

Propuesta para el manejo de información clínica basada en la NOM-168 por medio de un dispositivo móvil y la tecnología NFC

Salvador Escorcia García.

Departamento de Ciencias Computacionales del CENIDET
seo11c@cenidet.edu.mx

Máximo López Sánchez.

Departamento de Ciencias Computacionales del CENIDET
maximo@cenidet.edu.mx

Juan G., González.

Departamento de Ciencias Computacionales del CENIDET
gabriel@cenidet.edu.mx

Resumen: Si un expediente clínico no se encuentra completo un prestador de servicios médicos no contará con la información necesaria para ofrecer una mejor atención al paciente. Actualmente existen esfuerzos para contar con un expediente clínico completo y de acceso rápido, pero en situaciones de emergencia la principal fuente de información para brindar una mejor atención es el paciente, pero este no siempre se encuentra disponible para proporcionar información.

En el presente artículo se propone una metodología para el manejo de información clínica por medio de la tecnología inalámbrica NFC y los dispositivos móviles. Como producto final de dicha metodología se obtuvo una aplicación móvil Android. La información clínica que fue manejada en dicha metodología, se obtuvo a partir de la NOM-168 que establece los datos mínimos por los que se debe componer un expediente clínico. Dicha información clínica fue comparada con el estándar HL7 CDA Versión 2 para obtener un documento XML, el cual fue utilizado como una plantilla para crear documentos clínicos electrónicos.

La incorporación de la tecnología NFC en dicha metodología fue necesaria para almacenar y recuperar la información clínica en la memoria de tags NFC. La ventaja de lo anterior es que un tag NFC tiene distintas presentaciones como puede ser un calcomanía o una tarjeta de identificación, por lo que los pacientes pueden fácilmente transportar información clínica. Y además dicha información puede ser accedida por medio de un dispositivo móvil con NFC incluso si los pacientes se encuentran en un estado que no puedan facilitar información.

Palabras clave: NOM-168, Android, NFC, HL7.

A proposal for clinic data management based on NOM-168 through a mobile device and NFC technology

Abstract: If a clinical record is not filled out correctly, the doctor might not be able to provide the best healthcare to the patient, aggravating the emergency situation in some cases. Nowadays, there are efforts to have a complete clinical record and fast access. The patient is the main source of information in an emergency situation, but in some cases this person is not able to provide the information.

This paper proposes a methodology for managing clinical information by means of a mobile device and NFC technology. The final product of the methodology is an application for android mobile devices. The clinical information that was managed for this methodology was taken from the NOM-168, because this establishes the minimum data for the correct clinical record. The clinical information was analyzed together with the standard HL7 CDA Version 2 to obtain an XML document. This XML document was used like as a template for creating electronic clinical documents.

The incorporation of the NFC technology was necessary for managing clinical information inside the NFC memory tags. The main advantage of this process is the different size of an NFC tag (i.e. sticker, bracelet, identification card, etc.); therefore a patient can carry clinical information easily. Furthermore, that clinical information can be recovered through a mobile device with NFC support, even if the patients can not provide any information.

Keywords: NOM-168, Android, NFC, HL7.

1. Introducción

Los expedientes clínicos en México deben apegarse a las normas oficiales NOM-168-SSA1-1998 (Gobierno Federal de México, 1999) y NOM-024-SSA1-2010 (Gobierno Federal de México, 2010), ya sea en papel o de forma electrónica respectivamente. Aunque dichas normas tienen el rigor de ser obligatorias los expedientes clínicos no siempre se apegan a las mismas. También es importante que si un expediente clínico no se encuentra completo el prestador de servicios médicos no contará con la información necesaria para ofrecer una atención adecuada, lo cual se agrava en ciertas urgencias médicas.

Actualmente existen esfuerzos para contar con un expediente clínico completo y se pueda acceder de forma rápida al mismo. Tanto es así que hoy en día se encuentran escenarios donde un paciente puede tener en su dispositivo móvil un sistema de monitoreo y también puede acceder a su expediente clínico desde cualquier parte del mundo a través de internet. Pero en situaciones de emergencia y sin acceso a internet, la principal fuente de información para brindar una mejor atención es el paciente.

En este artículo se propone el manejo de información clínica por medio de la tecnología inalámbrica NFC y los dispositivos móviles. Dicha información clínica que fue manejada se obtuvo a partir de la NOM-168 que establece los datos mínimos por los que se debe componer un expediente clínico. Además la información clínica al ser analizada en conjunto con el estándar HL7 CDA V2 (HL7, 2004) se obtuvo una plantilla para crear documentos clínicos electrónicos.

La incorporación de la tecnología NFC en dicha metodología fue necesaria para almacenar y recuperar la información clínica en la memoria de tags NFC. La ventaja de lo anterior es que un tag NFC puede ser encontrado como una calcomanía o como una tarjeta del tamaño de una credencial de identificación, por lo que el paciente puede fácilmente transportar su información clínica. Además dicha información puede ser accedida por medio de un dispositivo móvil

con soporte para NFC incluso si el paciente se encuentra en un estado que no pueda facilitar información.

2. Metodología

La metodología de solución mostrada en la Figura 1 se compone de dos fases principalmente: análisis de la información y desarrollo de la aplicación. Cada una de éstas se compone de actividades que describen la secuencia que se siguió para alcanzar el objetivo de permitir el manejo de información clínica por medio de un dispositivo móvil y la tecnología NFC. Las actividades comienzan desde la delimitación de la cantidad de información clínica que es manipulada hasta la forma en que ésta información debe ser manejada en el tag NFC.

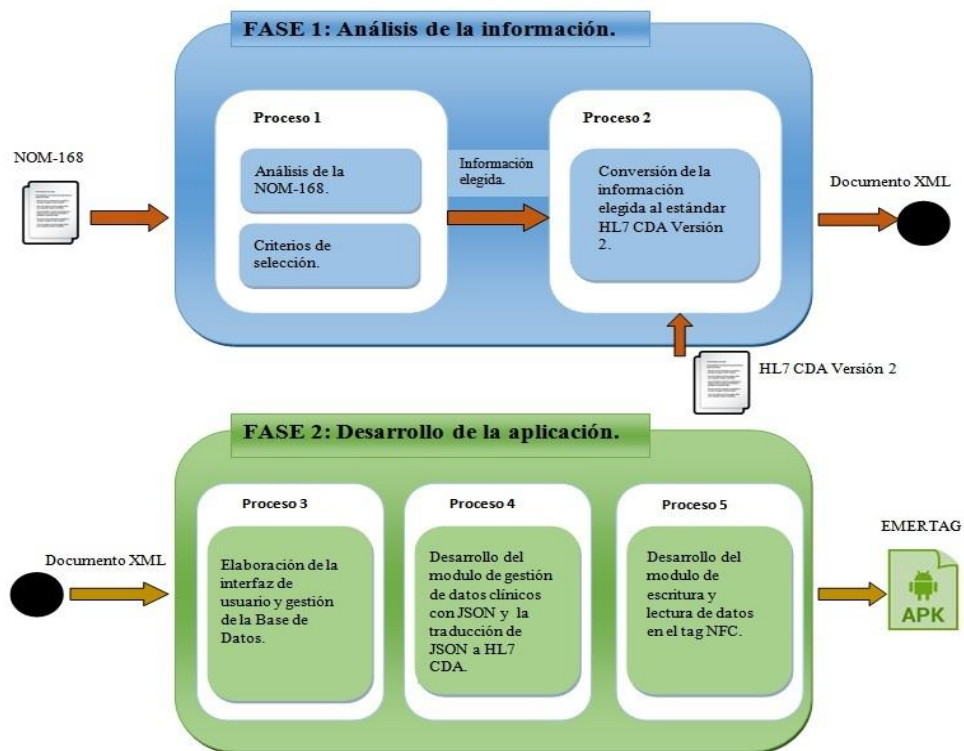


Figura 1. Metodología de solución.

En la primera etapa llamada análisis de información se obtiene un conjunto de información referente al paciente, la cual se obtuvo a partir un análisis de la NOM-168 (Gobierno Federal de México, 1999). Para obtener dicha información

clínica de la NOM-168 se realizó una depuración a partir de criterios de selección y después se comparó con el estándar HL7 CDA V2 (HL7, 2004). Como resultado de esta fase se obtuvo una plantilla (un documento XML) para crear documentos clínicos electrónicos. En la segunda etapa denominada “Desarrollo de la aplicación”, se realizó el desarrollo de la aplicación en base a la información contenida en el documento XML, por mencionar algunas partes desarrolladas son: la interfaz de usuario, la traducción de la información a JSON, el manejo de los datos clínicos en el tag NFC y demás aspectos de la aplicación.

Como resultado de las fases descritas anteriormente, se obtuvo una aplicación móvil para el sistema operativo Android 4.2, la cual permite el manejo de los datos clínicos de un paciente con la tecnología NFC. A continuación se describe con más detalle cada uno de los procesos de las fases mencionadas.

Fase 1.- Proceso 1

En este proceso se realizó un análisis de la NOM-168 y en base a criterios de selección se obtuvo un conjunto acotado de información clínica. Los criterios de selección son los siguientes:

1. Se descartaron las notas circunstanciales y específicas de algún procedimiento (ej.: nota de ingreso, nota de egreso, nota de referencia, etc.).
2. Se tomo en cuenta la limitada y reducida cantidad memoria de un tag NFC, por lo que fue un factor importante para la elección de la información.
3. La información relacionada a la identificación del paciente y sus padecimientos tuvieron más relevancia.

En base a los puntos anteriores y analizando la NOM-168 se eligió la Historia Clínica (descrita en la sección 6.1 de dicha norma) como la sección adecuada para obtener la información clínica para la presente propuesta. La Historia Clínica se divide en 5 elementos (ver sección 6.1 de la NOM-168) de los cuales se eligieron los cuatro primeros elementos del interrogatorio que son los siguientes:

- Ficha de identificación:
 - Nombre del paciente:
 - Apellido paterno.
 - Apellido materno.
 - Nombre(s).
 - Genero.
 - Fecha de nacimiento (día, mes y año).
 - Ocupación del paciente.
 - Domicilio:
 - Calle.
 - Número exterior.
 - Número interior.
 - Colonia.
 - Municipio.
 - Entidad federativa.
- Antecedentes heredo familiares.
- Antecedentes personales patológicos.
- Antecedentes personales no patológicos.
- Adicionalmente a la información clínica indicada anteriormente se incluyeron los siguientes puntos por su relevancia:
 - Fecha, nombre completo y título de quien captura la información. La NOM-168 indica que es necesario incluir estos datos en el punto 5.9.
 - El numero de seguridad social (NSS) del paciente.
 - El nombre de la institución prestadora de servicios médicos al que está afiliado el paciente.
- Teléfono de contacto.

Fase 1.- Proceso 2

En la presente sección se describirá el proceso que se siguió para crear una plantilla para crear documentos clínicos electrónicos en base a la información obtenida del Proceso 1. Para obtener dicha plantilla fue necesario realizar un análisis del estándar HL7 CDA V2 (HL7, 2004) y compararlo en conjunto con la información obtenida del Proceso 1.

Un documento CDA está compuesto por dos partes que son el encabezado y cuerpo del documento, las cuales se ubican dentro de la etiqueta **<ClinicalDocument>**. Entonces en base a la información descrita en (HL7, 2004) y (IMSS, 2013) acerca del estándar HL7 CDA V2, se realizó un estudio de los elementos y etiquetas contenidos en este estándar y se comparó con el conjunto de información obtenida del Proceso 1. En la Tabla 1 se muestra las etiquetas correspondientes a algunos elementos seleccionados de la NOM-168, las etiquetas “padres” de los mismos y la sección del documento CDA a la que pertenece.

| HL7 CDA V2 NOM-168 | Elemento CDA | Se ubica dentro de | Sección del documento CDA |
|--|----------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Nombre completo del paciente | <name> | <patient> | Encabezado |
| Nombre | <given> | <patient> | Encabezado |
| Apellido paterno | <family> | <patient> | Encabezado |
| Apellido materno | <family> | <patient> | Encabezado |
| Genero | <administrativeGenderCode> | <patient> <recordTarget> | Encabezado |
| Fecha de nacimiento | <birthTime> | <patient> | Encabezado |
| Ocupación del paciente | <employment> | <patient> | Encabezado |
| Domicilio del paciente | <addr> | <patientRole> | Encabezado |
| Calle | <streetName> | <addr> | Encabezado |
| Número externo | <buildingNumber> | <addr> | Encabezado |
| Número interno | <houseNumber> | <addr> | Encabezado |
| Colonia | <additionalLocality> | <addr> | Encabezado |
| Municipio | <county> | <addr> | Encabezado |
| Estado | <state> | <addr> | Encabezado |
| Teléfono del paciente | <telecom> | <patientRole> | Encabezado |
| NSS | <id> | <patientRole> | Encabezado |
| Nombre de la institución prestadora de servicios médicos | <name> | <representedCustodianOrganization> | Encabezado |

Tabla 1. Primer tabla de la correspondencia entre la información obtenida del Proceso 1 y el estándar HL7 CDA V2.

Con respecto a los antecedentes heredo familiares, antecedentes personales patológicos y antecedentes personales no patológicos según se puede leer en el documento de referencia del HL7 CDA V2 (HL7, 2004), se pueden describir como bloques de narrativa. Un bloque de narrativa es un elemento donde un prestador de servicios médico puede escribir libremente y se encuentra determinado por la etiqueta **<text>** que se encuentra anidada dentro de la sección **<section>**. Pero para diferenciar una sección de otra fue necesario consultar el LOINC que es un sistema universal de códigos para identificar las observaciones clínicas y de laboratorio (LOINC, 2013). A continuación se resume en la Tabla 2 el análisis y comparación entre el LOINC, HL7 CDA V2 y los elementos de la información clínica.

| Elemento de la NOM-168 | Etiquetas HL7 CDA V2 | Código LOINC | Código resultante |
|--|---|--------------|--|
| Antecedentes heredo familiares | <section> <text> ... </text> </section> | "10157-6" | <section> <code code="10157-6" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1 " codeSystemName="LOINC"/><text> ... </text></section> |
| Antecedentes personales patológicos | <section> <text> ... </text> </section> | "52230-0" | <section> <code code="52230-0" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1 " codeSystemName="LOINC"/><text> ... </text></section> |
| Antecedentes personales no patológicos | <section> <text> ... </text> </section> | "29762-2" | <section> <code code="29762-2" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1 " codeSystemName="LOINC"/><text> ... </text></section> |

Tabla 2. Segunda tabla de la correspondencia entre la información obtenida del Proceso 1 y el estándar HL7 CDA V2.

Los últimos elementos por definir su correspondencia con el HL7 CDA V2 son: Fecha, nombre completo y título de quien captura la información. A continuación se muestra en la Tabla 3 la correspondencia entre el HL7 CDA y dichos elementos.

| HL7 CDA V2 NOM-168 | Elemento CDA | Se ubica dentro de | Sección del documento CDA |
|-----------------------|--------------|----------------------|---------------------------|
| Fecha | <time> | <legalAuthenticator> | Encabezado |
| Nombre | <given> | <assignedPerson> | Encabezado |
| Apellido paterno | <family> | <assignedPerson> | Encabezado |
| Apellido materno | <family> | <assignedPerson> | Encabezado |
| Título | <suffix> | <assignedPerson> | Encabezado |

Tabla 3. Correspondencia entre elementos de la NOM-168 y el estándar HL7 CDA V2.

Una vez que se obtuvieron todas las correspondencias entre la información del Proceso 1 y el estándar HL7 CDA V2, se integraron según dicho estándar y se creó una plantilla para crear documentos clínicos electrónicos.

Fase 2.- Proceso 3

A continuación se describirá el Proceso 3 en donde se desarrolló tanto la interfaz de usuario como la base de datos para la gestión de usuarios de la aplicación que lleva por nombre Emertag. Para ello se tomaron en cuenta algunas restricciones para el desarrollo de la interfaz de la aplicación, las cuales se describen a continuación:

- **Dispositivos móviles:** se contaba con la Tablet Nexus 7 y el Smartphone Samsung Galaxy S3 con soporte para NFC. La elección de estos dispositivos implicó el desarrollo de dos tipos de interfaz por el tamaño de pantalla de cada dispositivo, siendo de 4.8 pulgadas para el Smartphone (Samsung Electronics Co.,LTD., 2013) y 7 pulgadas para la Tablet (Google, 2013).
- **Sistema operativo:** Se utilizó el sistema operativo Android a partir de la versión 4.0, esto porque los dispositivos móviles elegidos trabajan con estas versiones y además porque es uno de los sistemas operativos para dispositivos móviles más populares actualmente (Google, 2013).
- **Tag NFC:** el tag NFC elegido fue el Mifare Classic de 1Kb debido a que fue el tipo de tag disponible al momento de comenzar con el desarrollo de la aplicación.
- **Usuarios:** Para el desarrollo de la interfaz se estableció la definición de dos tipos de usuarios:
 - **Administrador:** que tiene la funcionalidad de crear, modificar y borrar usuarios, además de consultar la historial de cambios a través de búsquedas.
 - **Usuario:** que tiene definidas las funciones de capturar, modificar, escanear y formatear los datos clínicos del paciente en el tag NFC.

En base a los puntos anteriores y a la plantilla obtenida del Proceso 2 se desarrolló la interfaz de la aplicación móvil. En la Figura 2 se muestra el inicio de sesión de la aplicación Emertag.



Figura 2. Inicio de sesión de la aplicación Emertag.

En la Figura 3 se muestra la sección del Administrado. El lector puede observar la diferencia en la disposición de los elementos por la diferencia de tamaño de los dispositivos móviles.

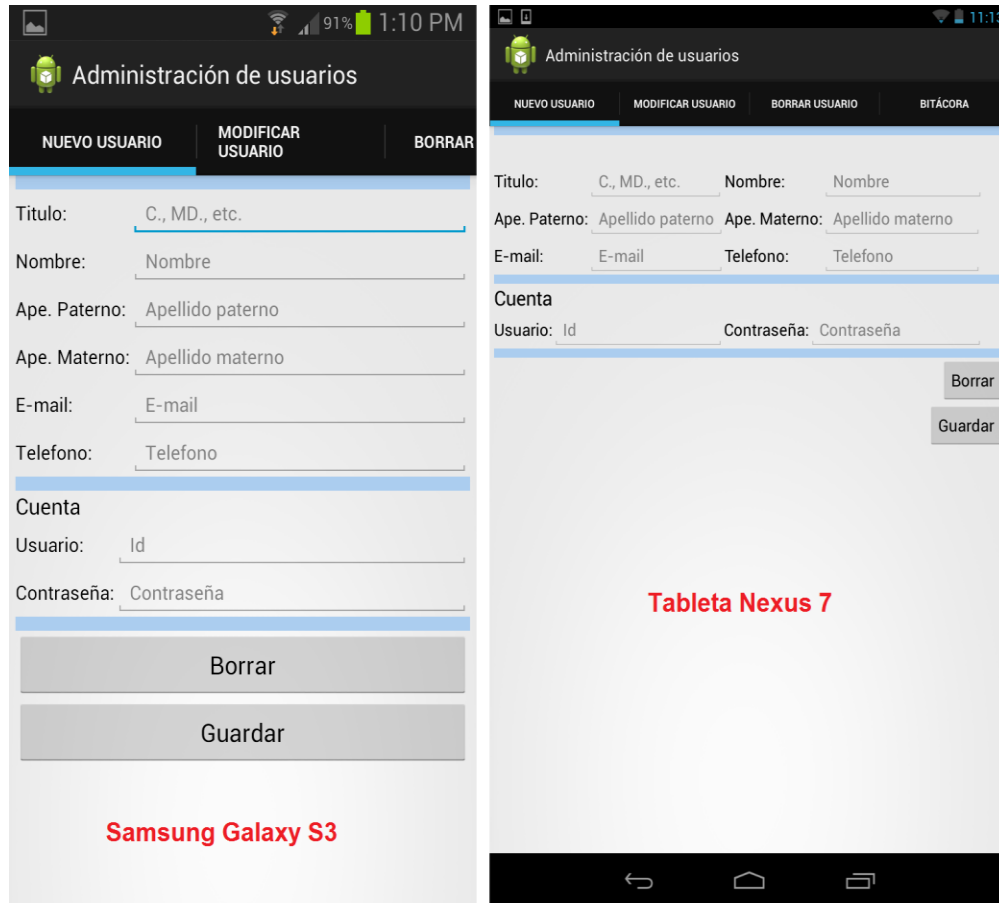


Figura 3. Interfaz del administrador para la tableta y el Smartphone.

Así mismo en la Figura 4 se puede observar la sección de Usuario. Para acceder a dicha sección es necesario que el administrador primero agregue la cuenta de los usuarios.



Figura 4. Interfaz del usuario para la tableta y el Smartphone.

Por último en la Figura 5 se muestra una de las cuatro funciones de un usuario (o un prestador de servicios médicos) que es la de capturar la información del paciente para después ser almacenada en un tag NFC.

Figura 5. Sección de captura de la información del paciente para ambos dispositivos móviles.

Fase 2.- Proceso 4

En esta sección se describirá la forma en que son gestionados los datos del paciente en la aplicación Emertag. Para una mejor descripción este proceso se explicará en dos partes. La primera parte consiste a partir de que se obtienen los datos hasta el momento en que son guardados en el tag NFC. La segunda parte abarca a partir del momento en que un tag es escaneado hasta que se muestra la información en el dispositivo móvil.

La primer parte se puede observar de manera gráfica en la figura 6, donde se puede apreciar que el proceso comienza con la captura de los datos de paciente. Después, se realiza la validación de la información para que a continuación se pueda realizar la conversión al formato de estructuración de datos ligeros JSON (JSON, 2012). Esto último por medio de la API ORG.JSON (JSON, 2013). Entonces al obtener un objeto JSON este se encuentra listo para ser almacenado dentro de la memoria del tag NFC.

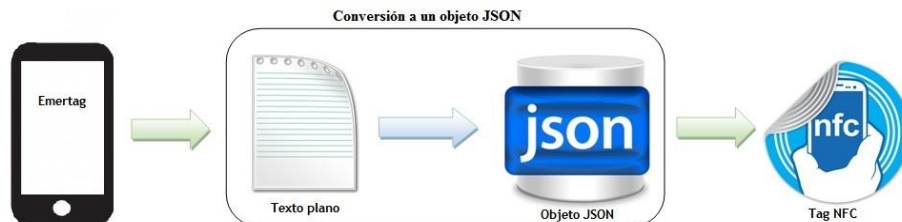


Figura 6. Conversión de la información clínica a un objeto JSON.

La segunda parte consiste cuando un tag NFC es detectado y escaneado. Debido a que previamente se almaceno un objeto JSON, al leer el tag NFC se espera este tipo de objeto, el cual después de ser validado es traducido a un documento XML equivalente. Después de obtener dicho documento XML se obtiene la información clínica del paciente la cual es combinada con la plantilla obtenida del Proceso 1. Al final de los pasos mencionados anteriormente se obtiene un documento clínico electrónico el cual se encuentra listo para ser desplegado en el dispositivo móvil. Lo anterior se puede observar de manera gráfica en la Figura 7.



Figura 7. Conversión del objeto JSON a un documento clínico HL7 CDA V2.

Fase 2.- Proceso 5

El Proceso 5 básicamente está relacionado a la forma en que son escritos y recuperados los datos clínicos. Como ya se mencionó anteriormente la aplicación Emertag aloja en la memoria del tag NFC un objeto JSON. Debido a la naturaleza de la información almacenada en el tag NFC fue necesario agregar un nivel de seguridad para asegurar la integridad de la misma. Para agregar ese nivel de seguridad requerido se aprovecharon las características de los tags Mifare Classic. Estos tags incluyen mecanismos de seguridad como lo es la autenticación y la protección contra escritura.

El tag utilizado para desarrollar la aplicación Emertag fue el tag Mifare Classic de 1Kb. Por lo tanto, la memoria de este tag está dividida en 16 sectores y cada uno de ellos se divide a su vez en 4 registros de 16 bits cada uno (NXP, 2013). El primer registro de cada sector está reservado para la configuración de acceso de cada registro del sector y para almacenar las dos llaves de acceso que pueden ser usadas para la autenticación. En la Figura 8 se puede observar el banco de memoria del tag Mifare Classic de 1Kb.

| Estructura de la memoria del tag Mifare Classic 1Kb | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|---------|----|----|----|----|----|--------|--------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Bloque | Sector |
| Llave A | | | | | Bits de acceso | | | | | Llave B | | | | | 3 | 15 | |
| Datos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Llave A | | | | | Bits de acceso | | | | | Llave B | | | | | 3 | 14 | |
| Datos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| . | | | | | . | | | | | . | | | | | . | . | |
| . | | | | | . | | | | | . | | | | | . | . | |
| . | | | | | . | | | | | . | | | | | . | . | |
| . | | | | | . | | | | | . | | | | | . | . | |
| Llave A | | | | | Bits de acceso | | | | | Llave B | | | | | 3 | 0 | |
| Datos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Datos de fabrica (Bloque protegido contra escritura) | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 8. Banco de memoria del tag Mifare Classic de 1Kb (NXP, 2013).

Para poder realizar cualquier acción (leer o escribir datos principalmente) es necesario primero realizar la autenticación en el sector deseado. Para ello el dispositivo móvil o lector debe conocer el valor de cualquiera de las dos llaves (A o B). Los tag Mifare Classic desde su fabricación son configurados con el valor de ambas llaves con el valor por defecto (FFFFFF) y con todos los permisos.

Entonces la aplicación móvil Emertag cambia los permisos estableciendo que solo se permita la autenticación por medio de una llave y el valor de dicha llave es cambiado por la aplicación. De esta forma se garantiza que los datos contenidos en el tag NFC solo puedan ser accedidos por la aplicación Emertag.

3. Resultados

La metodología presentada en este artículo tiene como resultado final una aplicación móvil que permite el manejo de información clínica con apego a la NOM-168 y con ayuda de la tecnología NFC. Es por ello que se optó por evaluar la funcionalidad de la aplicación Emertag y para ello la evaluación se realizó en base al estándar IEEE-829-1998 (IEEE, 1998).

La evaluación de la funcionalidad de la aplicación se realizó en tres etapas:

- **Desarrollo de un plan de pruebas:** el cual define entre otras cosas: las características a evaluar, los requisitos mínimos para realizar los casos de estudio (pruebas), los criterios de éxito y fracaso, el formato de los casos de estudio, etc.
- **Ejecución del plan de pruebas:** con lo que se obtuvieron observaciones y correcciones con respecto a la funcionalidad de la aplicación móvil.
- **Depuración de errores:** en esta etapa se realizó la depuración de los errores encontrados y se tomaron en cuenta las observaciones para mejorar la aplicación Emertag.

Las características de funcionalidad evaluadas de la aplicación Emertag se dividieron en tres categorías: administrador, usuario y características adicionales. A continuación se describen cada una de las categorías

Administrador:

1. **Inicio de sesión:** el administrador debe ser capaz de iniciar sesión con el usuario y contraseña por defecto.
2. **Alta de usuarios:** se probó la agregación de nuevos usuarios (datos personales y de cuenta) por parte del administrador.
3. **Modificación de usuarios:** la aplicación debe permitir modificar los datos personales y de cuenta de usuarios existentes.
4. **Baja de usuarios:** el administrador debe ser capaz de dar de baja las cuentas de los usuarios inactivos.
5. **Consulta de la bitácora:** consiste en permitir consultar la bitácora de cambios de los usuarios por NSS o por nombre del paciente.

Usuario:

1. **Inicio de sesión:** los usuarios debidamente registrados deben poder iniciar sesión en la aplicación Emertag.
2. **Aplicación del formato personalizado:** debe aplicar el formato personalizado a un tag Mifare Classic 1Kb.
3. **Captura de la información clínica:** los usuarios deben poder capturar la información clínica de algún paciente.

4. **Modificación de la información clínica:** debe permitir la modificación de los datos de un paciente contenidos en un tag.
5. **Despliegue de la información clínica:** debe mostrar la información almacenada en un tag Mifare Classic 1Kb.

Características adicionales:

1. **Seguridad de los datos de los pacientes:** los datos almacenados por la aplicación no deben ser accedidos por alguna otra aplicación.

Debido que son once las características evaluadas, se realizaron once casos de prueba durante la implementación del plan de pruebas. Sólo dos casos de prueba no fueron aprobados los cuales fueron corregidos durante la depuración de errores.

4. Discusión

La importancia de que las personas puedan llevar consigo información clínica y que esta pueda ser accedida por medio de un dispositivo móvil tiene sus ventajas. Por mencionar algo, en circunstancias de urgencias médicas es necesario que los prestadores de servicios médicos cuenten con los datos clínicos de las personas para proporcionar una mejor atención médica, pero esto no siempre es posible debido que en ocasiones la única fuente de información es la persona la cual puede estar en una situación en la que no pueda proporcionar información.

En la sección de resultados se explicó la forma en que fue evaluada la funcionalidad de la aplicación Emertag en base al estándar IEEE-829-1992. Otra forma de evaluación de dicha aplicación sería la implementación de la misma en un entorno clínico para validar su utilidad y uso por los prestadores de servicios médicos. Esto último es una opción de desarrollo como trabajo futuro.

La información clínica contemplada en la presente propuesta está delimitada por la reducida cantidad de memoria con la que cuenta el tag NFC utilizado (solo 1Kb). El uso de dichos tags se debió a la disponibilidad de los mismos, pero cabe

mencionar que la información clínica puede ser ampliada con el uso de tags NFC de mayor capacidad de almacenamiento.

La propuesta planteada en este artículo permite el manejo de información clínica con apego a la NOM-168 utilizando un dispositivo móvil con la ayuda de la tecnología NFC. Además es una propuesta que en caso de implementarse en un entorno clínico podría mejorar la manera en que proporciona la atención médica en situaciones de urgencias médicas.

5. Conclusiones

La propuesta presentada en la sección llamada Metodología cumple con el objetivo de obtener una aplicación móvil que permita el manejo de la información clínica de un paciente con apego a la NOM-168 (Gobierno Federal de México, 1999) y utilizando la tecnología NFC. Dicha propuesta se compone por dos fases: Análisis de la información y Desarrollo de la aplicación. Cada una de estas fases se encuentra dividida en procesos los cuales son secuenciales y se complementan para definir el conjunto de técnicas, métodos y procesos realizados en la misma.

En la fase de análisis de la información se tomaron como entradas la NOM-168, el estándar HL7 CDA V2 (HL7, 2004) y criterios de selección para obtener el documento clínico. Lo anterior se realizó en dos procesos secuenciales. El Proceso 1 consistió en llevar a cabo una depuración de la NOM-168 de la cual se obtuvo como resultado un conjunto acotado de información clínica. Dicha depuración de la NOM-168 consistió en el análisis y selección de las secciones de la NOM-168 que serían incluidos como parte de la información clínica de un paciente.

El Proceso 2 de la primera fase utilizó los datos seleccionados de la NOM-168 para compararlos y analizarlos en conjunto con el estándar HL7 CDA V2 para obtener un documento clínico con apego a dicho estándar. Este documento se

utilizó como una plantilla para poder presentar los datos clínicos de los pacientes en la aplicación móvil que fue nombrada como Emertag.

En la fase de desarrollo de la aplicación se mostraron los procesos y métodos que se realizaron para desarrollar la aplicación móvil Emertag. Dichos procesos comenzaron a partir del Proceso 3 (primer proceso de la fase de desarrollo) donde a partir de la plantilla obtenida de la primera fase, se utilizó como base para el desarrollo de la interfaz de usuario. Esto último debido a que la plantilla indica los campos que debieron ser incluidos tanto en la captura de la información clínica como cuando se muestra en la aplicación móvil.

En el Proceso 4 (el segundo de la fase de desarrollo) se describió el método para transformar la información capturada del paciente en formato JSON para su posterior almacenamiento en un tag NFC. Así mismo se mostró el proceso de transformación de la información del formato JSON a un documento clínico HL7 CDA V2, el cual puede ser mostrado en la aplicación móvil.

El último proceso de la fase de desarrollo (Proceso 5) consistió en aprovechar las ventajas de seguridad de los tags Mifare Classic. Esto debido a que era necesario que la información clínica de los pacientes contara con un método de seguridad para evitar el acceso no autorizado.

Como resultado de las dos fases mencionadas se obtuvo una aplicación móvil capaz de manejar la información clínica de los pacientes con apego a la NOM-168 y utilizando la tecnología NFC. Para probar la funcionalidad de la aplicación móvil se realizaron pruebas utilizando el estándar IEEE-829-1998 (IEEE, 1998).

Las pruebas realizadas fueron diseñadas para comprobar la funcionalidad de la aplicación móvil. Para las pruebas que resultaron no aprobadas se realizó una depuración de errores para corregir dichas pruebas. Adicionalmente se tomaron en cuenta las observaciones anotadas en las pruebas para mejorar el funcionamiento de la aplicación.

Referencias bibliográficas

Gobierno Federal de México. (8 de Septiembre de 2010). Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2010. Diario Oficial de la Federación.

Gobierno Federal de México. (30 de Septiembre de 1999). Norma Oficial Mexicana NOM-168-SSA1-1998, del Expediente Clínico. Diario Oficial de la Federación.

HL7. (30 de Agosto de 2004). Clinical Document Architecture Release 2.0. Recuperado el 02 de Febrero de 2013, de <http://xml.coverpages.org/CDA-20040830v3.pdf>

IEEE. (1998). IEEE Standard for Software Test . New York, NY, USA: IEEE.

IMSS. (2013). Acercando el IMSS al ciudadano. Recuperado el 03 de Junio de 2013, de www.imss.gob.mx/SiteCollectionDocuments/migracion/instituto/normatividad/Normateca/DIDT/Normas/Apendice e4.pdf

NXP. (2013). NXP. Recuperado el 04 de Junio de 2013, de www.nxp.com/documents/data_sheet/MF1S50YYX.pdf

Referencias informáticas

Google. (2013). Android. Recuperado el 1 de Junio de 2013, de <http://www.android.com/>

Google. (2013). Nexus 7. Recuperado el 1 de Junio de 2013, de <http://www.google.com/nexus/7/>

JSON. (2013). API ORG.JSON. Recuperado el 1 de Junio de 2013, de <http://www.json.org/java/index.html>

JSON. (2012). Introducción a JSON. Recuperado el 04 de Diciembre de 2012, de <http://www.json.org/json-es.html>

LOINC. (2013). Logical Observation Identifiers Names and Codes. Recuperado el 1 de Junio de 2013, de <http://loinc.org/>

Samsung Electronics Co.,LTD. (2013). Samsung GALAXY S3. Recuperado el 1 de Junio de 2013, de <http://www.samsung.com/global/galaxys3/>

Notas biográficas:



Salvador Escorcía García. Licenciado en Ingeniería en Sistemas Computacionales en el 2010 por el Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos. Maestro en Ciencias de la Computación en 2013 por el Centro Nacional De Investigación y Desarrollo Tecnológico. Áreas de interés: Android, NFC, Web Services y Tecnologías de Auto-identificación.



Máximo López Sánchez. Ingeniero Industrial en 1975 por el Instituto Tecnológico de Zacatepec. Maestro en Ciencias, en Ciencias computacionales en 1994 por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico y Doctor en Computación en el 2004 por el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional. Profesor Investigador del Departamento de Ciencias Computacionales del CENIDET en el área de Ingeniería de Software. Miembro de la Academia Nacional de Ciencias Computacionales. Miembro del comité técnico del Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Computacionales. Áreas de interés: Modelado de Sistemas de Software, Sistemas de Tiempo Real.



Juan G., González. Ingeniero en Sistemas Computacionales en 1992 por el Instituto Tecnológico de Acapulco, México. Maestro en Ciencias Computacionales en 1994 por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Doctor en Ciencias Computacionales. Centro de Investigación en Computación por el Instituto Politécnico Nacional en el año 2006. Profesor Investigador del Departamento de Ciencias Computacionales del CENIDET en el área de Sistemas Distribuidos. Investigador Nacional Nivel I (SNI I) Miembro del Sistema Estatal de Investigador Morelos (SEI). Líder del cuerpo académico de tecnologías Web. Áreas de Interés Servicios Basados en Localización (LBS), Sistemas de recomendación contextual semánticos sensibles al contexto (CARS), Realidad Aumentada. Tecnologías WiFi, Bluetooth, RFID, NFC y QRcodes.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.