tag claro se explica porque el tag no quedaba dentro del campo de operación del dispositivo, excluyendo así una mala ejecución, ya que logró escribir en todas las demás muestras sin inconvenientes.

Tabla 5. Resultados obtenidos caso de prueba 3 - Escritura tag nuevos.

Tag N216	Muestras	Resultado
Tag Pulsera	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Correcto
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Correcto
	Tag 5	Correcto
Tag Normal	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Error
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Correcto
	Tag 5	Correcto
Tag Claro	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Correcto
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Error
	Tag 5	Correcto

Fuente: Elaboración Propia.

En las pruebas realizadas para este caso se puede observar que la aplicación presenta una efectividad superior al 87% para la funcionalidad de escritura, lo que demuestra que la aplicación cumple las expectativas.

Sobreescritura de tags

Los resultados obtenidos para la prueba de escritura de tags que ya fueron utilizados al menos una vez se muestran en la Tabla 6.

En base a los resultados obtenidos para el caso de prueba 3 de sobreescritura, se evidenció un correcto funcionamiento de la aplicación en cuanto a esta funcionalidad. Solo se presentaron dos errores y se puede concluir que el error en la muestra 2 del tag normal fue debido a que el tag no quedaba dentro del campo de operación del dispositivo móvil o está defectuoso, por ende no paso la primera prueba de reconocimiento y por consecuencia no se logró escribir el tag. El segundo error en la muestra 4 del tag claro se puede explicar porque el tag no quedaba dentro del campo de operación del dispositivo móvil, excluyendo así una mala ejecución de la aplicación ya que se logró escribir en todas las demás muestras sin inconvenientes.

En las pruebas realizadas para este caso se puede observar que la aplicación presenta una efectividad

Tabla 6. Resultados obtenidos para el caso de prueba 3 - Sobreescritura.

Tag N216	Muestras	Resultado
Tag Pulsera	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Correcto
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Correcto
	Tag 5	Error
Tag Normal	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Correcto
	Tag 3	Error
	Tag 4	Correcto
	Tag 5	Correcto
Tag Claro	Tag 1	Correcto
	Tag 2	Correcto
	Tag 3	Correcto
	Tag 4	Error
	Tag 5	Correcto

Fuente: Elaboración Propia.

superior al 80% para la funcionalidad de escritura, lo que demuestra que la aplicación cumple las expectativas.

CONCLUSIONES

El uso de tecnologías emergentes en cualquier proyecto es un desafío interesante al cual enfrentarse, y en este caso la tecnología NFC no fue la excepción, la cual cumplió con todas las expectativas principalmente en lo referente a la forma inmediata en que nos permite acceder a la información y a la facilidad del uso para el usuario final. Por tal motivo, la tecnología NFC fue elegida por las múltiples características que adquieren los dispositivos móviles que la poseen, entre las que destacan; la capacidad de ser bidireccional al transmitir y recibir datos al mismo tiempo, aprovechar el amplio uso de los dispositivos móviles y sus capacidades, el que puede configurar otras tecnologías inalámbricas de mayor ancho de banda, con la ventaja de que el tiempo que demora el establecimiento de la comunicación es muy inferior en comparación a sus pares. Asimismo, se seleccionó al sistema operativo Android, porque lidera el mercado con una presencia del 70,85% a mayo del 2016, y está integrado masivamente en dispositivos móviles con tecnología NFC.

Se concluye que el uso de la aplicación móvil desarrollada puede solucionar un problema social

y humano, contribuyendo a la inclusión de personas que tienen capacidades diferentes en todas las etapas del proceso de gestión de desastres naturales que si bien suceden en todo el mundo, resultan más frecuentes en nuestro país Chile; siendo capaz de prevenir la pérdida de seres humanos en medio de una catástrofe y de entregar información, reduciendo de forma significativa la vulnerabilidad y dando igualdad al acceso de ayuda; siendo un proyecto viable que fomenta la innovación e investigación pero por sobre todo, es un aporte en el ámbito de la integración social.

Finalmente se consideró realizar una serie de pruebas para evaluar el comportamiento de la aplicación. El primer caso evaluado fue el reconocimiento del tag donde se obtuvo un porcentaje de efectividad superior al 93%, el segundo caso fue la lectura del tag donde se obtuvo un porcentaje de efectividad superior al 93%, el tercer caso evaluado fue la escritura del tag donde se obtuvo un porcentaje de efectividad superior al 87% tanto para la escritura de tags nuevos o vacíos como para la sobreescritura.

Con esto queda demostrado que la aplicación cumple con las expectativas, ya que presenta un comportamiento correcto en promedio del 90% para las funcionalidades evaluadas. Para trabajos futuros se recomienda validar la aplicación con diversos tipos de dispositivos móviles; así como también; ampliar la investigación a víctimas de cualquier tipo de evento; como por ejemplo: accidentes de tránsito e investigar sobre los efectos colaterales al aplicar esta tecnología en humanos; ejemplo: privacidad, salud, etc.

REFERENCIAS

- [1] M. Rodríguez Huellas N°15 (2011) "Dependencias y nuevas tecnologías". Disponible: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/huellas/v15a18rodriguez.pd>.
- [2] "About the IEEE Internet of Things (IoT) Initiative". Disponible: <http://iot.ieee.org/about.html>. [Último acceso: 10/06/2015].
- [3] "La influencia del celular y redes sociales en la vida actual. Disponible: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2015/01/celular-sociedad.html> [Último acceso: 11/06/2016].
- [4] "What Is NFC?". Disponible: <http://nfc-forum.org/what-is-nfc/> [Último acceso: 10/06/2015].
- [5] Things city: "Luck-E-Dogs". Disponible: <http://www.thingscity.com/luck-e-dog-dispositivo-que-conecta-superro-a-internet-de-las-cosas-iot/>. [Último acceso: 12/06/2015].
- [6] C. Arriagada. (2014). "Análisis de la tecnología de comunicación de campo cercano (NFC) y sus aplicaciones". (Tesis de Ingeniería Civil Eléctrica). p. 19. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- [7] "IEEE 802.15 WPAN. Disponible: <http://www.ieee802.org/15/pub/TG1.htm>. [Último acceso: 12/06/2015].
- [8] "What is Bluetooth technology?" (2015, Julio). [Online]. <https://www.bluetooth.com/what-is-bluetoothtechnology>.
- [9] NFC las tarjetas del futuro/animación N° 1. Disponible:<http://www.revista.unam.mx/vol.11/num3/art33/NFC.swf>. [Último acceso: 2/07/2015].
- [10] A. Campa. (2011). "Desarrollo de una aplicación de pago a través de la tecnología NFC". (Tesis de Ingeniería Telemática). pp. 6-8. Universidad Carlos III de Madrid. Madrid, España.
- [11] NFC las tarjetas del futuro /animación N° 2. <Http://www.revista.unam.mx/vol.11/num3/art33/NFC.swf>. [Último acceso: 3/07/2015].
- [12] D. Chavarría. (2011). "Tecnología de comunicación de campo cercano (NFC) y sus aplicaciones". (Tesis de Ingeniería Eléctrica). pp. 41-49. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- [13] J. Portillo, A. Bermejo, A. Bernardos. "Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): aplicaciones en el ámbito de la salud. (2016, Marzo) pp. 57-62. [Online]. http://www.madrimasd.org/informacionIDI/biblioteca/Publicacion/Vigilancia-tecnologica/descargar_documentos/fichero.asp?id=VT13_RFID.pdf.
- [14] C. Arriagada. (2014). "Análisis de la tecnología de comunicación de campo cercano (NFC) y sus aplicaciones". (Tesis de Ingeniería Civil Eléctrica). p. 28. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- [15] NFC and Contactless Technologies". (2015, Julio). [Online]. <http://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/>.

- [16] D. Chavarría. (2011). “Tecnología de comunicación de campo cercano (NFC) y sus aplicaciones”. (Tesis de Ingeniería Eléctrica). p. 24. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- [17] Eroski Consumer: Infografía: NFC las tarjetas del futuro. Disponible: <http://www.consumer.es/web/es/tecnologia/2009/01/04/182530.php>. [Último acceso: 22/07/2015].
- [18] C. Arriagada. (2014). “Análisis de la tecnología de comunicación de campo cercano (NFC) y sus aplicaciones”. (Tesis de Ingeniería Civil Eléctrica). pp. 8-10. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- [19] NFC: History of Near Field Communication. (2015, Julio). [Online]. <http://www.nearfield-communication.org/history-nfc.html>.
- [20] ISO/IEC 18092:2004 - Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Near Field Communication - Interface and Protocol (NFCIP-1). (2015, Julio). [Online]. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=38578
- [21] La tecnología NFC: Aplicaciones y gestión de seguridad. Notas del Observatorio. Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO). España. (2015, Julio). [Online]. http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/cdn_nfc_final.pdf
- [22] 1471-2000 - IEEE Recommended Practice for Architectural Description for Software-Intensive Systems. IEEE Standards Association. (2016, Mayo). [Online]. <https://standards.ieee.org/findstds/standard/1471-2000.html>.
- [23] Mobile/Tablet Operating System Market Share. NetMarketShare. Disponible: <https://www.netmarketshare.com/operating-system-market-share.aspx?qprid=8&qpcustomd=1>. [Último acceso: 20/05/2016].
- [24] “N. Niño Cardozo (2016). “Diseño e implementación de un sistema para la identificación de animales domésticos mediante la escritura y lectura de etiquetas NFC a través de dispositivos portátiles”. p. 31. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Colombia.
- [25] “NXP Semiconductor”. (2016, Mayo). [Online]. <http://www.nxp.com/>
- [26] “NTAG213/215/216: NFC Forum Type 2 Tag compliant IC with 144/504/888 bytes user memory”. Disponible: http://www.nxp.com/products/identification-and-security/smart-label-and-tag-ics/ntag/nfc-forum-type-2-tag-compliant-ic-with-144-504-888-bytes-user-memory:NTAG213_215_216. [Último acceso: 13/07/2016].