

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA QUE
APOYE EL LEVANTAMIENTO DE INVENTARIOS VIALES**

CASO DE ESTUDIO BARRANCABERMEJA

JEISON MAURICIO DELGADO GONZÁLEZ

ROMÁN ALEXIS SUÁREZ CÁLIZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

BUCARAMANGA

2013

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA QUE
APOYE EL LEVANTAMIENTO DE INVENTARIOS VIALES**

CASO DE ESTUDIO BARRANCABERMEJA

JEISON MAURICIO DELGADO GONZÁLEZ

ROMÁN ALEXIS SUÁREZ CÁLIZ

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS**

**DIRECTOR
DR. HERNÁN PORRAS DÍAZ**

**CODIRECTOR
ING. JONATHAN ANDRÉS MEZA SANTOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
BUCARAMANGA**

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar a cumplir el sueño de ser profesional, por regalarme salud y por ponerme en el camino muchas personas con quienes el conocimiento fue enriquecido para lograr este objetivo.

A mis padres quienes me apoyaron desde el momento en que decidí empezar este nuevo sueño que hoy culmina, me brindaron apoyo en los momentos difíciles, en las mañanas que solo quería seguir durmiendo, por su amor, por la constante motivación, por la perseverancia y la constancia que hoy permiten que este sueño sea una realidad.

A mis familiares que aunque no los tenga cerca seguro estuve en sus oraciones y que siempre fueron fuente de toda esa buena energía cuando más lo necesite.

A mi compañero de proyecto con quien desde los primeros días en la universidad empezamos a construir una muy buena amistad que ha perdurado hasta el día de hoy haciendo realidad este objetivo el cual empezamos casi una década.

A mis compañeros de oficina Ing. Nelson y aspirantes a título de ingenieros de sistemas Jahir, Miguel y Diego quienes muy pacientes me aguantaron (cosa nada fácil) y vivimos momentos de risas alegrías y compartirles al igual que momentos de trabajo duro.

A mis amigos de finalización de carrera y compañeros que quizá se gradúan hoy conmigo, puedo decir que poco o mucho compartimos algún buen momento, como las clausuras con Marcelita, Ingrid, Andrea.

A los Ingenieros Jefferson, Andrea, Jorge y Diego quienes luego de su grado siempre estuvieron ahí presentes con un “pa’ cuando”, les puedo decir que no solo deje que se graduaran primero para verlos triunfar sino para que me sigan apoyando con ofertas de empleo, gracias por estar siempre ahí incondicionalmente.

Jeison Mauricio Delgado González

A Dios por guiarme siempre e iluminar mi camino.

A mis papás, por su apoyo incondicional, por su dedicación, su amor y todos sus consejos, porque nunca dejaron de creer en mí.

A mis hermanas, que me han acompañado en este proceso y siempre me han apoyado con grandes y pequeños detalles

A mi familia, que con sus oraciones, sus consejos y su apoyo han aportado en poder lograr esta meta

A Daniela, que con su apoyo y su amor me ha enseñado que siempre se puede ser mejor y a esforzarme cada día por cumplir mis sueños y mis metas.

A mi compañero de proyecto, que es mi amigo y mi hermano con el cuál pasamos las duras y las maduras y no nos dejamos vencer por las adversidades de todo este proceso, gracias manito.

A todos mis compañeros con los que he compartido grandes y pequeños momentos en toda mi carrera, Andrea, Diego, Jefferson, Jorge, que no dejaron de apoyarnos.

Y a todas las personas que de una u otra forma aportaron a cumplir esta meta.

Román Alexis Suárez Cáliz

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad que nos brindó, por medio de sus docentes, un conocimiento que fue enriquecido en cada clase y quienes nos amistad y apoyo además de conocimiento.

A los profesores de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Industrial de Santander quienes en estos años nos dejaron grandes aportes, tanto en nuestra formación profesional y personal.

Al grupo de investigación Geomática quienes nos acogieron y nos recibieron brindándonos oportunidades que fueron bien aprovechadas y quienes no solo nos brindaron el apoyo económico y profesional para cumplir los objetivos de este proyecto, sino que también nos enriquecieron en el quehacer profesional al incluirnos en el Diplomado en Computación Móvil, experiencia que nos brindó la experiencia de compartir, como docentes auxiliares, el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles multiplataforma como HTML5 y Adobe Flash Builder Mobile.

Al director del grupo de investigación y de nuestro proyecto PHd. Hernán Porras Díaz, al codirector Ing. Jonathan Andrés Meza Santos, apoyo y guía en los momentos difíciles del desarrollo, al Magister. José Luis Leal Gómez por hacer las veces de orientador en la presentación, documentación y elaboración del presente proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 20 |
| 2 | GENERALIDADES DEL PROYECTO..... | 21 |
| 2.1 | Descripción de la Entidad Interesada | 21 |
| 2.1.1 | Descripción General..... | 21 |
| 2.1.2 | Descripción del Problema | 21 |
| 2.2 | Justificación | 26 |
| 3 | OBJETIVOS DEL PROYECTO | 28 |
| 3.1 | Objetivo General..... | 28 |
| 3.1.1 | Objetivos Específicos..... | 28 |
| 3.2 | Alcance..... | 29 |
| 3.3 | Viabilidad | 29 |
| 3.3.1 | Viabilidad Técnica | 29 |
| 3.3.2 | Viabilidad Operativa | 29 |
| 3.3.3 | Viabilidad Económica..... | 30 |
| 4 | FUNDAMENTOS TEÓRICOS..... | 31 |
| 4.1 | Conceptos Generales | 31 |
| 4.2 | Daños en Vías | 31 |
| 4.2.1 | Pavimento Flexible..... | 31 |
| 4.2.2 | Pavimento Rígido..... | 32 |
| 4.2.3 | Adoquín..... | 33 |
| 4.2.4 | Afirmado..... | 34 |
| 4.3 | Sumideros..... | 34 |
| 4.4 | Señales..... | 34 |
| 4.5 | Parqueaderos | 35 |
| 4.6 | Semáforos | 35 |
| 4.7 | Perfiles Viales | 35 |
| 4.8 | Viga Benkelman..... | 36 |
| 4.9 | Aplicación Móvil | 37 |
| 4.9.1 | Sistemas Operativos para Móviles..... | 38 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.10 | Entorno de Desarrollo | 39 |
| 4.10.1 | Lenguaje de Programación | 39 |
| 4.10.2 | HTML5 | 39 |
| 4.10.3 | JavaScript | 39 |
| 4.10.4 | CSS..... | 40 |
| 4.10.5 | jQuery..... | 40 |
| 4.10.6 | jQuery Mobile | 40 |
| 4.10.7 | API ArcGIS..... | 40 |
| 4.10.8 | Phonegap..... | 41 |
| 4.11 | Bases de Datos | 41 |
| 4.11.1 | Características | 42 |
| 4.11.2 | Sistema de Gestión de Bases de Datos..... | 42 |
| 4.11.3 | SQL Server | 43 |
| 4.11.4 | SQLite | 45 |
| 4.12 | Ingeniería del Software..... | 45 |
| 4.12.1 | Modelos de desarrollo de Software | 45 |
| 4.12.2 | Lenguaje Unificado de Modelado UML | 46 |
| 5 | METODOLOGÍA DE DESARROLLO | 48 |
| 5.1 | Metodología usada para el desarrollo de la herramienta software | 48 |
| 5.1.1 | Fases del ciclo de vida de la programación extrema (XP) | 49 |
| 6 | DESARROLLO DEL SOFTWARE..... | 52 |
| 6.1 | Fase de Planificación..... | 52 |
| 6.1.1 | Análisis y requisitos del sistema..... | 52 |
| 6.2 | Fase de diseño | 54 |
| 6.2.1 | Diagramas de casos de uso..... | 55 |
| 6.2.2 | Diseño de la Base de Datos..... | 62 |
| 6.3 | Desarrollo e Implementación | 67 |
| 7 | CONCLUSIONES..... | 84 |
| 8 | RECOMENDACIONES | 85 |
| 9 | REFERENCIA BIBLIOGRAFICA..... | 86 |

10 ANEXOS87
ANEXO A. Manual para salvar los datos87

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Autores del Sistema | 55 |
| Tabla 2 Especificación de casos de uso: Ingresar al sistema | 57 |
| Tabla 3 Especificación de casos de uso: Seleccionar Tema: Usuario | 58 |
| Tabla 4 Especificación de casos de uso: Llenar Información: Usuario | 59 |
| Tabla 5 Especificación de casos de uso: Guardar información: Usuario | 59 |
| Tabla 6 Especificación de casos de uso: Consultar información: Usuario | 60 |
| Tabla 7 Especificación de casos de uso: Generar y enviar archivos: Usuario, Administrador | 61 |
| Tabla 8 Especificación de casos de uso: Sincronización de archivos fotográficos: Usuario, Administrador | 61 |

TABLA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Formato de características para el levantamiento de fallas en pavimentos | 23 |
| Figura 2 Formato de características para el levantamiento de señales. | 23 |
| Figura 3 Formato para el levantamiento de perfiles viales..... | 24 |
| Figura 4 Formato de características para el levantamiento de perfiles Completos. | 24 |
| Figura 5. Formato de características para el levantamiento de viga benkelman. ... | 25 |
| Figura 6 Perfil transversal una sección de malla vial | 31 |
| Figura 7 Esquema de Pavimento Flexible | 32 |
| Figura 8 Capas de pavimento rígido | 32 |
| Figura 9 Tipos de sello entre losas | 33 |
| Figura 10 Pavimento adoquinado | 33 |
| Figura 11 Pavimento Afirmado..... | 34 |
| Figura 12 Tipos de Sumidero | 34 |
| Figura 13 Perfil vial | 36 |
| Figura 14 Viga Benkelman..... | 36 |
| Figura 15 Aplicaciones para dispositivos móviles. | 37 |
| Figura 16 Sistema Operativo para Dispositivos Móviles | 38 |
| Figura 17 Base de datos | 41 |
| Figura 18 Herramienta Microsoft SQL Server | 44 |
| Figura 19 Logo de SQLite | 45 |
| Figura 20 Fases del ciclo de vida de la XP | 49 |
| Figura 21 Autores involucrados en el sistema | 55 |
| Figura 22 Diagrama casos de uso | 56 |
| Figura 23 Diagrama de caso de uso ingresar al sistema (Usuario) | 57 |
| Figura 24 Especificación casos de uso: Seleccionar Tema: Usuario | 58 |
| Figura 25 Especificación de casos de uso: Llenar información: Usuario | 58 |
| Figura 26 Especificación de casos de uso: Guardar información: Usuario | 59 |
| Figura 27 Especificación de casos de uso: Consultar información: Usuario | 60 |
| Figura 28 Especificación de casos de uso: Generar Archivos: Usuario, Administrador..... | 61 |
| Figura 29 Especificación de casos de uso: Sincronización de archivos fotográficos: Usuario, Administrador | 61 |
| Figura 30 Representación de la base de datos espacial en ArcGIS para el modelo del LIV en el municipio de Barrancabermeja | 63 |
| Figura 31 Daños en Vías (Pavimento Rígido y Pavimento Flexible)..... | 63 |
| Figura 32 Parqueaderos | 64 |

| | |
|---|----|
| Figura 33 Hitos..... | 64 |
| Figura 34 Señales..... | 65 |
| Figura 35 Sumideros..... | 65 |
| Figura 36 Perfiles Viales | 66 |
| Figura 37 Viga Benkelman..... | 66 |
| Figura 38 Ingreso al Sistema | 67 |
| Figura 39 Menú Principal | 67 |
| Figura 40 Daños en Vías | 68 |
| Figura 41 Mapa de Barrancabermeja | 68 |
| Figura 42 Malla Vial | 69 |
| Figura 43 Formulario Fallas Flexible | 69 |
| Figura 44 Formulario Pavimento Rígido | 70 |
| Figura 45 Formulario Sumideros..... | 71 |
| Figura 46 Tipos de Perfiles | 71 |
| Figura 47 Formulario Perfiles Viales | 72 |
| Figura 48 Menú Señales..... | 73 |
| Figura 49 Formulario Señales..... | 74 |
| Figura 50 Señales Informativas | 76 |
| Figura 51 Señales Informativas | 77 |
| Figura 52 Señales Reglamentarias..... | 77 |
| Figura 53 Sin Señal | 78 |
| Figura 54 Semaforización | 78 |
| Figura 55 Formulario Parqueaderos | 79 |
| Figura 56 Formulario Hitos | 79 |
| Figura 57 Formulario Viga Benkelman..... | 80 |
| Figura 58 Consulta de Información | 81 |
| Figura 59 Consulta Daños en Vías | 82 |
| Figura 60 Lista de Resultados | 82 |
| Figura 61 Lista de Resultado Fotos | 82 |

RESUMEN

TITULO

Diseño e implementación de una herramienta informática que apoye el levantamiento de inventarios viales. Caso de estudio Barrancabermeja.

AUTORES: Jeison Mauricio Delgado González
Román Alexis Suárez Cáliz

PALABRAS CLAVE

UIS, Universidad Industrial de Santander, Levantamiento de inventarios viales, Aplicación móvil, ArcGIS, Dispositivos Móviles, Android

DESCRIPCION

Actualmente, el proceso de levantamiento de inventarios viales se realiza por medio de inspección visual, para documentar las condiciones de operatividad, funcionalidad de una vía y el estado de conservación de la misma. Este proceso se realiza normalmente de manera independiente, en formatos de papel, que corresponden a descripciones de las características de los componentes que constituyen el inventario vial

Uno de los inconvenientes encontrados tiene que ver directamente con estos formatos, siendo estos afectados por factores externos como pérdida, deterioro, o simplemente demoras en la entrega de datos vitales para el análisis y toma de decisiones correspondientes a la planeación vial de una ciudad.

Por tal razón, se desarrolló una aplicación móvil, la cual permite diligenciar los formatos requeridos para el levantamiento, tomando las anotaciones necesarias, la localización geográfica y adjuntando evidencias fotográficas. Adicionalmente se creó un sistema para la generación de archivos necesarios para el análisis y procesamiento de la información recolectada.

La base del trabajo en campo del proyecto se fundamenta en una aplicación para un dispositivo móvil de 7 pulgadas tipo tableta, con sistema operativo Android 4.0.2 Ice Cream Sandwich, el cual facilita el registro de los datos en formato digital obtenidos por medio de la inspección visual que son guardados localmente en la base de datos SQLite del dispositivo y que permite generar y descargar archivos para edición o análisis de la información.

ABSTRACT

TITLE: Design and implementation of a software tool to support the Uprising road inventories. Case of Study Barrancabermeja.

AUTHORS: Jeison Mauricio Delgado González
Román Alexis Suárez Cáliz

KEYWORDS:

UIS, Industrial University of Santander, Uprising road inventories, mobile application, ArcGIS, Mobile Devices, Android

Nowadays, the process of uprising road inventories is performed by visual inspection, for documenting operational conditions, functionality of a route and condition thereof. This process is usually carried out independently, in paper form that correspond to descriptions of the characteristics of the components constituting the road inventory.

One of the drawbacks encountered has to do directly with these formats, these being affected by external factors such as loss, damage, or simply delays in the delivery of vital data for analysis and decision making related to the planning of a city road.

For this reason, we developed a mobile application, which allows fill the required formats for the survey, taking the necessary annotations, geographic location and enclosing photographic evidence. Additionally created a system for generating files required for the analysis and processing of the data collected.

The basis of the project's field work is based on an application for a mobile device type 7-inch tablet with Android OS 4.0.2 Ice Cream Sandwich, which facilitates recording digital data obtained through the visual inspection that are stored locally in the SQLite database on the device and that can generate and download files for editing or analysis of information.

GLOSARIO

ANDROID

Es el Sistema operativo para dispositivos móviles de diferentes marcas y tamaños y que hace parte de la ingeniería de Google Android, cuenta con más de 700.000 aplicaciones en su tienda denominada Google Play, Cada versión de Android es el nombre de un postre que sigue un orden alfabético de parición.

SIG

Sistema de Información Geográfica, es la representación virtual del mundo o bien un diseño cartográfico del mundo de forma virtualizada.

HTML5

De sus siglas en ingles Hyper Text Markup Language, es la quinta versión estandarizada y adaptada a los diferentes tipos de navegadores que interpretan la información que viaja por internet.

JAVA SCRIPT

Es un lenguaje de programación orientado a objetos débilmente tipado y compatible con HTML5, se encarga de la lógica y la funcionalidad de los elementos.

CSS3

Hojas de estilo CSS, en su tercera versión usa un poco de lógica para realizar cambios en la presentación de la información que se encuentra dentro de las etiquetas que se establecen en el HTML5.

PHONEGAP

ECLIPSE

Entorno de desarrollo bajo Java sun, con el SDK de android funciona como compilador de aplicaciones.

JQUERY

Framerwork para mejorar la funcionalidad y la presentación de las páginas HTML5 bajo AJAX.

DISPOSITIVO MÓVIL

Dispositivo electrónico que incorpora diferentes tipos de sensores y que funciona bajo un sistema operativo y cuya funcionalidad se da por medio de aplicaciones.

BASE

Capa generalmente granular, aunque también podría ser de suelo estabilizado, de concreto asfáltico, o de concreto hidráulico. Su función principal es servir como elemento estructural de los pavimentos, aunque en algunos casos puede servir también como capa drenante.

BOMBEO

Es la convexidad dada a la sección transversal de una vía para facilitar el drenaje de las aguas superficiales.

PAVIMENTO

Estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclo vías.

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen los medios tecnológicos para cambiar el esquema tradicional de la recolección de información de inventarios viales, de tal manera que se pueda llevar un mejor control de la información registrada tanto para el personal de inspección como para el personal que se encarga de usar dicha información en un SIG. La modernización de los procesos en el trabajo de campo tiene varios enfoques tanto en la agilización de los procesos de sincronización y transmisión de la información como también de carácter ecológico al evitar el uso del papel en las actividades de registro por medio de la implementación de elementos modernos que integren sensores y características que permitan realizar el mismo trabajo de una manera ágil y eficiente.

El levantamiento del inventario vial de los tramos que conforman la malla vial de un centro poblado generalmente se realizan por medio de una inspección visual de las características de una falla, o las características específicas de la señalización o semaforización registrando este tipo de información en formatos de papel para los cuales no existe un formato estándar sino por el contrario para cada levantamiento de inventario vial se requiere un tipo de formato que se adapte a la información que se quiere recolectar mediante la inspección visual.

Para el siglo XXI se implementó un nuevo concepto conocido como “Portabilidad de la información” hacia el cual se orientaron todos los desarrollos y avances tecnológicos para mejorar la movilidad en dispositivos electrónicos. Pues bien hoy podemos mejorar de manera significativa la forma como se resuelven los problemas implementando soluciones informáticas en dispositivos integran diferentes tipos de sensores y que en nuestro caso permiten la sincronización de la información de diferentes usuarios en Barrancabermeja a los servidores del grupo de investigación Geomática en Bucaramanga.

2 GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1 Descripción de la Entidad Interesada

2.1.1 Descripción General

Con el ánimo de dar soluciones concretas a problemas específicos de los diferentes sectores de la sociedad colombiana, nace el Centro de Investigación en Gestión y Optimización de Sistemas Geomática. Un grupo de investigación y desarrollo que da inicio a sus labores en mayo de 1998, y que a lo largo de estos años ha logrado consolidar su labor, a través de proyectos como el Diseño del Sistema Integrado de Transporte Masivo del Área Metropolitana de Bucaramanga, Metro línea, la modernización empresarial de los sistemas de agua potable y saneamiento básico de 6 municipios del Departamento de del Cesar, entre otros proyectos de impacto. Las líneas de acción que integran el que hacer de Geomática se describen como: Ingeniería de Transporte, Modelos de Optimización, Tecnologías Emergentes en Geo ciencias e Ingeniería, Ordenamiento Territorial, Sistemas de Información Geográfica, Estudios de Viabilidad Estratégica, Optimización de Procesos y evaluaciones financieras, empresariales, institucionales y de entes territoriales.[13]

2.1.2 Descripción del Problema

El levantamiento de inventarios viales es un proceso que actualmente en Colombia se realiza por medio de inspección visual para conocer las condiciones de operatividad, funcionalidad de una vía y estado de conservación a partir de una descripción detallada de las condiciones físicas, geométricas y de diseño. El inventario vial está compuesto por la malla vial (calzada) y la infraestructura asociada (predios, andenes, zonas verdes, separadores, señalización, daños, muros de contención, cunetas), etc.

El registro de datos y su análisis se convierte en información de un gran valor técnico y el punto de partida para la posterior realización de estudios de ingeniería de tránsito y transporte, que son fundamentales en las etapas preliminares a la planeación e implementación de proyectos de infraestructura vial y de transporte, así como la realización de Sistemas de Información Geográficos (SIG).

El proceso para la recolección de esta información normalmente se realiza de manera independiente en formatos de papel, que corresponden, a una descripción parcial de las características de cada uno de los componentes que constituyen el inventario vial. Para esto es necesario el uso de herramientas independientes como una cámara de fotos y un GPS.

Actualmente no existe un formato estándar para la recolección de la información de los inventarios viales, cada formato se crea de acuerdo a las necesidades y a las características de la malla vial y su infraestructura asociada y los formatos que fueron creados para la recolección de la información en el caso de estudio de este proyecto se presentan a continuación.

La información de señales y daños en la calzada se realiza de igual forma con instrumentos adicionales como la cámara fotográfica y el GPS. La función del primero, es conservar el registro de la toma de datos, las características del elemento registrando y el número de registro de la fotografía en el dispositivo. El segundo instrumento referencia geográficamente el punto donde se encuentra dicho elemento.

En el formato para la identificación de fallas en pavimento rígido o flexible registra la posición geográfica y las características del daño.

| UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|-----------|-----------|----------|---------|--------|--------|-------------------------------|-----------------------------------|
| LEVANTAMIENTO DE INSPECCION VISUAL DE PAVIMENTO | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 20/04/2013 RUTA: 1 | | | | | | | | | | | |
| COORDENADA | | T. PAV. | T. DE FALLA | LARGO (m) | ANCHO (m) | PROF.(m) | CALZADA | CARRIL | # FOTO | OBSERVACIONES | |
| LONGITUD | LATITUD | | | | | | | | | | |
| 1 | -73.854052 | 7.072221 | 9 | 20 | 0.02 | 0.001 | 1 | 1 | 01 | Separacion extrema Suro. Baja | |
| 2 | -73.854033 | 7.072266 | 1 | 13 | 3 | 0.001 | 2 | 4 | 0.2 | Severidad: Baja | |
| 3 | -73.854093 | 7.072274 | 1 | 12 | 6 | - | 2 | 3-4 | 0.3 | Severidad: Baja | |
| 4 | -73.85431 | 7.072251 | 1 | 1 | 10 | 0.06 | 0.001 | 1 | 1 | 0.4 | Severidad: Baja |
| 5 | -73.854653 | 7.072274 | 1 | 11 | 2.5 | 0.01 | 0.002 | 2 | 3 | 0.5 | Severidad: Baja |
| 6 | -73.854825 | 7.07227 | 1 | 11 | 1.8 | 0.01 | 0.002 | 2 | 3 | 0.6 | Severidad: Baja |
| 7 | -73.854853 | 7.072266 | 1 | 12 | 0.40 | 0.30 | - | 2 | 3 | 0.7 | Severidad: Baja |
| 8 | -73.854855 | 7.072252 | 1 | 11 | 1.8 | 0.01 | 0.001 | 2 | 3 | 0.8 | Severidad: Baja |
| 9 | -73.85494 | 7.072319 | 1 | 20 | 0.05 | 0.003 | 0.003 | 2 | 4 | 0.9 | Severidad: Baja |
| 10 | -73.855096 | 7.072196 | - | - | 1 | 0.13 | - | 1 | 1 | 10 | Severidad: Baja |
| 11 | -73.855416 | 7.072243 | 1 | 13 | 10 | 6 | 0.008 | 2 | 3-4 | 11 | SUMIDERO VENTANA Severidad: Media |
| 12 | -73.855506 | 7.072302 | 1 | 12 | 10 | 6 | - | 2 | 2-4 | 12 | Severidad: Baja |
| 13 | -73.855545 | 7.072262 | 1 | 11 | 13 | 0.02 | 0.003 | 2 | 3 | 13 | Severidad: Media |
| 14 | -73.855986 | 7.07226 | 1 | 12 | 50 | 6 | - | 2 | 3-4 | 14 | Severidad: Baja |
| 15 | -73.856007 | 7.072297 | 1 | 12 | 15 | 2 | - | 1 | 2 | 15 | Severidad: Baja |
| 16 | -73.856285 | 7.072215 | 1 | 1 | 5 | 0.5 | 0.001 | 1 | 1 | 16 | Severidad: Baja |
| 17 | -73.856521 | 7.072199 | 1 | 8 | 6 | 0.001 | 0.001 | 1 | 1 | 17 | Severidad: Baja |
| 18 | -73.856503 | 7.072166 | 1 | 12 | 12 | 2 | - | 1 | 1 | 18 | Severidad: Baja |
| 19 | -73.856491 | 7.072234 | 1 | 12 | 0.60 | 0.30 | 0.0010 | 2 | 3 | 19 | Severidad: Baja |
| 20 | -73.856591 | 7.072176 | - | - | 1 | 0.13 | - | 1 | 1 | 20 | Severidad: Alta, Mantenimiento |
| 21 | -73.856303 | 7.072191 | 1 | 3 | 1 | 0.50 | 0.005 | 1 | 1 | 21 | SUMIDERO VENTANA Severidad: Media |
| 22 | -73.856324 | 7.072198 | 1 | 45 | 0.50 | 0.30 | 0.002 | 1 | 1 | 22 | Severidad: Baja |
| 23 | -73.856101 | 7.072235 | - | - | 1 | 0.13 | - | 2 | 4 | 23 | SUMIDERO VENTANA Severidad: Baja |
| 24 | -73.856197 | 7.072252 | 1 | 11 | 5 | 0.120 | 0.001 | 1 | 3-4 | 24 | Severidad: Baja |
| 25 | -73.856351 | 7.072265 | 1 | 20 | 5 | 2 | 0.001 | 2 | 4 | 25 | Severidad: Media |
| 26 | -73.856316 | 7.072143 | 1 | 1 | 30 | 1.2 | 0.006 | 1 | 3-4 | 26 | Severidad: Alta |
| 27 | -73.8567241 | 7.072151 | 1 | 12 | 7 | 1 | - | 1 | 2 | 27 | Severidad: Baja |
| 28 | -73.856727 | 7.07211 | 1 | 4 | 4 | 2 | 0.000 | 1 | 1 | 28 | Severidad: Alta |

Figura 1. Formato de características para el levantamiento de fallas en pavimentos

Fuente: Autores

El formato para las señales en la vía registra de acuerdo a una inspección visual las características de las mismas y se registran las coordenadas geográficas.

| UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|------------|----------|-------------|---------|---------------|------------------|--------|--------------------|--|
| LEVANTAMIENTO DE SEÑALES | | | | | | | | | | |
| FECHA: RUTA: | | | | | | | | | | |
| ITEM | COD | LONGITUD | LATITUD | VISIBILIDAD | ESTADO | MANTENIMIENTO | DIMENSIONAMIENTO | # FOTO | OBSERVACIONES | |
| 1 | SR-28 | -73.854011 | 7.072124 | Buena | Regular | Correctivo | Cumpl | 1 | Falta de Pintura | |
| 2 | SR-01 | -73.853937 | 7.072192 | Buena | Buena | Correctivo | No Cumpl | 2 | Falta de Pintura | |
| 3 | SH-12 | -73.85395 | 7.072167 | Buena | Regular | Correctivo | Cumpl | 3 | Falta de Pintura | |
| 4 | SH-10 | -73.853981 | 7.07216 | Buena | Mala | Correctivo | Cumpl | 4 | Falta de Pintura | |
| 5 | SH-17 | -73.853934 | 7.072188 | Buena | Regular | Correctivo | Cumpl | 5 | Falta de Pintura | |
| 6 | SH-17 | -73.853964 | 7.072202 | Buena | Regular | Correctivo | Cumpl | 6 | Falta de Pintura | |
| 7 | SH-02 | -73.853762 | 7.072183 | Buena | Regular | Correctivo | Cumpl | 7 | Falta de Pintura | |
| 8 | SH-13 | -73.854087 | 7.07223 | Buena | Mala | Correctivo | Cumpl | 8 | Falta de Pintura | |
| 9 | SH-13 | -73.854069 | 7.072236 | Buena | Regular | Correctivo | Cumpl | 9 | Falta de Pintura | |
| 10 | SR-10 | -73.854013 | 7.072243 | Buena | Regular | Correctivo | Cumpl | 10 | Falta de Pintura | |
| 11 | SR-28 | -73.854115 | 7.072284 | Buena | Mala | Correctivo | Cumpl | 11 | Señal indistinta | |
| 12 | SH-10 | -73.854215 | 7.072255 | Buena | Regular | Correctivo | Cumpl | 12 | Pintura | |
| 13 | SH-11 | -73.854315 | 7.072222 | Regular | Mala | Correctivo | Cumpl | 13 | Pintura | |
| 14 | SR-30 | -73.854439 | 7.072208 | Buena | Buena | No aplica | Cumpl | 14 | → 50km/h | |
| 15 | SR-30 | -73.854613 | 7.072265 | Buena | Regular | Correctivo | Cumpl | 15 | → 40km/h - Pintura | |
| 16 | SR-28 | -73.854949 | 7.072193 | Buena | Regular | Correctivo | No Cumpl | 16 | - | |
| 17 | SR-28 | -73.855644 | 7.072182 | Buena | Buena | No Cumpl | No Cumpl | 17 | - | |
| 18 | SR-28 | -73.855767 | 7.072195 | Mala | Regular | Correctivo | Cumpl | 18 | Pintura | |
| 19 | SH-10 | -73.855975 | 7.072163 | Buena | Buena | No Cumpl | Cumpl | 19 | - | |
| 20 | SH-10 | -73.855975 | 7.072163 | Regular | Regular | Correctivo | Cumpl | 20 | Pintura | |
| 21 | SH-40 | -73.856632 | 7.072187 | Mala | Mala | Correctivo | Cumpl | 21 | Pintura | |
| 22 | SH-02 | -73.85667 | 7.072225 | Regular | Mala | Correctivo | Cumpl | 22 | Pintura | |
| 23 | SH-17 | -73.85667 | 7.072225 | Regular | Mala | Correctivo | Cumpl | 23 | Pintura | |
| 24 | SR-09 | -73.85667 | 7.072225 | Buena | Buena | No Cumpl | Cumpl | 24 | - | |
| 25 | SH-18 | -73.856618 | 7.072224 | Mala | Mala | Correctivo | Cumpl | 25 | Pintura | |
| 26 | SH-15 | -73.856618 | 7.072224 | Mala | Mala | Correctivo | Cumpl | 26 | Pintura | |
| 27 | SR-05 | -73.85667 | 7.072225 | Buena | Buena | No Cumpl | Cumpl | 27 | - | |
| 28 | SR-05 | -73.85667 | 7.072225 | Buena | Buena | No Cumpl | Cumpl | 28 | - | |
| 29 | SR-01 | -73.856762 | 7.072301 | Buena | Buena | No Cumpl | No Cumpl | 29 | - | |

Figura 2 Formato de características para el levantamiento de señales.

Fuente: Autores

El formato para el levantamiento de información de perfiles viales, está dividido en dos partes; al lado izquierdo la representación del tramo y al lado derecho las características que se registran por medio de mediciones.

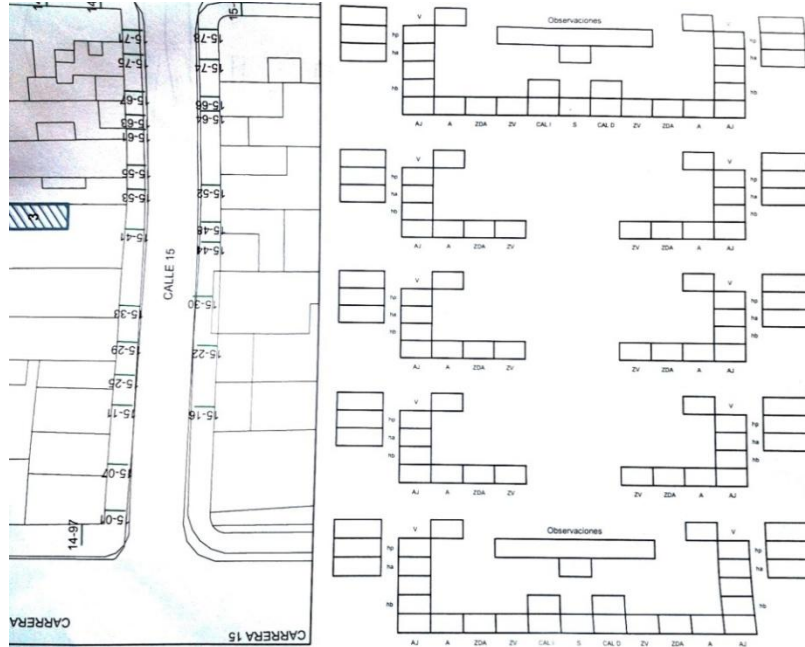


Figura 3 Formato para el levantamiento de perfiles viales.

Fuente: Autores

En los campos para llenar se toman solamente las mediciones de la zona predial para los medio perfiles, para los perfiles completos se mide también las dimensiones de la calzada y el *bombeo* que son los ángulos de inclinación de la vía.

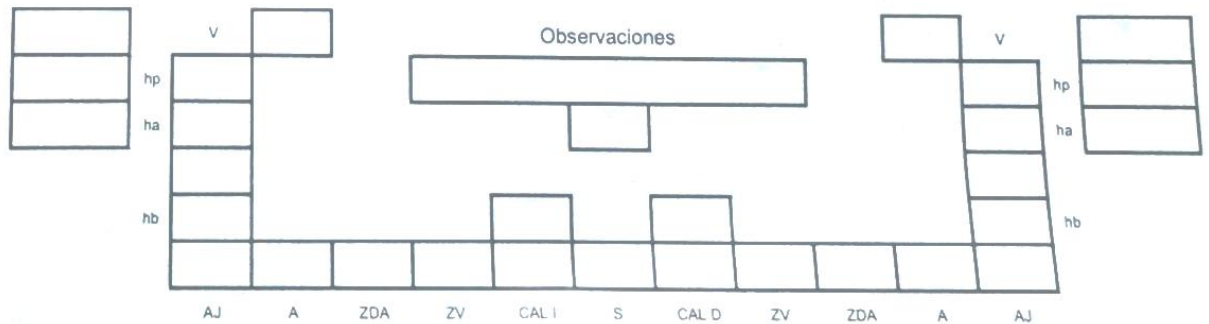


Figura 4 Formato de características para el levantamiento de perfiles Completos.

Fuente: Autores

Y por último en este formato se registran los valores obtenidos por el deflectómetro¹ y algunas observaciones.

VIGA BENKELMAN

CARGA EN EL EJE: 11,7 TON
 PRESION INFLADO: 110 PSI

TABLA DE TEMPERATURAS

FECHA: 25 / Abril / 2013

| Lect No. | Hora: | Temp Ambiete [°C] | Temp Pavimento [°C] | Observacion |
|----------|----------|-------------------|---------------------|-------------|
| 1. | 7:35 Pm | 31.7 | 35 | |
| 2. | 10:05 Pm | 27.7 | 32 | |
| 3. | 12:00am | 26.4 | 30.9 | |
| 4. | 01:00am | 26.7 | 29.4 | |

| Lect No. | Hora: | Temp Ambiete [°C] | Temp Pavimento [°C] | Observacion |
|----------|----------|-------------------|---------------------|-------------|
| 1. | 6:35 Pm | 27.5 | 33.4 | Normal |
| 2. | 9:50 Pm | 26.5 | 30.5 | Normal |
| 3. | 11:50 Pm | 26.7 | 29.8 | Normal |
| 4. | | | | |

Figura 5. Formato de características para el levantamiento de viga benkelman.

Fuente: Autores

Debido a la falta de integración en la recolección de los datos en campo y teniendo en cuenta que estos pueden ser alterados por fenómenos eventuales como lluvias, extravío de la información por pérdida, mala digitación, problemas de interpretación de los formatos o demoras en la entrega de los mismos en pos proceso, es pertinente realizar una herramienta informática que permita integrar de manera efectiva y confiable la captura de los datos de forma independiente a la cantidad de recursos usados en la recolección de la información. Con la sincronización de la información se reduce el tiempo para el análisis de los datos recolectados.

En la actualidad se requiere hacer un pos proceso a la información recolectada y digitalizar todos los datos registrados en los formatos manualmente debido a que el proceso no está automatizado.

¹ Definición de Deflectómetro http://www.construmatica.com/construpedia/Deflect%C3%B3metro_de_Impacto

2.2 Justificación

Lo que se pretende en este proyecto, fundamentalmente es cambiar el sistema de registro manual, puesto que toma el doble del tiempo digitalizar esta información, es decir, un tiempo determinado para tomar los registros en campo y otra fracción que depende de la cantidad de personal asignado, interpretación y digitalización para comenzar con el proceso de carga de estos registros y construcción del SIG, para ello se propone usar formatos digitales de acuerdo a los roles que pueda adoptar cada persona en las comisiones al realizar la recolección de los datos en campo.

El Levantamiento del Inventario Vial (LIV) consta de equipos de trabajo contratados para recolectar información en cierta cantidad de kilómetros y por ciertas zonas de la ciudad de Barrancabermeja, a estos equipos se les denomina comisión, cada rol del LIV esta seccionado por parejas de trabajo, las cuales están dotadas con un dispositivo móvil tipo tableta de 7 pulgadas de gama alta con conexión WiFi y 3G , el tipo de conexión 3G garantiza el uso de los servicios de mapas ArcGIS provistos por el grupo de investigación Geomática, los cuales serán usados para ubicar geográficamente a las comisiones y en ellos poder señalar el punto y el tramo de red al que están registrando la información.

Los temas en los que se divide el levantamiento y del cual depende la conformación de las comisiones es el siguiente:

- ✓ Fallas
 - Flexible
 - Rígido
 - Sumideros
- ✓ Perfiles Viales
 - 5 Tipos de perfiles Viales
- ✓ Señales

- Señales sobre la malla vial
 - Horizontales
 - Verticales
 - Informativas
 - Preventivas
 - Reglamentarias
- Hitos²
- Parqueaderos
- ✓ Viga Benkelman³

² Definición de Hito: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/historia/bogotacd/urbanos.htm>

³ Ensayos de Viga Benkelman:
http://www.pinzuar.com.co/pinzuar/index.php?option=com_virtuemart&view=productdetails&virtuemart_product_id=42&virtuemart_category_id=22&lang=es

3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 Objetivo General

Desarrollar una herramienta informática que apoye el levantamiento de inventarios viales con el fin de mejorar los tiempos de recolección integrando los procesos de captura de características, toma de fotografía y captura de posición en campo, los cuales actualmente se desarrollan de manera independiente con diversos dispositivos como PDA, GPS y cámaras digitales, en un aplicativo único para dispositivos móviles Android, de manera que se pueda hacer un seguimiento general a la información recolectada en campo. Caso de estudio Barrancabermeja.

3.1.1 Objetivos Específicos

- Diseñar e implementar de acuerdo al modelo de datos definido para el almacenamiento de la información de los inventarios viales de Barrancabermeja, las entidades necesarias para los procesos de seguimiento, almacenamiento y captura de datos en campo.
- Desarrollar interfaces que integren el GPS, la cámara digital y los formularios digitales con los que cuentan los dispositivos móviles Android, para la captura unificada de características de los componentes seleccionados del inventario vial.
- Implementar la funcionalidad de visualización de datos en campo mediante un visor de mapas para el aplicativo móvil, que consuman servicios de mapas ArcGIS.
- Establecer una estrategia de envío remoto de los datos capturados en campo del inventario vial.

3.2 Alcance

La aplicación móvil se desarrollará para usarse como una herramienta para el levantamiento de la información necesaria para el inventario vial; en ella se podrá seleccionar la posición geográfica del punto que se desee registrar y luego digitar los datos recogidos por las personas encargadas de hacer las mediciones en campo. Contará de diferentes módulos en los cuales se podrán ingresar medidas dependiendo de los requerimientos de información para cada módulo

3.3 Viabilidad

Antes del desarrollo de software propuesto para el grupo de investigación GEOMATICA de la Universidad Industrial de Santander, se evaluó la viabilidad de proyecto, con el fin de garantizar el sostenimiento de acuerdo a las condiciones, recursos técnicos, económicos y operativos disponibles. A continuación se mencionarán los parámetros valorados, para verificar la viabilidad del sistema.

3.3.1 Viabilidad Técnica

Para hacer viable la construcción de la aplicación, se utilizaron herramientas hardware que facilitaban el desarrollo sostenible y de calidad del proyecto. Gracias a la funcionalidad de los dispositivos móviles se definió la funcionalidad para la recolección de la información que será guardada dentro del dispositivo y que será posteriormente enviada para su análisis y procesamiento.

Para el desarrollo de la aplicación, el uso del entorno de programación de “Eclipse” con el “Plugin de Android” proporciona la funcionalidad requerida para compilar los archivos generados previamente usando el editor de texto para código y marcado “Sublime Text 2”

3.3.2 Viabilidad Operativa

Para el desarrollo y la implementación de la aplicación con los requerimientos establecidos, se contó con la disponibilidad de los estudiantes de ingeniería de sistemas de la Universidad Industrial de Santander, junto con el apoyo del grupo

Geomática, junto con un grupo de personas encargadas de usar la aplicación recolectando la información en Barrancabermeja.

3.3.3 Viabilidad Económica

Los costos que representa la realización de este proyecto, tales como la adquisición de dispositivos electrónicos, servidores, y contratación de personas, fueron asumidos por el grupo de investigación Geomática de la Universidad Industrial de Santander.

Se puede decir que este proyecto es viable económicamente porque aprovecha las ventajas y los recursos que ofrecen los avances tecnológicos, además de la reducción de costos gracias a la disminución de tiempo empleado en la recolección y procesamiento de la información.

4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1 Conceptos Generales

Inventario vial

El inventario vial comprende las características de las zonas públicas en un tramo o sección de la malla vial.

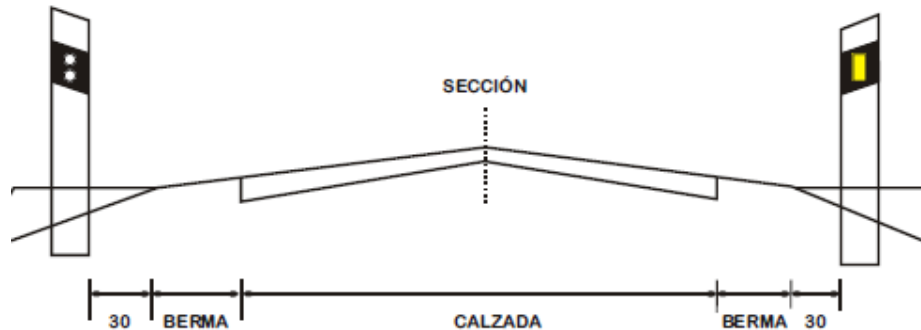


Figura 6 Perfil transversal una sección de malla vial

Fuente: Manual Invías

En la imagen se muestra la estructura de un tramo de red vial, el cual representa una calzada dividida por dos secciones con distintos ángulos de inclinación denominados bombeo, esta es la representación de cualquier tipo de pavimento ya sea flexible, rígido, adoquín o afirmado. Los laterales de la figura representan las zonas prediales y las secciones que no hacen parte de la calzada y que también pertenecen al inventario vial a lado y lado de la vía tal como el antejardín, la franja de circulación y el andén, existe otra sección llamada franja ambiental que comprende el sardinel, la zona dura arborizada o en su defecto zona verde, las zonas de parqueo pues estas últimas no se toman en cuenta como parte de la calzada. [2]

4.2 Daños en Vías

4.2.1 Pavimento Flexible

El pavimento flexible es una mezcla de materiales bituminosos, compuesto por una mezcla granular fina y una mezcla granular gruesa. Existen tres tipos de pavimento flexible dependiendo de la capacidad de carga sobre la superficie de

rodamiento, las formas del pavimento asfáltico están catalogadas como concreto asfáltico mezcla en caliente, concreto asfáltico mezcla en frío, mortero asfáltico, tratamiento asfáltico, micro pavimento, etc. Estas modalidades están soportadas en ciertos componentes estructurales que son: subrasante o afirmado, la sub base, la base y la superficie de rodamiento. [8]

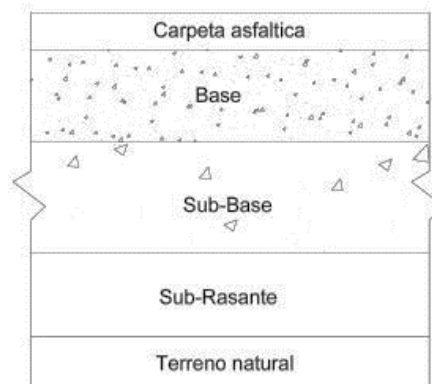


Figura 7 Esquema de Pavimento Flexible

Fuente: Manual PCI

4.2.2 Pavimento Rígido

Los pavimentos rígidos son una mezcla de una capa granular definida con cemento, agua y arena, está catalogado en: losas de concreto simple con juntas, losa de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo, etc. Al igual que en el tipo de pavimento anterior, debe existir una superficie afirmada para su aplicación y el tipo de aplicación se realiza dependiendo de la capacidad de carga sobre la superficie de rodamiento.

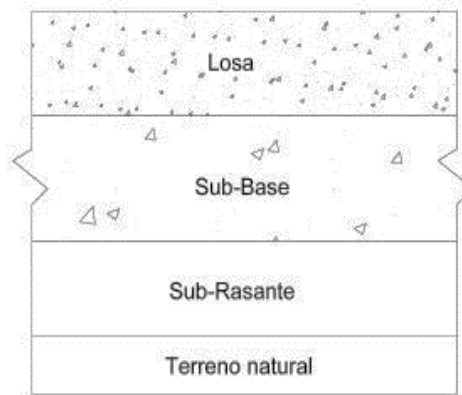


Figura 8 Capas de pavimento rígido

Fuente: Manual PCI

El pavimento rígido no se aplica de forma continua sino en formas cuadradas denominadas losas las cuales están separadas por una pequeña distancia que permita la deformación, tensión y compresión del material con el cambio de temperatura o con la capacidad de carga recibida, estas uniones se denominan sellos y también tienen una forma especial de relacionarse, puesto que los sellos pueden ser uniones entre losas de concreto directamente o unidas por varillas lisas para dar más firmeza y rigidez a la superficie de carga. [8]

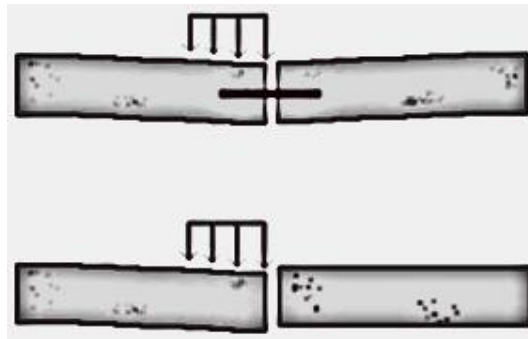


Figura 9 Tipos de sello entre losas

Fuente: Ingeniería de tránsito y de carreteras, Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

4.2.3 Adoquín

Las vías adoquinadas, son vías construidas con diferentes tipos de material en pequeñas dimensiones con materiales como concreto o arcilla, esta soportado en una base granular, capa o cama de arena de asiento y para el cual se usa arena para los sellos y se emplea para construir pavimentos en tramos en vías peatonales, pavimentos para tránsito vehicular ligero y para tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores para reducir las vibraciones que afecten las fachadas y las estructuras de las edificaciones. [8]

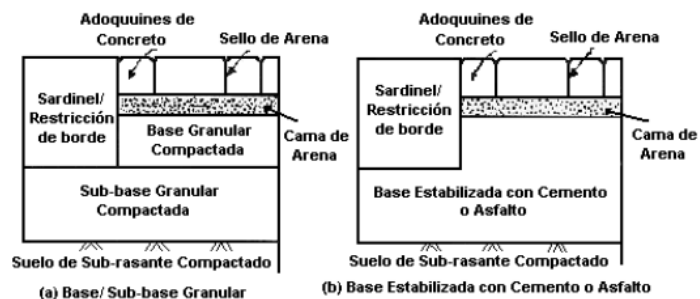


Figura 10 Pavimento adoquinado

Fuente: Ingeniería de tránsito y de carreteras, Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

4.2.4 Afirmado

Una vía afirmada, generalmente sirve como cimiento de la estructura del pavimento, generalmente están conformadas por una capa de materiales adecuados de préstamo, bien compactados hasta las especificaciones establecidas, es la base para alcanzar ciertas propiedades de resistencia que se requieren para el tipo de pavimento que se esté construyendo. [8]

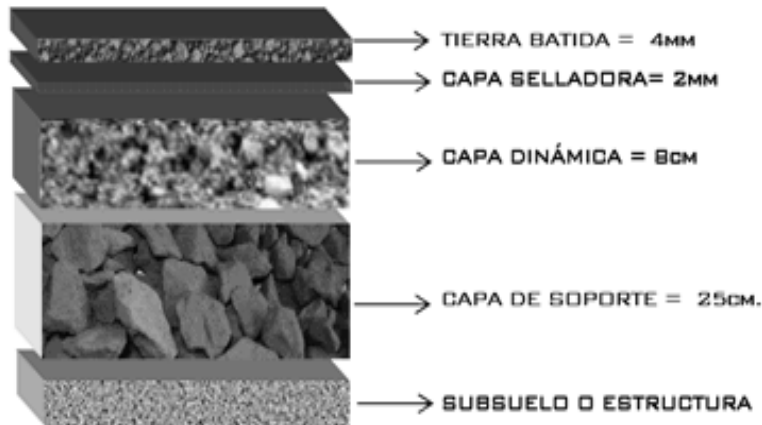


Figura 11 Pavimento Afirmado

Fuente: Ingeniería de tránsito y de carreteras, Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

4.3 Sumideros

Los sumideros se definen como las vías de evacuación de aguas lluvias en las vías, estos sumideros se presentan como rejas metálicas o en concreto sobre la sección lateral de la vía o como ausencia del sardinel que se convierte en un sumidero tipo ventana que se conectan con el sistema de recolección de aguas lluvias del tramo del centro poblado. [8]



Figura 12 Tipos de Sumidero

Fuente: Ingeniería de tránsito y de carreteras, Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel

4.4 Señales

El Ministerio de Transito es la entidad que provee los manuales de señalización vial, es un conjunto de documentos que consta de 9 capítulos donde se

especifican las condiciones técnicas las características de cada uno de los tipos de señalización y semaforización. [2]

4.5 Parqueaderos

Los parqueaderos son zonas adecuadas y acondicionadas para estancia de vehículos automotores o ciclomotores sobre un costado de la malla vial autorizados por las entidades territoriales de tránsito y transporte. Existen predios acondicionados para la permanencia de estos vehículos, a diferencia de los parqueaderos sobre la malla vial, los parqueaderos privados son construidos con ánimo de lucro pero el costo de la hora o la fracción de la permanencia del vehículo automotor o ciclomotor también está reglamentado por la entidades de gobierno local teniendo en cuenta el sector y el cumplimiento de algunas normas técnicas. [8]

4.6 Semáforos

El capítulo 7 del manual de señalización vial suministrado por el Ministerio de Transporte especifica las características de semaforización y su representación gráfica, se define como dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en las vías, asignando el derecho a paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de las luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad electrónica de Control. [2]

4.7 Perfiles Viales

Un perfil vial es la representación de las características transversales de una sección de la malla vial que comprende el registro de los datos como la nomenclatura de los predios, el número de carriles, el ancho del carril, dimensiones superficiales de las bermas, separadores y el tipo de pavimento. [8]

4.9 Aplicación Móvil

Para poder entender el significado de aplicativo móvil, es indispensable explicar el significado de aplicación. Las aplicaciones forman parte del software de los dispositivos, ya sea una tableta, una computadora o un dispositivo móvil.

Las aplicaciones son una serie de programas que han sido desarrollados para facilitarles a los usuarios la utilización de estos; actualmente se puede apreciar sus grandes bondades a la hora de realizar diversos tipos de trabajos, solucionar problemas, divertirse mediante juegos, o sencillamente interactuar con el dispositivo.

Una aplicación está diseñada y optimizada como una herramienta para un propósito específico, como respuesta ante una necesidad del usuario. Existen aplicaciones de diferentes tipos que dependen de la finalidad que cada una tenga. De esta manera, se puede encontrar software de aplicaciones de negocios, de utilería, personales o de entretenimiento. Algunos ejemplos de aplicaciones son los procesadores de texto, las planillas de cálculo, los editores gráficos, los administradores de bases de datos, etc. Además, las aplicaciones tienen que ser independientes del hardware de manera tal que puedan ser utilizadas por cualquier dispositivo [3].



Figura 15 Aplicaciones para dispositivos móviles.

Fuente: <http://www.lekter.com/apps-moviles-lekter.php>

4.9.1 Sistemas Operativos para Móviles

Un sistema operativo es la capa compleja que existe entre el hardware y el usuario, facilitándole al programador o al usuario las herramientas e interfaces adecuadas para realizar sus tareas informáticas, desglosándole de los complicados procesos necesarios a la sencillez de los mismos para llevarlas a cabo⁴. El uso de los sistemas operativos determinará las capacidades de multimedia de los dispositivos, y la forma de éstas de interactuar con el usuario.

Los sistemas operativos móviles son sistemas operativos que son dirigidos desde un dispositivo móvil facilitando la orientación a la conectividad inalámbrica y aprovechando las diferentes maneras en las que se puede trabajar o introducir información en ellos. Algunos ejemplos de estos sistemas operativos móviles son:

- Android
- iOS
- Windows Mobile
- Symbian
- BlackBerry OS
- MeeGo



Figura 16 Sistema Operativo para Dispositivos Móviles

Fuente: <http://conecti.ca/2012/02/24/infografia-sistemas-operativos-moviles-mas-usados/>

⁴ Síntesis tomada de Sistemas operativos para dispositivos móviles -<http://156.35.151.9/~smi/5tm/09trabajos-sistemas/1/Memoria.pdf>

4.10 Entorno de Desarrollo

El entorno de desarrollo es un software que convierte la semántica del ser humano en lenguaje un lenguaje entendible para la máquina, las instrucciones establecidas con el lenguaje de programación son interpretadas y compiladas de tal manera que la maquina resuelva los eventos y devuelva una respuesta.

Los entornos de desarrollo no solo son un conjunto de funcionalidad sino también de diseño de interfaces de usuario, con la implementación en la tecnología de los dispositivos móviles, estas interfaces deben no solo ser funcionales sino agradables a la vista y requieren cierto tipo de características especiales como la funcionalidad para la adaptación a pantallas de diferentes tamaños.

4.10.1 Lenguaje de Programación

Es un conjunto de funciones formales y estandarizadas diseñado para expresar procesos que son ejecutados por equipos informáticos, los procesos son un catálogo de acciones que se realiza la máquina de forma secuencial y que permite convertir tareas mecánicas complejas en pequeñas tareas fácilmente procesadas y de respuesta oportuna.

4.10.2 HTML5

HTML5 es la versión más reciente del lenguaje de marcado de hipertexto (HTML por sus siglas en inglés Hyper Text Markup Lenguaje), el cual describe el contenido de información que viaja por internet, se ha establecido como estándar gracias al trabajo cooperativo entre el consorcio World Wide Web (W3C) y el Web Hypertext Application Technology Working Group (WHATWG).[6]

4.10.3 JavaScript

Es un lenguaje de programación desarrollado por Netscape que permite diseñar páginas web interactivas. Aunque comparte muchas de las características y estructuras del lenguaje completo JAVA, fue desarrollado independientemente.

JavaScript puede interactuar con el código fuente de HTML, permitiéndole a los creadores Web crear contenido dinámico en sus sitios Web. [13]

4.10.4 CSS

Las hojas de estilo CSS3 son las que mejoran y enriquecen el código HTML5, puesto que estas son quienes dan forma, fuentes, color, ubicación, espaciado y formato a los elementos del HTML.

Los navegadores Web y muchas aplicaciones soportan CSS. Para escribir CSS, no necesita más que un editor de texto, pero hay muchas herramientas disponibles que hacen que sea aún más fácil.

4.10.5 jQuery

jQuery es una librería de JavaScript, pequeña y rica en funciones. Hace transversal la manipulación y visualización de los elementos del HTML5, controla los eventos, la animación y un uso de la API de Ajax mucho más simple y fácil de usar, funciona a través de una multitud de navegadores. Con una combinación de flexibilidad y extensibilidad, jQuery ha cambiado la forma en que millones de personas escriben JavaScript.

4.10.6 jQuery Mobile

Es un sistema unificado para HTML5, usa las interfaces de usuario en las plataformas más populares de dispositivos móviles. Su código está construido progresivamente, su diseño es flexible y con variación de temas.

4.10.7 API ArcGIS

ArcGIS es un sistema de mapas virtuales que Cataloga, cartografía y analiza la información geográfica con herramientas intuitivas. Crea y publica mapas y aplicaciones. Y permite tener el control sobre dónde se comparten los datos y la capacidad de dar a todo el mundo mapas Web fáciles de usar para convertir datos en información. Con las APIs y los SDKs de ArcGIS, los desarrolladores pueden

crear aplicaciones Web y móviles que den respuesta a flujos de trabajo específicos y proporcionen una excelente interacción con el contenido geográfico en cualquier dispositivo.

4.10.8 Phonegap

Phonegap es un framework de desarrollo basado en estándares de código abierto para la construcción de plataformas de aplicaciones móviles con HTML, CSS y JavaScript para iPhone / iPad, Android de Google, Palm, Symbian, BlackBerry, Windows Mobile y más.

4.11 Bases de Datos

Una base de datos es una entidad en la cual se pueden almacenar datos de manera estructurada, con la menor redundancia posible. Diferentes programas y diferentes usuarios deben poder utilizar estos datos. Por lo tanto, el concepto de base de datos generalmente está relacionado con el de red ya que se debe poder compartir esta información. Una base de datos proporciona a los usuarios el acceso a datos, que pueden visualizar, ingresar o actualizar, en concordancia con los derechos de acceso que se les hayan otorgado. La principal ventaja de utilizar bases de datos es que múltiples usuarios pueden acceder a ellas al mismo tiempo [4].

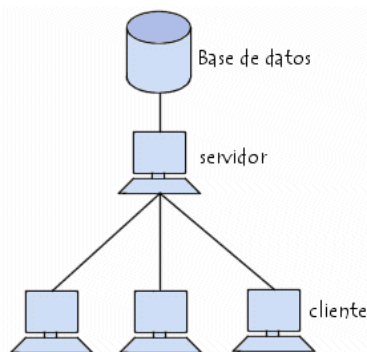


Figura 17 Base de datos

Fuente: Imagen tomada de <http://es.kioskea.net/contents/bdd/bddintro.php3>

4.11.1 Características

- Independencia de los Datos. Es decir, que los datos no dependen del programa y por tanto cualquier aplicación puede hacer uso de los datos.
- Reducción de la Redundancia. Llamamos redundancia a la existencia de duplicación de los datos, al reducir ésta al máximo conseguimos un mayor aprovechamiento del espacio y además evitamos que existan inconsistencias entre los datos. Las inconsistencias se dan cuando nos encontramos con datos contradictorios.
- Seguridad. Un SBD debe permitir que tengamos un control sobre la seguridad de los datos.
- Se visualiza normalmente como una tabla de una hoja de cálculo, en la que los registros son las filas y las columnas son los campos, o como un formulario.
- Permite realizar un listado de la base de datos.
- Permiten la programación a usuarios avanzados.

El propósito de una base de datos es doble, pues tiene que responder a consultas sobre los datos que contiene, y ejecutar transacciones con la información. Además debe permitir consultas (llamadas query) que se formula como una expresión lógica sobre la información y hace relaciones definidas en el esquema de la base de datos, el resultado es la identificación de un subconjunto lógico de la base de datos, es decir, una selección de registros que cumplen la condición lógica [1].

4.11.2 Sistema de Gestión de Bases de Datos

Un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) consiste en una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a los mismos, permitiendo el almacenamiento, manipulación y consulta de datos pertenecientes a una base de datos organizada en uno o varios ficheros. Se compone de un lenguaje de definición de datos, de un lenguaje de manipulación de datos y de un lenguaje de consulta. Un SGBD permite definir los datos a distintos niveles de

abstracción y manipular dichos datos, garantizando la seguridad e integridad de los mismos [12].

4.11.2.1 Características

- ✓ El método de almacenamiento y el programa que gestiona los datos (servidor) son independientes del programa desde el que se lanzan las consultas.
- ✓ En lugar de primarse la visualización de toda la información, el objetivo fundamental es permitir consultas complejas, cuya resolución está optimizada, expresadas mediante un lenguaje formal.
- ✓ El almacenamiento de los datos se hace de forma eficiente aunque oculta para el usuario y normalmente tiene, al contrario de lo que ocurre con las hojas de cálculo, poco que ver con la estructura con la que los datos se presentan al usuario.
- ✓ El acceso concurrente de múltiples usuarios autorizados a los datos, realizando operaciones de actualización y consulta de los mismos garantizando la ausencia de problemas de seguridad o integridad [7].

4.11.3 SQL Server

SQL Server es un sistema administrador para Bases de Datos relacionales basadas en la arquitectura *Cliente / Servidor* (RDBMS-*Relational Database Management System*) que usa Transact-SQL para mandar peticiones entre un cliente y el SQL Server, capaz de poner a disposición de muchos usuarios grandes cantidades de datos de manera simultánea⁵. SQL Server constituye la alternativa de Microsoft a otros potentes sistemas administradores de bases de datos como son *Oracle*, *Sybase ASE*, *PostgreSQL* o *MySQL*.

Existen dos motores muy importantes en SQL Server:

⁵ Definición tomada de: <https://docs.google.com/presentation/d/1maVSicjvNuD03ecI3WFXdSwpVKj67eWPTLe67-jKGBI/edit#slide=id.p39>

- El motor relacional: Incluye los componentes necesarios para la consulta de datos.
- El motor de almacenaje: Gestiona el almacenaje físico de los datos y la actualización de los datos en disco.

SQL Server incluye herramientas para la administración de los recursos que el ordenador nos proporciona y los gestiona para un mejor rendimiento de la base de datos. Una buena instalación y configuración de SQL Server, y sobre todo una buena administración de las herramientas que éste nos proporciona, logrará:

- Qué las consultas que se realicen mediante sentencias SQL obtengan un tiempo de respuesta óptimo.
- Qué la memoria y la CPU de la máquina estén aprovechadas al máximo.

Transact-SQL es una versión de SQL (*Structured Query Language*) usado como lenguaje de programación para SQL Server. SQL es un conjunto de comandos que permite especificar la información que se desea estructurar o modificar. Con Transact-SQL se puede tener acceso a la información, realizar búsquedas, actualizar y administrar sistemas de bases de datos relacionales. El lenguaje estándar SQL se emplea para los sistemas de bases de datos relacionales RDBMS (*Relational Database Management System*). También es utilizado por otros sistemas como: Oracle, Access, Sybase, etc.



Figura 18 Herramienta Microsoft SQL Server

Fuente: <http://www.tercerplaneta.com/Content/Technologies.aspx>

4.11.4 SQLite

SQLite es un motor de base de datos relacional integrada. Sus creadores lo llaman un autónomo, motor sin servidor, base de datos SQL sin necesidad de configuración y transaccional. Es muy popular y hay cientos de millones de copias en todo el mundo en la actualidad. SQLite se utiliza en Solaris 10 y los sistemas operativos Mac OS, iPhone o Skype. Qt4 biblioteca cuenta con un soporte built-in para el SQLite, así como el Python o el lenguaje PHP. Muchas aplicaciones populares utilizan SQLite internamente como Firefox, Chrome, o Amarok.



Figura 19 Logo de SQLite

Fuente: <http://www.aplicacionesempresariales.com/sqlite-el-motor-de-base-de-datos-agil-y-robusto.html>

4.12 Ingeniería del Software

Ingeniería de software es el área de la ingeniería que ofrece métodos y técnicas para desarrollar y mantener software. [6]

Esta ingeniería trata con áreas muy diversas de la informática y de las ciencias de la computación, tales como construcción de compiladores, sistemas operativos, o desarrollos Intranet/Internet, abordando todas las fases del ciclo de vida del desarrollo de cualquier tipo de sistemas de información y aplicables a infinidad de áreas: negocios, investigación científica, medicina, producción, logística, banca, control de tráfico, meteorología, derecho, Internet, Intranet, etc.

4.12.1 Modelos de desarrollo de Software

Cualquier proceso de desarrollo de software se divide en varias etapas lógicas que permiten una compañía de desarrollo de software para organizar su trabajo de

manera eficiente con el fin de construir un producto de software de la funcionalidad requerida en un plazo específico y presupuesto. Un equipo de desarrollo de software profesional tiene una oportunidad planificación minuciosa y una organización bien pensada de un proceso de desarrollo de software eliminar riesgos innecesarios o reducirlos al mínimo⁶.

Un ciclo de vida de desarrollo de software típico comprende las siguientes etapas:

- La documentación de desarrollo de software.
- El diseño de un producto de software.
- Aplicación del producto de software.
- Prueba de la solución de software.
- El despliegue de la solución.
- Mantenimiento del producto.

Los equipos de desarrollo de software, teniendo en cuenta sus objetivos y la escala de un proyecto en particular, tienen una serie de modelos bien establecidos de desarrollo de software para elegir. Por lo tanto, cada empresa de desarrollo de software adopta el modelo más adecuado, lo que facilita el proceso de desarrollo de software y aumenta la productividad de los miembros de su equipo.

4.12.2 Lenguaje Unificado de Modelado UML

El Lenguaje Unificado de modelado (UML) es un lenguaje estándar que se utiliza para la recogida, análisis y tratamiento de los requisitos, así como para los intercambios de mensajes de especificación y una visión general de las especificaciones de arquitectura y comportamiento. UML está estandarizado por el grupo de gestión de objeto (OMG)⁷.

⁶ Definición tomada de: <http://www.oxagile.com/article/228-software-development-models>

⁷ Definición tomada de: <http://www.etsi.org/index.php/technologies-clusters/technologies/protocol-specification/uml>

UML es cada vez más popular en el mundo de las telecomunicaciones, ya que el software se vuelve más importante para los fabricantes de equipos de telecomunicaciones. Como redes hacia arquitecturas basadas en servidor, aplicaciones de software están reemplazando funcionalidad basada en la conmutación tradicional. Con sus diferentes notaciones, UML se adapta a las normas en el proceso de fabricación. En casi cualquier etapa determinada en el desarrollo de un estándar hay una notación UML disponible para la tarea.

Para obtener el mayor beneficio de UML, debe usarse al principio del proceso cuando se recopilan los requisitos, revisado y evaluado. Tradicionalmente, esto ha sido una actividad relativamente informal de discusión dentro de comités técnicos. UML puede proporcionar la formalización y visualización que hacen los requisitos claros e inequívocos.

5 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Las fases necesarias para la elaboración e implementación de este proyecto están determinadas por la metodología que define las herramientas, los modelos y las técnicas a utilizar en cada una de las etapas, en función de controlar el progreso de la construcción del software que dará solución a un problema específico. La elección de una metodología adecuada es el primer paso hacia un desarrollo exitoso de un software confiable, usable, robusto, propicio para su entorno y que cumpla con todos los requisitos y especificaciones de los usuarios finales.

Se buscó una estrategia que se adaptará tanto a las necesidades como al proceso de desarrollo de las aplicaciones, logrando así encontrar la metodología adecuada para el modelado del proyecto de acuerdo a la problemática planteada y al análisis de los requisitos para solucionarla. La metodología seleccionada para el desarrollo de la aplicación pertenece a las metodologías ágiles puesto que a diferencia de las tradicionales, dan mayor valor al individuo, a la colaboración con el cliente y al desarrollo incremental del sistema con iteraciones muy cortas. Un modelo de desarrollo ágil en pocas palabras se resume en un proceso incremental, cooperativo, sencillo y finalmente adaptativo.

5.1 Metodología usada para el desarrollo de la herramienta software

La metodología de programación extrema se empleó a lo largo del desarrollo de este software y proyecto.

La eficiencia y flexibilidad de la metodología de programación extrema permite potenciar las relaciones interpersonales, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores y propiciando un buen clima de trabajo, logrando así ajustar las necesidades del proyecto a un diseño cómodo para el usuario y a un sistema para el control de dispositivos móviles encargados de la recolección de datos.

La Programación Extrema (XP) se basa en la realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, la comunicación fluida entre todos los

participantes, la simplicidad en las soluciones implementadas y el coraje para enfrentar los cambios, por ello se tomó como la metodología principal para el desarrollo de este proyecto. El modelo de actividades que componen la metodología XP son:

- Planificación
- Diseño
- Desarrollo
- Pruebas e implementación
- Documentación

5.1.1 Fases del ciclo de vida de la programación extrema (XP)

De acuerdo a la metodología expuesta, la elaboración de las aplicaciones se dividió en las siguientes fases:



Figura 20 Fases del ciclo de vida de la XP

Fuente: <http://xprogramming.com/book/whatisxp/>

Las actividades de la metodología XP se desarrollaron en el trabajo de la siguiente manera:

- **Planificación:** Esta es la etapa inicial del desarrollo del proyecto donde se realizó una planeación estratégica, evaluando la problemática y las posibles soluciones que permiten cumplir de manera exitosa con los objetivos propuestos del proyecto. Se hicieron reuniones periódicas con el ingeniero

Jonathan Meza y con el Magister José Luis Leal, y aquí se analizó y especificó lo que se quería hacer y los pasos que se debían cumplir. Una vez definidos los objetivos y establecidas las pautas generales del proyecto, se determinaron los requisitos funcionales y no funcionales de las dos aplicaciones de acuerdo a la documentación y al estudio inicial. Una vez establecidos los requisitos del sistema, se analizaron y eliminaron aquellos que eran ambiguos e inconsistentes.

- **Diseño:** La metodología XP hace énfasis en los diseños simples y claros, donde se destacan cuatro conceptos que son: simplicidad, soluciones “Spike”, recodificación y metáfora. En esta etapa se definió la arquitectura del sistema y se establecieron detalles importantes para la construcción de la aplicación móvil (usuarios que interactúan con el sistema, condiciones, restricciones, etc.) que facilitaron el desarrollo adecuado de cada aplicativo (móvil y web). Basándose en los requisitos ya establecidos se realizaron los diagramas UML y posibles spikes (programas desechables que sirven para probar o evaluar una solución), que describan los objetivos, complejidad y necesidades del proyecto.
- **Desarrollo e Implementación:** En esta fase se aplicó la programación en parejas potencializando al máximo el trabajo en equipo para realizar todo el código necesario que satisficiera las necesidades del cliente, teniendo presente la frecuente interacción del equipo de programación con el cliente, permitiendo de esta manera un desarrollo exitoso de los requisitos del usuario final.

De acuerdo a los parámetros establecidos durante la planeación del proyecto y a las especificaciones generadas en la fase de diseño se construyó la base de datos y cada uno de los módulos que contiene respectivamente la aplicación móvil.

- **Pruebas:** Esta es la última fase puesto que aquí se realizaron todas las pruebas correspondientes para comprobar que la aplicación móvil como la cumple de manera satisfactoria con los requisitos establecidos en las fases anteriores, satisfaciendo las necesidades del cliente y los objetivos propuestos al inicio del proyecto.

Para esta etapa se contó con un grupo de personas que hicieron el trabajo de campo en la ciudad de Barrancabermeja, usando la aplicación desarrollada, recolectando la información del inventario vial. Gracias a esto pudimos identificar rápidamente los errores generados al uso masivo de la aplicación y se aplicaron las acciones correctivas para eliminar las deficiencias del sistema.

- **Documentación:** Una vez terminado el proyecto se elaboró toda la documentación del código correspondiente a la aplicación móvil, y se recopiló y organizó la información referente a aspectos técnicos y operativos del sistema, logrando dar así una explicación clara y detallada de la forma de utilizar la solución de software.

6 DESARROLLO DEL SOFTWARE

El proceso de desarrollo de este software propuesto según la metodología que ha sido utilizada, se divide en 5 fases: Planificación, diseño, desarrollo, implementación, pruebas y documentación. Cada una de estas etapas es vital para el desarrollo de cada aspecto del sistema

6.1 Fase de Planificación

El objetivo de esta fase es definir las estrategias que se van a aplicar durante el desarrollo del proyecto, basándose en las etapas especificadas en la metodología, describiendo el alcance y la funcionalidad de cada una de ellas en la solución de software. Las actividades realizadas durante esta fase corresponden en la mayor parte al modelado del negocio y al análisis y requisitos del sistema.

La solución de software cuenta con un dispositivo móvil para la recolección de la información, donde se ejecuta la aplicación, este dispositivo permite la toma de imágenes y otras funciones que contribuyen al buen desarrollo de la aplicación, así como las herramientas software necesarias para permitir, administrar y procesar el flujo de datos entre la aplicación móvil y el servidor, permitiendo la consulta de información geográfica necesaria para la toma de datos en campo.

6.1.1 Análisis y requisitos del sistema

Los requisitos son una especificación de lo que debe ser implementado. Estos son descripciones de cómo el sistema se debe comportar, de las propiedades y atributos del mismo. El análisis de requisitos se realizó en base a la metodología desarrollada a lo largo del proyecto, con el fin de entender la problemática y los procesos que se realizaban al recoger la información del inventario vial.

La solución de software creada para el apoyo al levantamiento de inventarios viales, está conformada por una aplicación móvil que está sometida a ciertos requisitos funcionales y no funcionales que en ocasiones pueden ser similares.

Para determinar los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación se realizó un estudio que especificara cada uno de los procesos que se llevan a cabo durante el levantamiento, analizando cada temática que compone el mismo y las características de cada una. A partir de la información recolectada se establecieron los requisitos adecuados para la solución de software.

6.1.1.1 Requisitos Funcionales

Los requerimientos funcionales son los que definen las funciones que el sistema será capaz de realizar, describen las transformaciones que el sistema realiza sobre las entradas para producir salidas. Estos requerimientos al tiempo que avanza el proyecto de software se convierten en los algoritmos, la lógica y gran parte del código del sistema.

- Se conectará con la base de datos del servidor central y validará al usuario identificado con usuario y contraseña
- Crear una base de datos que almacene localmente en el dispositivo los datos recolectados en cada uno de los módulos
- Para el ingreso a cada módulo se debe mostrar el mapa de la ciudad y en él poder seleccionar el punto geográfico y el tramo de red al cual se va a hacer el registro de los datos.
- Permitir la toma de fotografías en todos los módulos y asociarlas a cada registro correspondiente.
- Generar archivos planos con los cuales se pueda exportar la información almacenada en la base de datos del dispositivo, y sea entregada al administrador para su análisis y procesamiento.

6.1.1.2 Requisitos No Funcionales

Los requerimientos no funcionales tienen que ver con características que de una u otra forma puedan limitar el sistema, como por ejemplo, el rendimiento (en tiempo

y espacio), interfaces de usuario, fiabilidad (robustez del sistema, disponibilidad de equipo), mantenimiento, seguridad, portabilidad, estándares, entre otros.

El software debe tener los siguientes requisitos no funcionales:

- Presentar la información almacenada localmente en el dispositivo móvil donde se pueda llevar un control de la información almacenada.
- Disponer de conexión a internet para el consumo de servicios geográficos generados por el servidor central.
- Manejar una interfaz agradable y fácil de usar para que el usuario tenga un desempeño eficiente y productivo en sus tareas.
- Validar y presentar sugerencias de posibles errores de digitación en los formularios de ingreso de la información, para garantizar la calidad de la información registrada.
- Dar soporte constante al servidor donde se encuentra alojado el servicio de mapas necesario para el correcto funcionamiento de la aplicación.

Definición del nombre del sistema desarrollado

LIV (Levantamiento de Inventarios Viales)

6.2 Fase de diseño

Durante esta fase el modelo de programación extrema (XP) recomienda centrar las actividades a realizar en las disciplinas de requerimientos, análisis y diseño e implementación. El análisis y refinamiento de los requisitos del software fue ya consolidado en la fase anterior, por lo tanto en esta fase se procede a realizar los diagramas que definen la arquitectura del sistema.

Los diagramas UML son un conjunto de símbolos que conforman una herramienta de gran ayuda para la definición de una arquitectura del software debido a su capacidad de visualizar los usuarios, representar el comportamiento de un sistema y las interacciones entre sus componentes.

6.2.1 Diagramas de casos de uso

Los casos de uso modelan el sistema desde el punto de vista del usuario. Creados durante la obtención de requisitos, los casos de uso deben cumplir los siguientes objetivos:

- Definir los requisitos funcionales y operativos del sistema (producto), diseñando un escenario de uso acordado por el usuario final, y el equipo de desarrollo.
- proporcionar una descripción clara y sin ambigüedades de cómo el usuario final interactúa con el sistema y viceversa.
- Proporcionar una base para la validación de las pruebas.

Los diagramas de casos de uso contienen casos de uso y actores, siendo estos últimos las entidades que interactúan con el sistema. Pueden ser humanos u otras máquinas o sistemas que tengan definidas interfaces con nuestro sistema.

6.2.1.1 Actores involucrados en el software

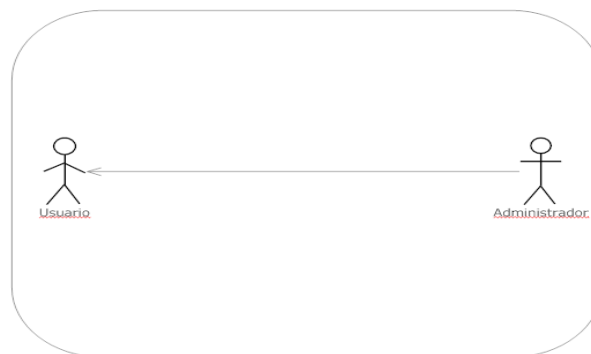


Figura 21 Autores involucrados en el sistema

Fuente: Autores

Tabla 1 Autores del Sistema

| ACTOR(ES) | |
|-----------------|------------------|
| Entorno: | Aplicación Móvil |
| Actor: | Administrador |

| | |
|----------------------|--|
| Caso de Uso: | Agregar usuarios, Ingresar al Sistema, Enviar Información, Sincronizar Archivos Fotográficos |
| Tipo: | Primario |
| Descripción: | Actor que cumple funciones específicas en la aplicación móvil, tales como agregar usuarios en el servidor central, recibir la información enviada por el usuario, recibir los archivos fotográficos sincronizados. |
| | |
| Entorno: | Aplicación Móvil |
| Actor: | Usuario |
| Casos de Uso: | Ingresar al Sistema, Seleccionar Tema, Llenar información, Guardar Información, Consultar Información, Generar Archivos, Enviar información, Descargar Archivos Fotográficos, Sincronizar Archivos Fotográficos |
| Tipo: | Primario |
| Descripción: | Actor que cumple la función de seleccionar el tema para llenar los formularios con la información, guardarla, generar los archivos para enviar al administrador, descargar los archivos fotográficos para sincronizarlos con el administrador. |

6.2.1.2 Diagrama de casos de uso

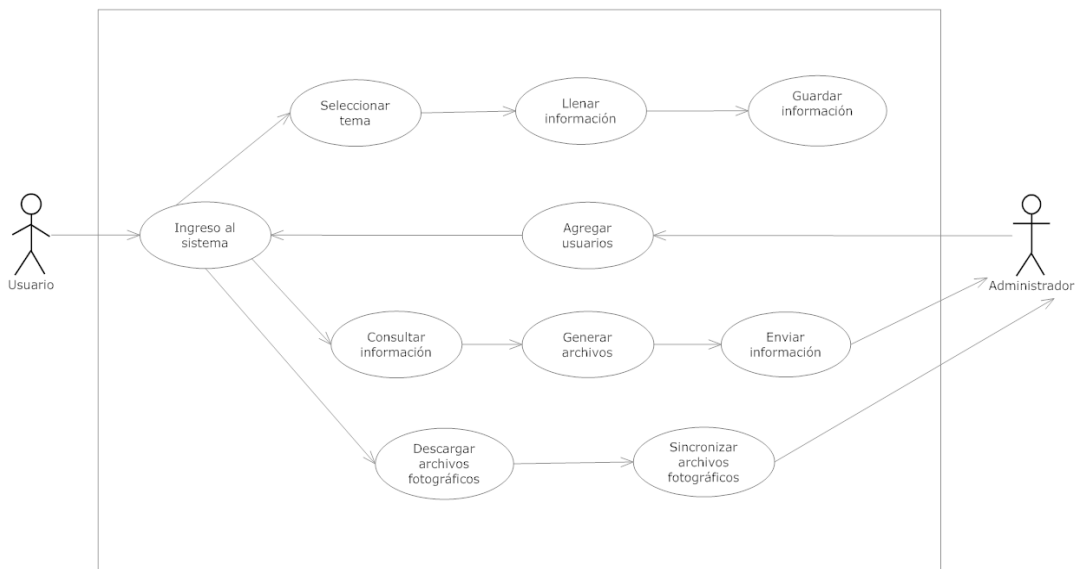


Figura 22 Diagrama casos de uso

Fuente: autores

- **Especificación de casos de uso**

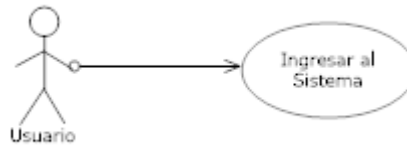


Figura 23 Diagrama de caso de uso ingresar al sistema (Usuario)

Fuente: autores

Tabla 2 Especificación de casos de uso: Ingresar al sistema

| Caso de Uso 1 | |
|---------------------------|--|
| Caso de Uso: | Ingresar al Sistema |
| Actor(es): | Usuario |
| Descripción: | Este caso de uso le permite al usuario ingresar a la aplicación validando su id de usuario y contraseña. |
| Precondición(es): | 1. Tener acceso a Internet en el dispositivo móvil. 2. El usuario debe estar registrado en la base de datos del servidor para poder acceder a la aplicación. |
| Flujo Principal: | Aquí el dispositivo móvil muestra una interfaz en donde el usuario debe logearse originando así (S-1). |
| Pos-condición(es): | El acceso a la interfaz correspondiente para cada usuario es otorgado o denegado. |
| Sub-flujos: | <p>(S-1) Iniciar sesión en la aplicación móvil El usuario ingresa su usuario y contraseña y al dar clic en el botón ingresar, la aplicación verifica que los datos ingresados se encuentren en la base de datos del servidor, decidiendo en base al resultado el acceso a la interfaz o su denegación.</p> <p>Si no se concede el acceso (E-1), la interfaz de esta aplicación cuenta con la funcionalidad de restauración para dejar en blanco los campos ingresados.</p> <p>Si el acceso es concedido, se le permite al usuario ingresar a la interfaz correspondiente, donde pueda cumplir con el desarrollo de sus actividades.</p> |
| Excepciones: | <p>(E-1) Acceso denegado Se le notifica al usuario que los campos usuario y contraseña que ha ingresado no coinciden o que no se encuentra registrado en la base de datos del servidor.</p> |

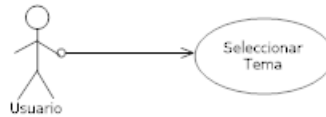


Figura 24 Especificación casos de uso: Seleccionar Tema: Usuario

Fuente: autores

Tabla 3 Especificación de casos de uso: Seleccionar Tema: Usuario

| Caso de Uso 2 | |
|---------------------------|--|
| Caso de Uso: | Seleccionar Tema |
| Actor(es): | Usuario |
| Descripción: | Este caso de uso le permite al usuario seleccionar el Tema del inventario vial, el cual se va a hacer levantamiento de la información |
| Precondición(es): | Haber ingresado al sistema. |
| Flujo Principal: | Aquí el dispositivo móvil muestra una interfaz que le muestra al usuario los temas disponibles para la toma de datos (S-1). |
| Pos-condición(es): | Ninguna |
| Sub-flujos: | <p>(S-1) Seleccionar Tema</p> <p>El usuario puede seleccionar entre 4 temas principales para este proyecto, los cuales son Daños en vías, Perfiles viales, Señales y Viga Benkelman.</p> <p>Para el Tema Daños en vías, existen tres subtemas llamados: Flexible, Rígido, y Sumideros.</p> <p>Para el Tema Perfiles viales existen los subtemas: Perfil tipo 1, Perfil tipo 2, Perfil tipo 3, Perfil tipo 4, y Perfil tipo 5.</p> <p>Para el tema Señales, existen los subtemas llamados: Horizontales, Verticales, Informativas, Preventivas, Reglamentarias, No hay Señal, Hitos y Parqueaderos</p> |
| Excepciones: | Ninguna |

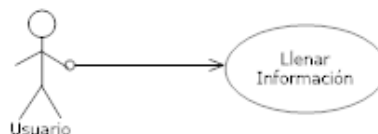


Figura 25 Especificación de casos de uso: Llenar información: Usuario

Fuente: autores

Tabla 4 Especificación de casos de uso: Llenar Información: Usuario

| Caso de Uso 3 | |
|---------------------------|--|
| Caso de Uso: | Llenar Información |
| Actor(es): | Usuario |
| Descripción: | Este caso de uso le permite al usuario llenar los formularios con la información que se recolecta en el levantamiento del inventario vial |
| Precondición(es): | 1. Tener acceso a Internet en el dispositivo móvil 2. Haber seleccionado el tema o subtema del caso de uso anterior 3. Haber seleccionado el punto y el tramo en el mapa de la ciudad. |
| Flujo Principal: | Aquí el dispositivo móvil muestra una interfaz con un formulario específico de cada tema o subtema en donde el usuario debe llenar la información recolectada en el levantamiento.(S-1) |
| Pos-condición(es): | La información suministrada pasará por unos filtros para asegurar la validez de la misma. |
| Sub-flujos: | (S-1) Fotografías El usuario puede tomar las fotografías que necesite para el registro del ítem. |
| Excepciones: | Ninguna |



Figura 26 Especificación de casos de uso: Guardar información: Usuario

Fuente: autores

Tabla 5 Especificación de casos de uso: Guardar información: Usuario

| Caso de Uso 4 | |
|--------------------------|--|
| Caso de Uso: | Guardar Información |
| Actor(es): | Usuario |
| Descripción: | Este caso de uso el usuario guarda la información previamente digitada en el formulario |
| Precondición(es): | 1. Tener acceso a Internet en el dispositivo móvil(E-1) 2. Haber llenado los campos obligatorios en el formulario |

| | |
|---------------------------|---|
| Flujo Principal: | Aquí el dispositivo móvil guarda en base de datos local la información diligenciada por el usuario |
| Pos-condición(es): | Ninguna |
| Sub-flujos: | Ninguna |
| Excepciones: | (E-1)En caso que no haya internet, se genera un error informando que no se pudo guardar el registro. (E-2)En caso de alguna falla en el hardware o software la aplicación informa que existe un error y que no se pudo guardar el registro |

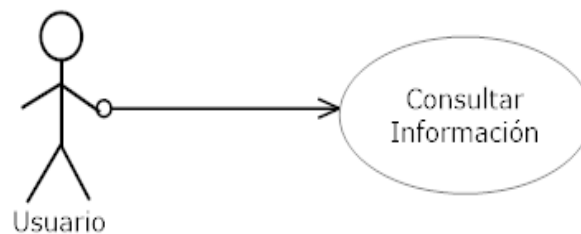


Figura 27 Especificación de casos de uso: Consultar información: Usuario

Fuente: autores

Tabla 6 Especificación de casos de uso: Consultar información: Usuario

| Caso de Uso 5 | |
|---------------------------|--|
| Caso de Uso: | Consultar Información |
| Actor(es): | Usuario |
| Descripción: | Este caso de uso el usuario consulta la información que ha guardado en base de datos local. |
| Precondición(es): | 1. Tener acceso a Internet en el dispositivo móvil(E-1) 2. Haber ingresado al sistema |
| Flujo Principal: | Una vez el usuario de click en la pestaña mostrar resultados, observará un menú con los temas habilitados para consultar. (E-1) |
| Pos-condición(es): | Ninguna |
| Sub-flujos: | Ninguna |
| Excepciones: | (E-1) Sin datos en la base de datos local Los datos aparecerán si y solo si existen datos guardados en la base local de la tableta, de lo contrario no se visualizará nada. |



Figura 28 Especificación de casos de uso: Generar Archivos: Usuario, Administrador

Fuente: autores

Tabla 7 Especificación de casos de uso: Generar y enviar archivos: Usuario, Administrador

| Caso de Uso 6 | |
|---------------------------|--|
| Caso de Uso: | Generar y enviar archivos |
| Actor(es): | Usuario, Administrador |
| Descripción: | Este caso de uso el usuario puede generar los archivos de la información guardada en base de datos local, y enviárselos al administrador |
| Precondición(es): | Ninguna |
| Flujo Principal: | Una vez el usuario de click en la pestaña generar archivos, la aplicación guardará estos archivos en una carpeta ubicada en la memoria de la Tablet. |
| Pos-condición(es): | Ninguna |
| Sub-flujos: | El usuario después de descargar los archivos los envía al administrador para el análisis y procesamiento de la información. |
| Excepciones: | Ninguna |

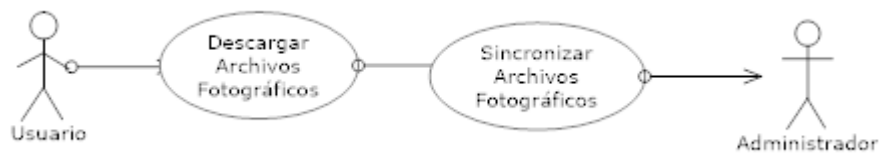


Figura 29 Especificación de casos de uso: Sincronización de archivos fotográficos: Usuario, Administrador

Fuente: autores

Tabla 8 Especificación de casos de uso: Sincronización de archivos fotográficos: Usuario, Administrador

| Caso de Uso 6 | |
|---------------------|---|
| Caso de Uso: | Sincronización de archivos fotográficos |

| | |
|---------------------------|--|
| Actor(es): | Usuario, Administrador |
| Descripción: | Este caso de uso el usuario descarga los archivos y los sincroniza con el administrador |
| Precondición(es): | Ninguna |
| Flujo Principal: | El usuario descarga los archivos guardados en la memoria de la Tablet y los sincroniza en el servidor central del administrador. |
| Pos-condición(es): | Ninguna |
| Sub-flujos: | Ninguno |
| Excepciones: | Ninguna |

6.2.2 Diseño de la Base de Datos

Después de elaborar los diagramas de casos de uso, se realizó el modelo de la base de datos con el fin de describir la estructura de los datos del sistema y la forma como se relacionan e interactúan entre ellos. El diseño de la base de datos se basó en la información recolectada en la fase de análisis de requisitos y en nociones básica para la construcción de base de datos que incluyen tipo de relaciones, proceso de normalización, conversión a tablas, restricciones, etc.

6.2.2.1 Modelo de Datos

El modelo de datos dispuesto para recibir la información registrada en campo está definido como se muestra a continuación de acuerdo a cada uno de los roles que puede adoptar cada grupo de las comisiones del Levantamiento del Inventario Vial. Esta representación nos muestra un modelo de base de datos espacial y un modelo de datos entidad relación.

6.2.2.1.1 Modelo de datos espacial

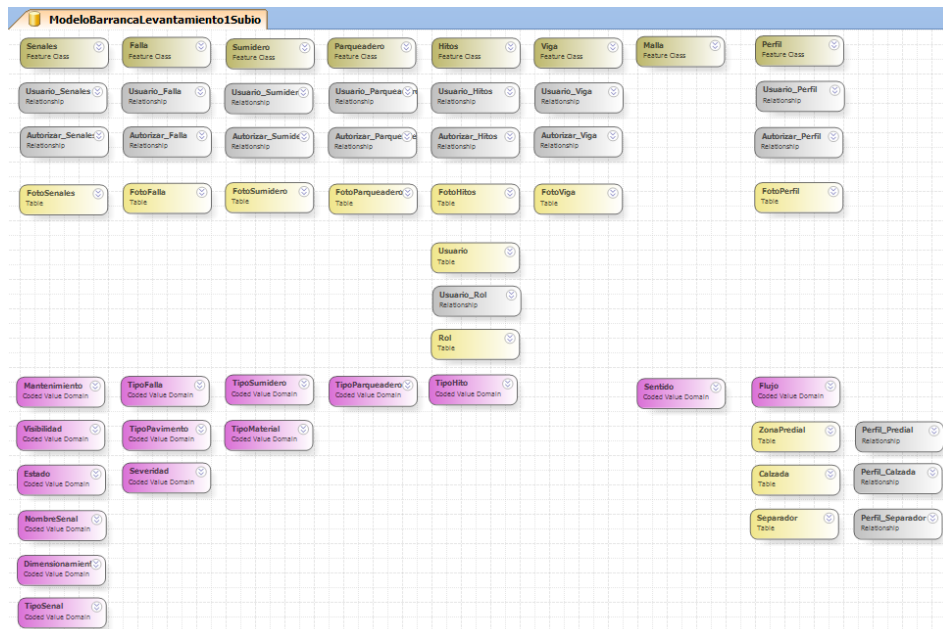


Figura 30 Representación de la base de datos espacial en ArcGIS para el modelo del LIV en el municipio de Barrancabermeja

Fuente: autores

6.2.2.1.2 Modelo de datos relacional

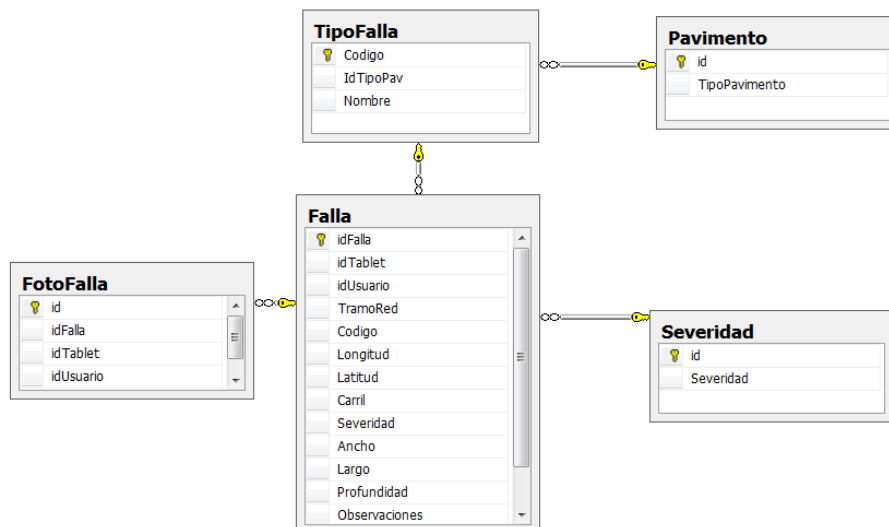


Figura 31 Daños en Vías (Pavimento Rígido y Pavimento Flexible)

Fuente: autores

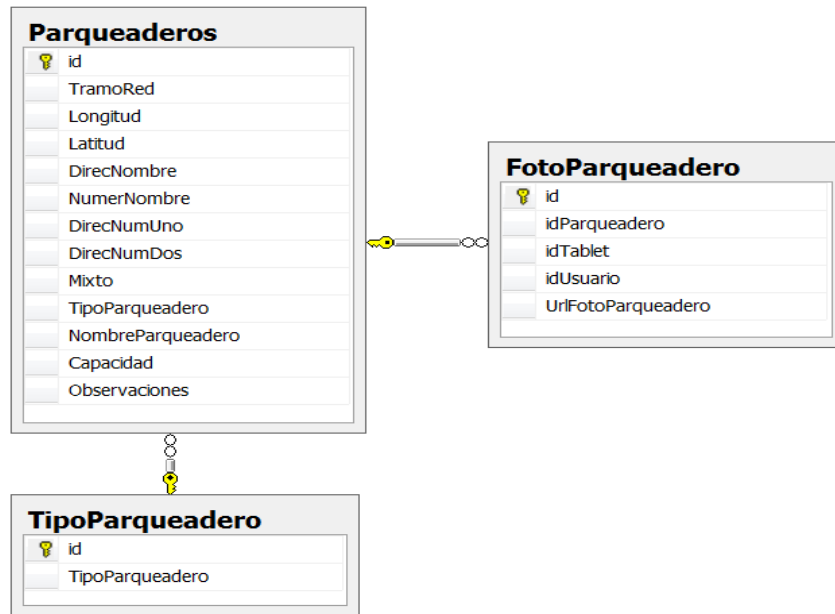


Figura 32 Parqueaderos

Fuente: autores

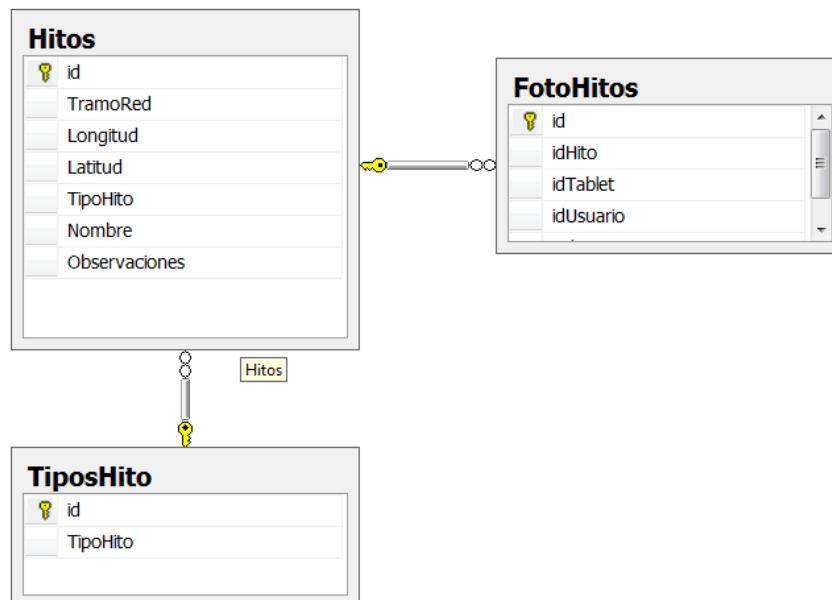


Figura 33 Hitos

Fuente: autores

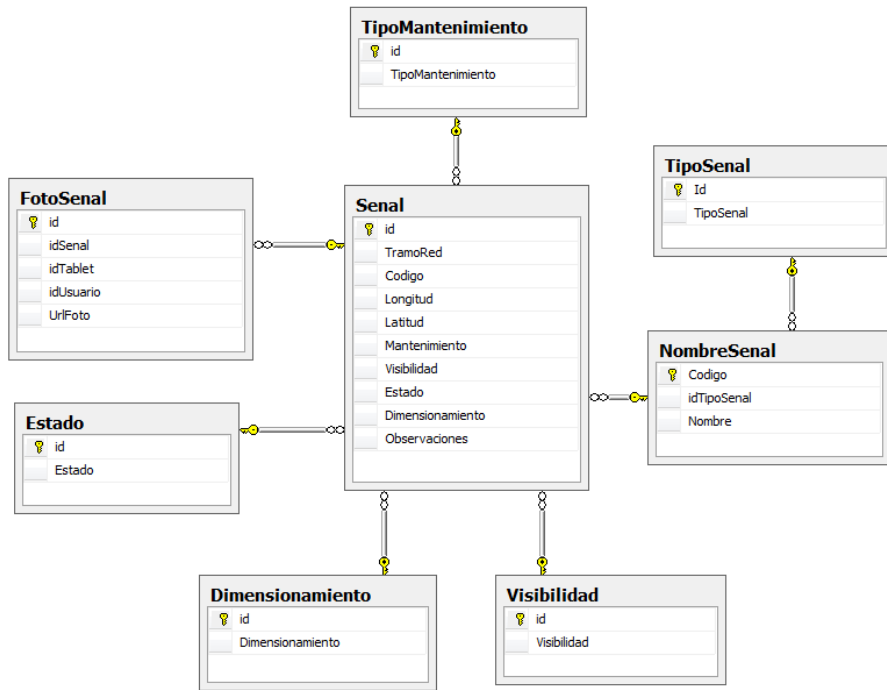


Figura 34 Señales

Fuente: autores

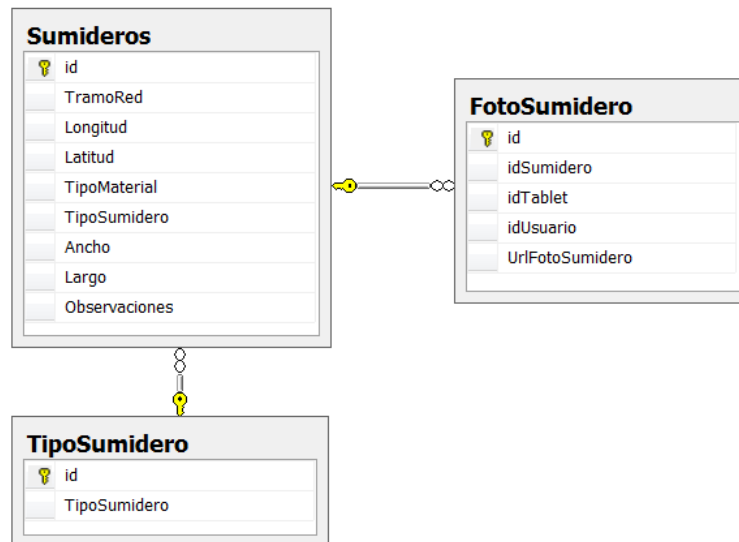


Figura 35 Sumideros

Fuente: autores

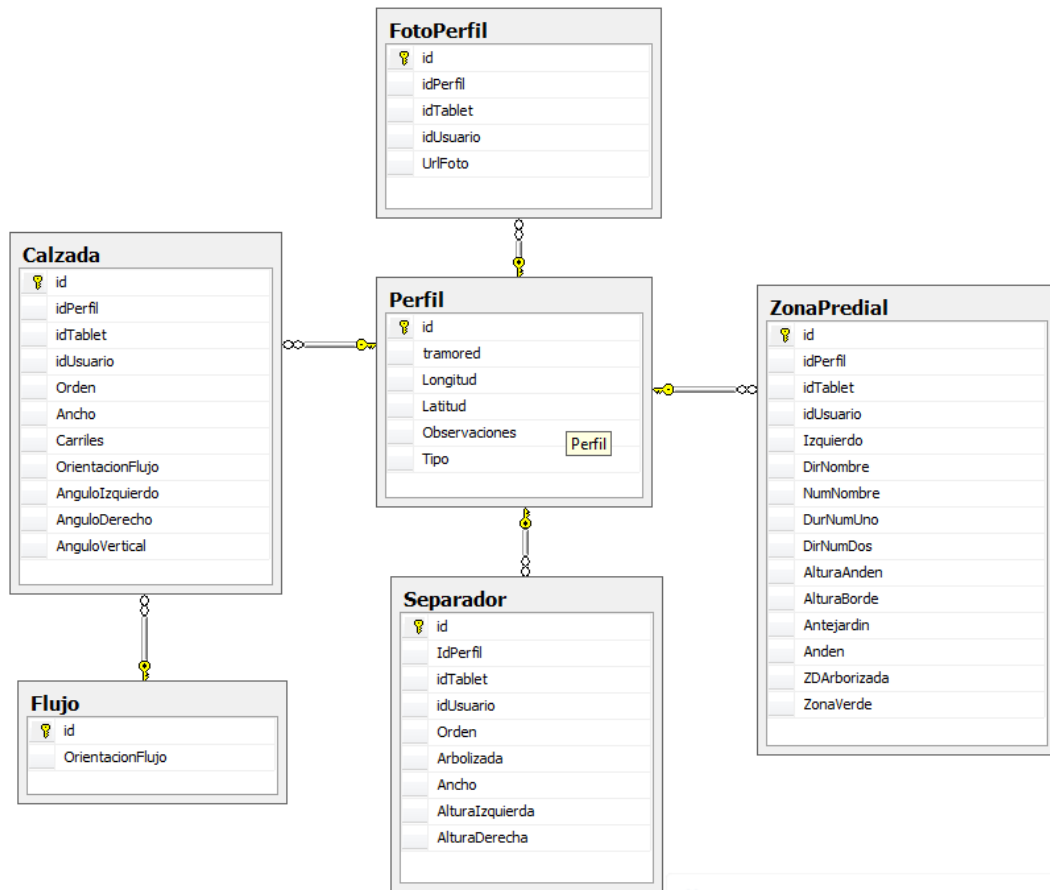


Figura 36 Perfiles Viales

Fuente: autores

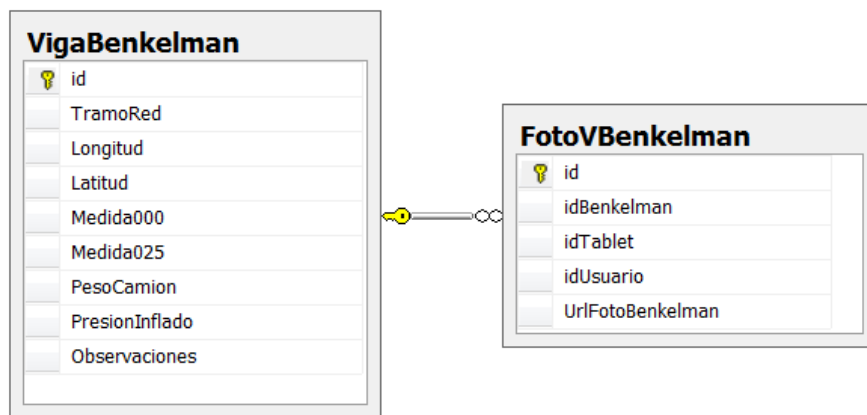


Figura 37 Viga Benkelman

Fuente: autores

6.3 Desarrollo e Implementación

A continuación se describe el contenido de la herramienta informática desarrollada para apoyar el Levantamiento de Inventarios Viales en la ciudad de Barrancabermeja.

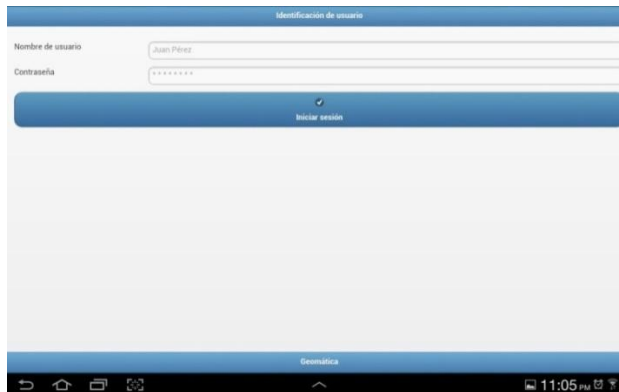


Figura 38 Ingreso al Sistema

Fuente: autores

Generalmente los sistemas informáticos requieren identificación del personal autorizado para su funcionamiento, se han construido previamente los nombres de usuario y las contraseñas almacenados en una base de datos del servidor de Geomática para validar el ingreso de los usuarios en cada comisión usando una característica de las aplicaciones para dispositivos móviles la cual permite ingresar los nombres de usuario y contraseña una sola vez sin importar cuantas veces se apague el dispositivo o se cierre la aplicación, estos campos solo serán requeridos nuevamente en caso de que el usuario pulse el botón de Cerrar Sesión.



Figura 39 Menú Principal

Fuente: autores

Aquí se presentan los roles que adopta cada equipo de trabajo para la recolección de la información a la cual haya sido asignado.



Figura 40 Daños en Vías

Fuente: autores

Al Ingresar a Daños en Vías se muestran las siguientes opciones, las cuales representan el ingreso a las vistas respectivas para las fallas en las vías de pavimento tipo flexible o rígido y la identificación de las características de los sumideros.

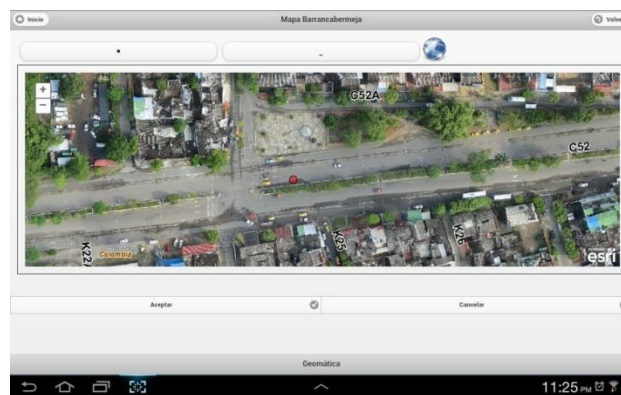


Figura 41 Mapa de Barrancabermeja

Fuente: autores

Cada punto referenciado debe estar asociado a un tramo, el cual es un sector definido de malla vial, el grupo de investigación Geomática construyó este servicio y la aplicación la consume al igual que el mapa del municipio anteriormente mencionado por medio de una URL.

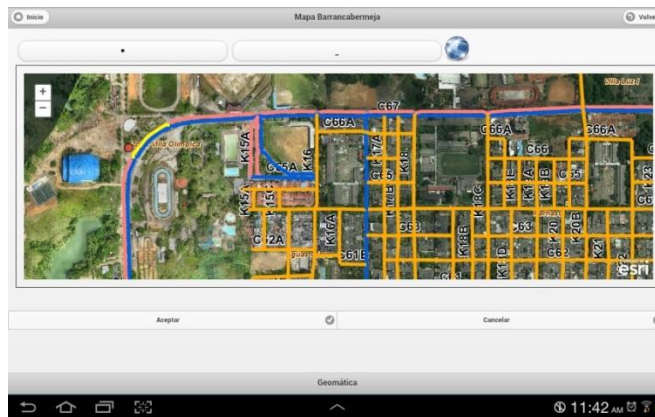


Figura 42 Malla Vial

Fuente: autores

La representación y validación de la información requerida antes de ingresar a una vista es la mostrada en la imagen, un punto rojo que representa la ubicación de Falla, Perfil Vial, Señal o Viga Benkelman asociado a un tramo representado como el sector de color amarillo.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.

| EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO | | | ESQUEMA |
|--|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| ZONA | ABSCISA INICIAL | UNIDAD DE MUESTREO | |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | |
| CÓDIGO VÍA | ABSCISA FINAL | ÁREA MUESTREO (m ²) | |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | |
| INSPECCIONADA POR | | FECHA | |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | |
| No. | Daño | No. | Daño |
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parqueo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión. | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma. | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long y transversal. | | |

Figura 43 Formulario Fallas Flexible

Fuente: autores

La vista de pavimento flexible muestra lista de 19 tipos de fallas según sus características, las cuales fueron tomadas del manual PCI (de sus siglas en inglés Pavement Conditions Index) que es el estándar de fallas adoptado por el grupo de investigación para el Levantamiento del Inventario Vial.

El nivel de severidad se representa en tres tipos los cuales cumplen cierta característica:

- Baja: Cuando se perciben en el vehículo vibraciones en la vía pero que requieren una reducción de velocidad.
- Media: Cuando existen vibraciones significativas que requieren la reducción de la velocidad del vehículo.
- Alta: Cuando se obliga a realizar una reducción excesiva de la velocidad del vehículo en aras de la comodidad y la seguridad.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

| | | |
|-------------------|-----------------|--------------------|
| ZONA | ABSCISA INICIAL | UNIDAD DE MUESTREO |
| CÓDIGO VÍA | ABSCISA FINAL | NÚMERO DE LOSAS |
| INSPECCIONADA POR | | FECHA |

| No. | Daño | No. | Daño | No. | Daño |
|-----|----------------------------|-----|--------------------------|-----|-----------------------------|
| 21 | Blow up / Buckling. | 27 | Desnivel Carril / Berma. | 34 | Punzonamiento. |
| 22 | Grieta de esquina. | 28 | Grieta lineal. | 35 | Cruce de vía férrea |
| 23 | Losa dividida. | 29 | Parqueo (grande). | 36 | Desconchamiento |
| 24 | Grieta de durabilidad "D". | 30 | Parqueo (pequeño) | 37 | Retracción |
| 25 | Escala. | 31 | Pulimento de agregados | 38 | Descascaramiento de esquina |
| 26 | Sello de junta. | 32 | Popouts | 39 | Descascaramiento de junta |
| | | 33 | Bombeo | | |

Figura 44 Formulario Pavimento Rígido

Fuente: autores



Figura 45 Formulario Sumideros

Fuente: autores

La vista de Sumideros, registra las vías de evacuación de aguas lluvias que se ubican en las zonas laterales de un tramo o sector vial, los tipos de sumidero son:

- Ventana: Desagüe en ausencia del sardinel.
- Reja: Sector rectangular sobre la vía para la evacuación de aguas lluvias.
- Mixto: Es la combinación de una reja y una ventana en un mismo punto.
- Otro: Alcantarilla u otro tipo de sumidero para el desagüe de las vías.

Cada uno de los tipos de sumideros pueden estar elaborados en concreto o en metal los cuales sufren diferentes tipos de deterioro según su material de construcción, también se registran el largo y el ancho del sumidero, alguna observación adicional en máximo 300 caracteres y una foto que está sujeta al tipo de sumidero.



Figura 46 Tipos de Perfiles

Fuente: autores

Para el caso particular del municipio de Barrancabermeja, existen sectores particulares en donde hay 4 separadores, 5 vías y más de un carril por vía, siendo este el caso más particular se hace necesaria la construcción de 5 tipos de vistas que se adapten a condiciones que se puedan presentar, para acceder a estas vistas el equipo de la comisión encargado de los perfiles observa la cantidad de separadores o de vías y la compara con los tipos de perfiles mostrados en la aplicación, cada tipo de perfil tiene su leyenda donde se anexa esta información. Los números 1 y 2 representan las nomenclaturas pares e impares de las zonas prediales.

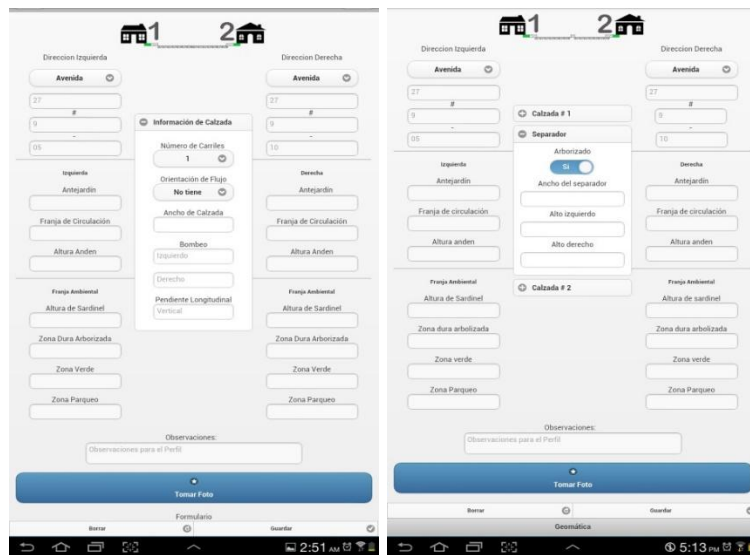


Figura 47 Formulario Perfiles Viales

Fuente: autores

La imagen muestra un perfil tipo 1 en el cual se registra la información de las nomenclaturas a lado y lado de una vía sin separador, ubicando a mano izquierda la nomenclatura impar y a mano derecha la nomenclatura par, esto para mencionar que si se está en una calle, el sentido es de occidente a oriente y si se está en una carrera el sentido es de sur a norte.

Las mediciones que se toman, son las que pertenecen a espacio público, es decir por aquellas que no se paga impuesto predial, a partir de la nomenclatura se mide, el antejardín, la franja de circulación y su altura aproximada a la calzada, a

continuación la altura del sardinel, la zona dura arborizada o la zona verde, si existe una zona de parqueo también se registra su distancia pero no se tiene en cuenta en las dimensiones de la calzada.

Para registrar las características de la calzada, se registra el número de carriles, la orientación del flujo vehicular, el ancho de la calzada que va de sardinel a sardinel, el bombeo el cual es el ángulo de la vía medido de forma transversal cercano a los sardineles y la pendiente longitudinal que es la inclinación de la vía.

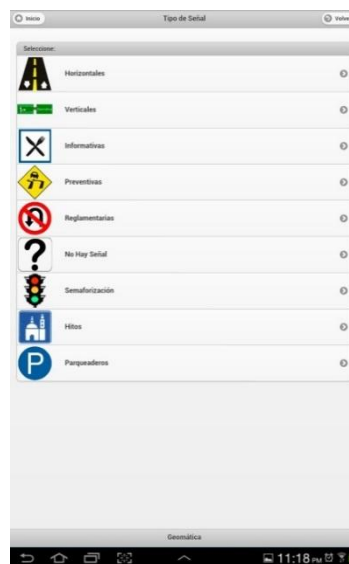


Figura 48 Menú Señales

Fuente: autores

El rol de señales es el encargado de la inspección de los tipos y características de señalización, semaforización, hitos y parqueaderos del municipio, se trata de una inspección visual de los elementos de señalización a los cuales se les deben hacer mediciones para verificar su funcionamiento óptimo.

Como en nuestro país la entidad encargada de reglamentar este tipo de elementos es el INVIAS, existe una manual que se encuentra en los anexos de este proyecto del cual se tomaron los nombres y las representaciones de estos elementos en su estado ideal, como existen señales que no se encuentran en este manual pero que son usadas, se hizo necesario hacer un manual de apoyo basado en el

manual del INVIAS como guía para la identificación de los elementos en la aplicación.

Los tipos de señales para este rol son; Horizontales, Verticales, Informativas, Preventivas y Reglamentarias. Los semáforos también hacen parte de la señalización y control de la movilidad y sus representaciones igualmente hacen parte del Inventario Vial, es necesario realizar una inspección para verificar su correcta ubicación, funcionamiento, estructura, diseño, visibilidad, entre otras características.

Los hitos y los parqueaderos no requieren ningún tipo de representación, para estos necesitamos la dirección y el tipo de elemento para su ubicación.

La información recolectada para los diferentes tipos de señales es la misma, solamente varía en el tipo de señal, a continuación se muestra la funcionalidad de las vistas de señales Horizontales, Verticales, Informativas, Preventivas y Reglamentarias.

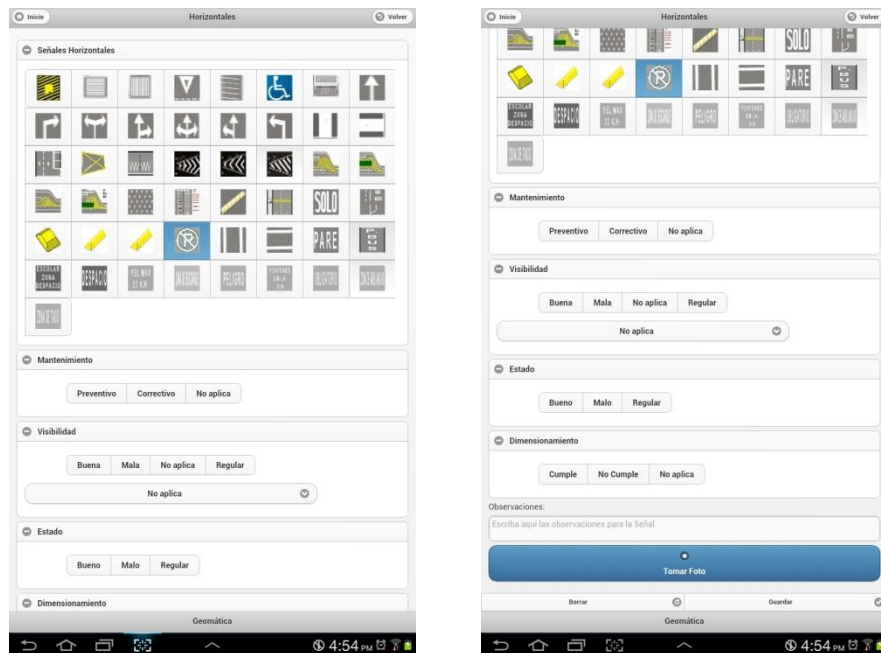


Figura 49 Formulario Señales

Fuente: autores

La vista para la inspección visual de señales horizontales consta de un selector según el tipo de señal que se esté viendo, el usuario pulsa sobre la pantalla indicando la señal que está viendo, esta se torna en fondo color azul.

Las características visuales de la imagen se clasifican así:

- ✓ Mantenimiento
 - Preventivo
 - Correctivo
 - No Aplica
- ✓ Visibilidad
 - Buena
 - Mala
 - No Aplica
 - Regular

En caso de que la visibilidad no se buena, se debe seleccionar alguno de los siguientes motivos:

- No Aplica
 - Obstaculizada por árbol
 - Pintura desgastada
 - Inclinación
 - Otra
- ✓ Estado
 - Bueno
 - Malo
 - Regular
 - ✓ Dimensionamiento
 - Cumple
 - No cumple

La altura que deben tener las señales en centros urbanos según el Ministerio de Transporte debe ser en promedio de 2 metros de altura, medidos desde la base hasta el borde inferior de la señal. Finalizando se muestra un campo para

observaciones que no debe superar los 300 caracteres donde se puede especificar con más de talle el motivo por el cual la señal no tiene buena visibilidad y adicional a ello se debe tomar una foto a la señal.

La vista para la inspección visual de señales verticales varía en su dimensionamiento puesto que este tipo de señales son especiales por ser elevadas y atravesar una calzada completa de un andén a otro o de un andén a un separador, el formulario consta de tres campos adicionales para el dimensionamiento que son:

- Ubicación lateral: Es la distancia medida desde el borde de la calzada hasta la base de la señal elevada o vertical, para sectores urbanos está comprendida entre 1.80 metros y 3.6 metros. [12]
- Ubicación longitudinal: Esta distancia depende de la velocidad que indique el tramo vial, es decir, si la vía indica que se debe ir a 40 km/h la distancia entre dos señales consecutivas no debe ser menos a 40 metros. [12]
- Altura: La altura de esta señal depende del tipo de carga de la vía, generalmente para las zonas urbanas debe ser superior a dos metros. [12]

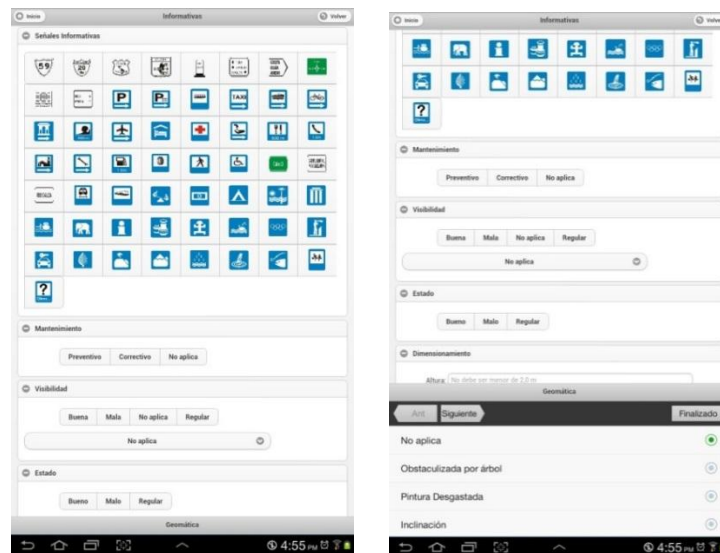


Figura 50 Señales Informativas

Fuente: autores

En la vista para la inspección visual de señales informativas se muestra cuáles son los agentes que pueden intervenir cuando la Visibilidad no es buena y como es su selección.

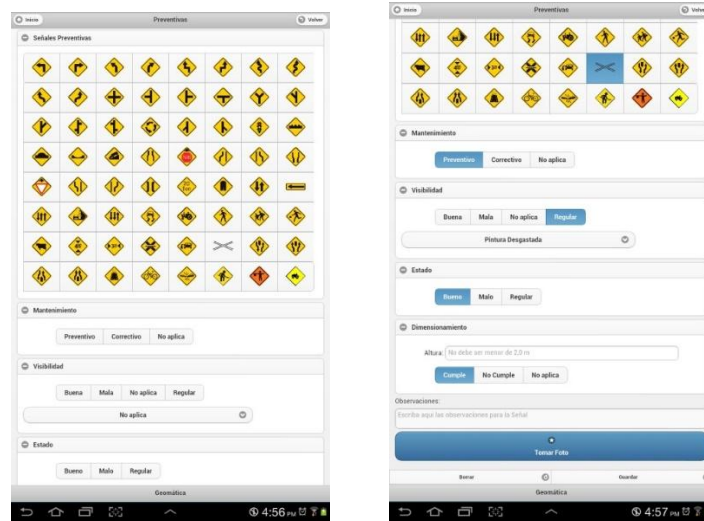


Figura 51 Señales Informativas

Fuente: autores

En la vista para la inspección visual de señales preventivas se muestra como es la forma de llenar los datos requeridos antes de ser guardados, se tuvo en cuenta que para las aplicaciones para dispositivos móviles se debe procurar que la mayoría de elementos de una vista sean de selección y disminuir al máximo los elementos en los que se tenga que llegar información.

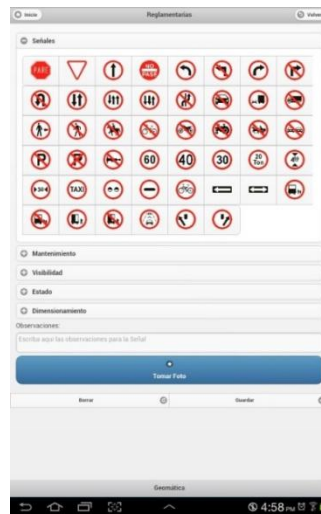


Figura 52 Señales Reglamentarias

Fuente: autores

La vista para la inspección visual de señales reglamentarias muestra cómo se pueden contraer los elementos de la vista, en caso tal de que la pantalla del dispositivo móvil sea demasiado pequeña y se dificulte el acceso a los elementos desplegados.



Figura 53 Sin Señal

Fuente: autores

Cuando en un tramo de malla vial no existe ningún tipo de señalización y se hace necesario según el criterio del equipo de trabajo tenerla, esta información se registra en la visa llamada Sin Señal, donde se escribe en las observaciones cual es la necesidad y el tipo de señal, esta información no debe superar los 300 caracteres, adicional a esto se toma una foto.

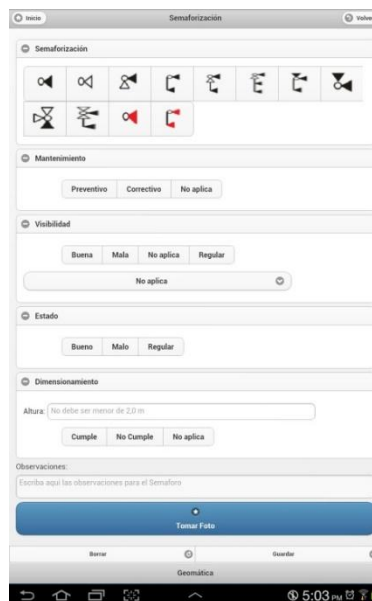


Figura 54 Semaforización

Fuente: autores

La vista para la inspección visual de semaforización consta de la selección de la representación del semáforo y al igual que las anteriores señales se registran las características de Mantenimiento, Visibilidad, Estado, Dimensionamiento, Observaciones y la foto.

Figura 55 Formulario Parqueaderos

Fuente: autores

La vista de registro para parqueaderos consta de la nomenclatura completa, el tipo de parqueadero; Bahía, Bahía Sobre Andén, Privado y No Aplica, seleccionar si es o no un parqueadero mixto (automóviles y motocicletas), el nombre del parqueadero, si está delimitado o si es privado, que capacidad de vehículos puede albergar, observaciones que no superen 300 caracteres y una fotografía.

Figura 56 Formulario Hitos

Fuente: autores

Los hitos son lugares de interés público para el caso de interés, se registran los Bancos, Centros Comerciales, Defensa (Policía, Ejercito, INPEC...), Religión, Salud, Seguridad, Monumento, Estación de Servicio Gasolina y Otro, identificando el nombre del hito, una observación que no supere los 300 caracteres y una o varias fotos.

Figura 57 Formulario Viga Benkelman
Fuente: autores

Las mediciones para este tipo de rol se realizan solamente sobre pavimento flexible, puesto que es el único que de deflecta con la carga vehicular. La información de la Viga Benkelman se realiza bajo ciertas condiciones, esta recolección de información se realiza luego de las 6:00 pm puesto que en el municipio de Barrancabermeja las temperaturas de día varían constantemente y el comportamiento del pavimento flexible cambia, para este caso particular, en la noche la temperatura suele tener variaciones de no más de 4° C de diferencia lo que facilita esta medición.

La vista consta de dos mediciones llamadas 0.00 y 0.25, estas mediciones las da el deflectómetro de la Viga Benkelman, sobre la viga se hace pasar un vehículo para transporte de carga pesada (volqueta) el cual para cada toma de datos se le debe pesar y se debe medir la presión de inflado de sus llantas, para registrar estos datos en el formulario, en este caso la foto no es indispensable, pero se

debe realizar en ocasiones para verificar el equipo técnico y profesional que realiza las mediciones.

Luego de la recolección de la información, se han provisto en la aplicación unas vistas que van mostrando la información a medida que se va registrando, debido a que el almacenamiento local del dispositivo es la base de datos SQLite, lo que se realiza es una consulta de todos los datos guardados, luego se publican los datos en la vista que está de acuerdo al rol que desempeña cada equipo de la comisión. Las imágenes que se muestran a continuación hacen referencia a las vistas de las tablas con la información recolectada en cada rol.

El usuario debe seleccionar la opción que corresponda a la consulta de los datos o fotos que requiera.



Figura 58 Consulta de Información

Fuente: autores

Según el orden establecido en esta vista y para indicar el contenido de los resultados, se muestra el menú de Ver Tablas de Daños en Vías.



Figura 59 Consulta Daños en Vías

Fuente: autores

Los campos para pavimento flexible y pavimento rígido corresponden a una misma tabla y la otra opción es la de sumideros.

| Tablet Id | Usuario Id | Subido | Id Falla | Tramo Rad | Código Falla | Longitud | Latitud | Severidad | Ancho | Largo |
|------------------|------------|--------|----------|-----------|--------------|--------------------|--------------------|-----------|-------|-------|
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 1 | 3774 | DST_DSL | 1024319.5643848971 | 1274811.6001384486 | 3 | 5 | 40 |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 2 | 3783 | DST_DSL | 1024322.739391247 | 1274762.9167077483 | 3 | 5 | 50 |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 3 | 3834 | POU | 1024670.9317542985 | 1274725.8749669984 | 1 | 5 | 6 |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 4 | 3834 | DST_DSL | 1024670.138002711 | 1274732.2249796987 | 2 | 5 | 18 |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 5 | 3833 | DST_DSL | 1024669.3442511235 | 1274749.1583468989 | 2 | 5 | 16 |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 6 | 3832 | DST_DSL | 1024668.021331811 | 1274774.0292299737 | 2 | 5 | 16 |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 7 | 3827 | DST_DSL | 1024684.954699011 | 1274776.6750689887 | 3 | 5 | 60 |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 8 | 3823 | POU | 1024665.375493186 | 1274807.8959643738 | 3 | 3 | 6 |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 0 | 9 | 3823 | DST_DSL | 1024666.962996361 | 1274819.537654324 | 1 | 5 | 10 |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 10 | 3824 | DST_DSL | 1024645.7962873608 | 1274828.0043379238 | 1 | 5 | 60 |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 11 | 3824 | POU | 1024631.5087587858 | 1274825.8876670238 | 3 | 5 | 3.5 |

Figura 60 Lista de Resultados

Fuente: autores

Cuando se accede a la tabla de Fallas se muestran los registros que se han ingresado y se han guardado, de igual forma se incluye un botón para mirar las direcciones de las fotos que se le toman a cada Falla según su idFalla.

| Tablet Id | Usuario Id | Id Foto | Id Falla | Dirección de la Foto |
|------------------|------------|---------|----------|--|
| ef14a6172d24aabb | 4 | 1 | 1 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371562281885.jpg |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 2 | 2 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371562393356.jpg |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 3 | 3 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371563645999.jpg |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 4 | 4 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371564025151.jpg |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 5 | 5 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371564231975.jpg |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 6 | 6 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371564675193.jpg |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 7 | 7 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371564786929.jpg |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 8 | 8 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371564889378.jpg |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 9 | 9 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371565107056.jpg |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 10 | 10 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371565305537.jpg |
| ef14a6172d24aabb | 4 | 11 | 11 | file:///mnt/sdcard/Android/data/com.liv_v2/cache/1371565448514.jpg |

Figura 61 Lista de Resultado Fotos

Fuente: autores

Como se mencionó anteriormente, se han creado vistas para las diferentes tablas en donde se guardan los registros de los roles de cada equipo de trabajo, en la figura se muestra la vista de las tablas que componen los perfiles viales.

7 CONCLUSIONES

- Los avances tecnológicos y el buen uso de las TIC's contribuyen de manera positiva al desarrollo de aplicaciones que permitan generar soluciones a problemas cotidianos en incluso a problemas con un alto grado de complejidad. En este caso, para dar solución a la problemática planteada en el proyecto, se desarrolló una aplicación móvil, la cual se llevó a cabo gracias a los recursos existentes y a las herramientas de última tecnología
- La creación de una aplicación móvil garantiza al usuario una mayor comodidad y facilita notoriamente la recolección y consulta de la información.
- La construcción de la aplicación fue de gran importancia en la reducción de recursos físicos, costos de operación y reducción del tiempo de la toma de datos.
- La metodología de desarrollo que se implementó en este proyecto permitió la organización de procesos y de las actividades que concluyeron en la elaboración de un sistema que cumple con los requerimientos especificados.

8 RECOMENDACIONES

- Mejorar el sistema para la sincronización de la información ya que los web service con cierta cantidad de registros no cargan la información de forma adecuada y confiable.
- Efectivizar y mejorar la estrategia de sincronización de los registros fotográficos.
- El grupo de investigación debe comprar una cuenta en el Play Store de Google para hacer más naturales las actualizaciones de la aplicación en caso de que haya nuevas versiones.
- Albergar el mapa base de la aplicación en el cache del sistema para que con cada primera ejecución no se deba recargar de nuevo todo el mapa y diseñar una estrategia similar para la capa de la malla vial.

9 REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

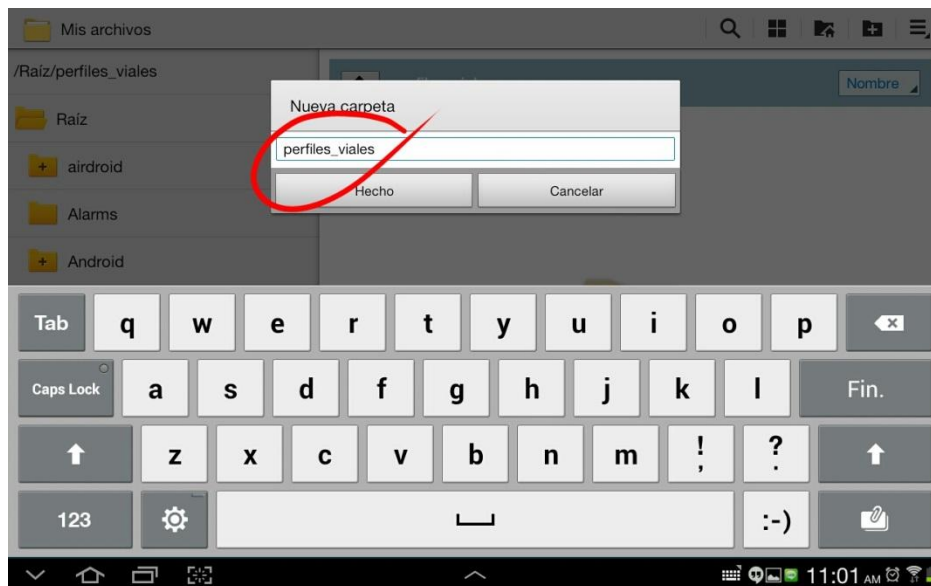
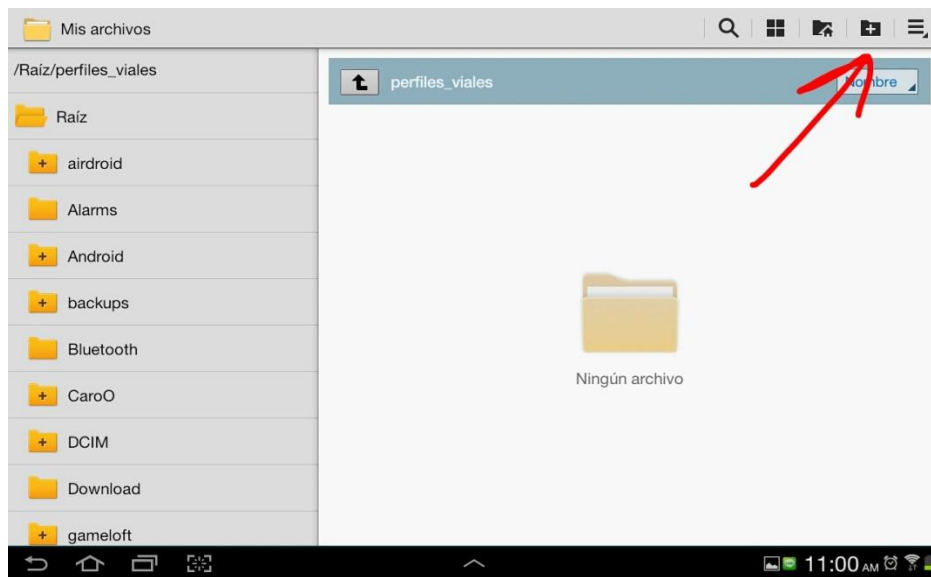
- [1] Características de bases de datos tomada de <http://www.emagister.com/curso-informatica-administracion-publica-3/bases-datos-concepto-caracteristicas-funcionalidades>
- [2] Definición de algunos sistemas de Gestión de bases de datos tomada de http://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_attachments&task=download&id=500
- [3] Definición de Aplicativo web tomada de www.mastermagazine.info/termino/3874.php
- [4] Definición de bases de datos tomada de <http://es.kioskea.net/contents/bdd/bddintro.php3>
- [5] Definición de Sistemas operativos para móviles tomada de <http://156.35.151.9/~smi/5tm/09trabajos-sistemas/1/Memoria.pdf>
- [6] Definición tomada de: <http://social.technet.microsoft.com/Forums/es-ES/ietechnetes/thread/7dc2cf80-a6ad-4271-b4db-a1e3edb946fb/>
- [7] Definición y Características de Sistema de Gestión de Bases de Datos tomada de http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_9.pdf
- [8] Ingeniería de tránsito y de carreteras, Nicholas J. Garber, Lester A. Hoel.
- [9] Manual de PCI, índice de condición del pavimento de sus siglas en inglés Pavement Condition Index.
- [10] Manual de Señalización Vial, Ministerio de Transporte, Invias.
- [11] Ministerio de Transporte, <https://www.mintransporte.gov.co/documentos.php?id=29>
- [12] Sistema de Gestión de bases de Datos <http://www.cavsi.com/preguntasrespuestas/que-es-un-sistema-gestor-de-bases-de-datos-o-sgbd/>
- [13] Sitio Web del Grupo Geomática de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander <http://albatros.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S72>

10 ANEXOS

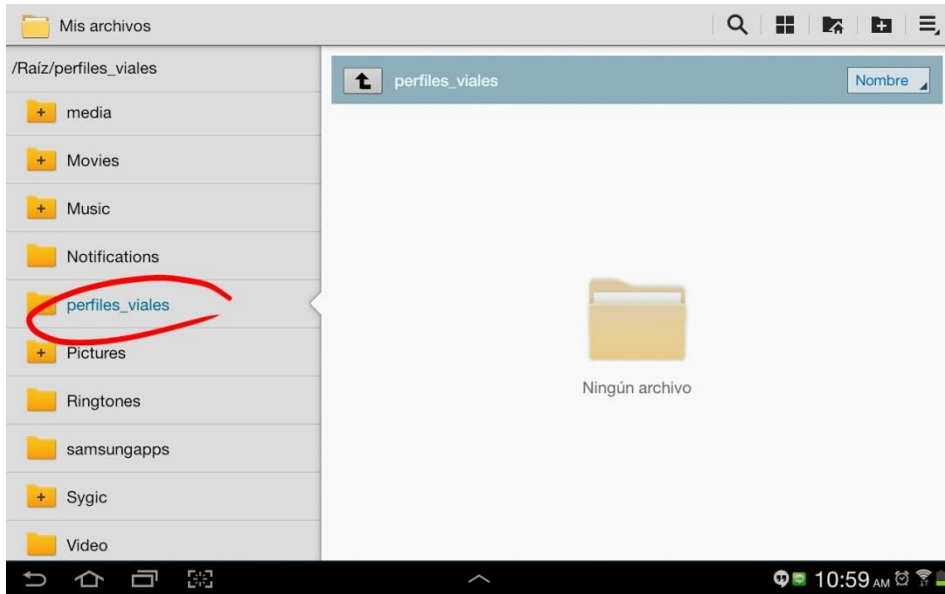
ANEXO A. Manual para salvar los datos

Los siguientes pasos se realizan para generar los archivos de texto con la información recolectada.

Bueno lo primero que se debe hacer es crear una carpeta que se llame `perfiles_viales`



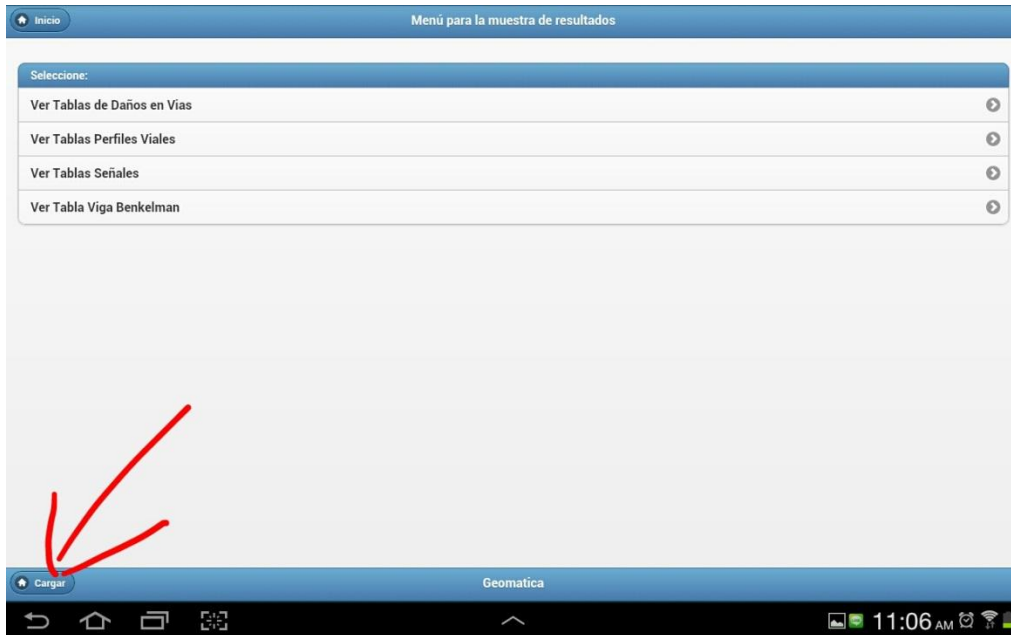
Luego de tener creada la carpeta, allí es donde se encontraran los archivos que necesitamos con la información de los roles e las comisiones.



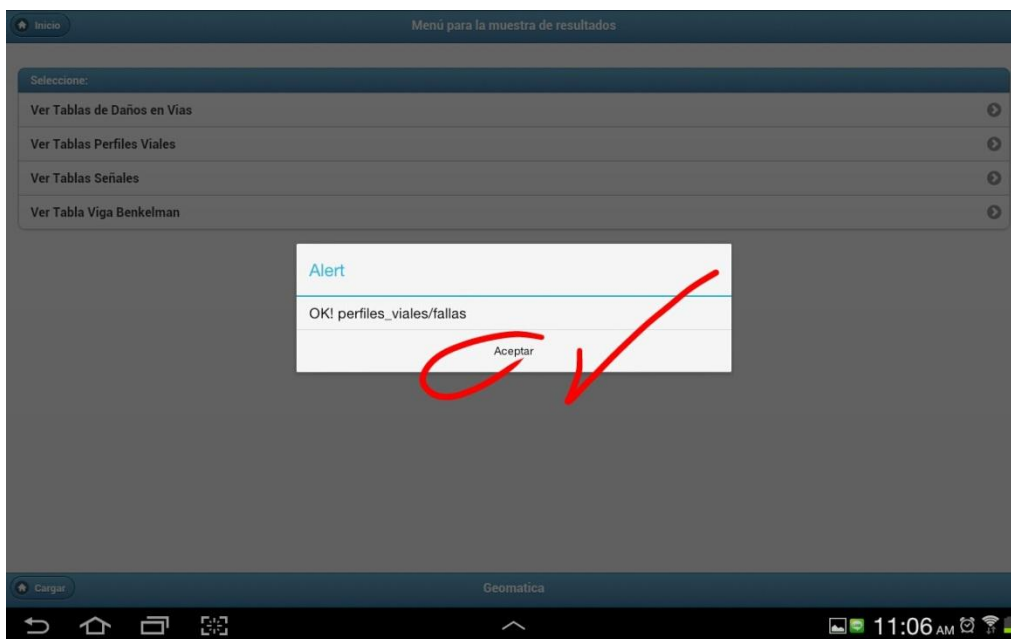
A continuación entramos a la aplicación y luego de iniciar sesión picamos en el botón como se muestra en la imagen



Alli buscamos el botón cargar como se muestra en la figura.



Luego de pinchar el botón cargar aparecerán mensajes como el siguiente donde se mostrara que tablas se van cargando, fallas, foto falla, señales, foto señal, etc



Luego se conecta la tableta al computador, se busca la carpeta perfiles y se envían los archivos generados.

