

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES**  
**CARRERA DE INFORMÁTICA**



**PROYECTO DE GRADO**

**“SISTEMA MÓVIL DEL ESTADO DEL TRAFICO VIAL EN EL  
MACRODISTRITO CENTRO DE LA CIUDAD DE LA PAZ BASADO  
EN MAPEO COLABORATIVO”**

**CASO: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS**

**Proyecto de Grado para obtener el Título de Licenciatura en Informática  
Mención Ingeniería de Sistemas Informáticos**

**POSTULANTE: JOSÉ LUIS SOZA SANTOS**  
**TUTOR METODOLÓGICO: M.SC. ALDO VALDEZ ALVARADO**  
**ASESOR: ING. CESAR BELTRÁN VILLALTA**

**LA PAZ – BOLIVIA**  
**2016**

### **Dedicatoria:**

A Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día.

A mis padres, quienes son la principal inspiración de superación y fortaleza en mi vida

A mi familia por su apoyo y confianza, ellos son un pilar muy importante en mi vida.

## ***AGRADECIMIENTOS***

Le agradezco a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi refugio y fortaleza en los momentos de debilidad y por llenar mi vida de bendiciones, experiencias pero sobre todo de felicidad.

A mis Padres, por brindarme el apoyo y cariño incondicional. Gracias por convertirme en la persona que soy ahora y por todas las palabras de aliento a lo largo de mi vida.

A la Universidad, un agradecimiento muy especial a la Universidad Mayor de San Andrés por acogerme estos años en sus aulas y formarme.

A los docentes de la Carrera de Informática por su enseñanza y formación a lo largo de toda mi vida universitaria.

Un infinito agradecimiento al M. Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado, mi tutor, por toda su colaboración, su enorme paciencia, por el tiempo brindado a lo largo de toda la revisión y corrección del presente trabajo, por brindarme su ayuda y sabios consejos en el planteamiento y estructura de este Proyecto de Grado. Su comprensión y confianza fueron vitales para la culminación de este Proyecto de Grado.

Un agradecimiento especial al Ing. Cesar Beltrán Villalta, mi docente tutor, por el asesoramiento, el tiempo brindado, la paciencia, por todos los consejos y revisiones, desde el inicio hasta la culminación de este Proyecto de Grado, gracias por su colaboración.

Un infinito agradecimiento al M. Sc. Javier Núñez Villalba, Director del Instituto de Investigaciones Geográficas, quien me brindo toda la información y confió en mi persona para la realización de este proyecto y su guía para la culminación del software, gracias por su colaboración.

Por último, pero no menos importante, les doy las gracias a mis amigos que tiene el grato talento de aparecer en momentos indicados, por sus consejos y la gran ayuda al momento de la elaboración del presente trabajo.

## **RESUMEN**

Las aplicaciones móviles se constituyen hoy en día en una importante herramienta de ayuda a las personas en sus tareas diarias, no solo como fuente de diversión, sino como fuente de conocimientos e información actualizada.

El presente proyecto denominado “SISTEMA MÓVIL DEL ESTADO DEL TRAFICO VIAL EN EL MACRO DISTRITO CENTRO DE LA CIUDAD DE LA PAZ, BASADO EN MAPEO COLABORATIVO” aprovecha los dispositivos móviles para identificar los puntos conflictivos en el trafico vial, generados por bloqueos, trancaderas, accidentes, movilizaciones sociales u otro tipo de manifestaciones que afectan el flujo normal del tráfico en el Centro de la ciudad de La Paz.

La metodología utilizada en este proyecto es MOBILE-D, una metodología ágil para desarrollar aplicaciones móviles, que consta de 5 fases y cada fase de tres etapas: planeación, programación y liberación. Para la evaluación de las métricas de calidad estándar se utilizó la norma ISO 9126.

Para la evaluación de costos se utilizó el modelo constructivo COCOMO II y para estimación de los beneficios y la evaluación económica del proyecto los métodos VAN y TIR, además del costo/beneficio.

Mediante el análisis de los resultados se determina que el sistema desarrollado cumple con los objetivos planteados.

## **ABSTRACT**

Today, mobile applications are an important tool to help people with their daily tasks, not only as a source of fun, but as a source of knowledge and up-to-date information.

El presente proyecto denominado “SISTEMA MÓVIL DEL ESTADO DEL TRAFICO VIAL EN EL MACRO DISTRITO CENTRO DE LA CIUDAD DE LA PAZ, BASADO EN MAPEO COLABORATIVO” aprovecha los dispositivos móviles para identificar los puntos conflictivos en el trafico vial, generados por bloqueos, trancaderas, accidentes, movilizaciones sociales u otro tipo de manifestaciones que afectan el flujo normal del tráfico en el Centro de la ciudad de La Paz.

The methodology used in this project is MOBILE-D, an agile methodology for developing mobile applications, which consists of 5 phases and each three-stage phase: planning, programming and release. Standard ISO 9126 was used for the evaluation of standard quality metrics.

For the cost evaluation, the COCOMO II construction model was used and the VAN and TIR methods, in addition to cost / benefit, were used to estimate the benefits and the economic evaluation of the project.

By means of the analysis of the results it is determined that the developed system fulfills the stated objectives.

## ÍNDICE

<b>1.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1. ANTECEDENTES INSTITUCIONALES.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1.2. MISIÓN DEL II GEO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1.3. VISIÓN DEL II GEO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1.4. OBJETIVO GENERAL DEL II GEO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL II GEO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1.6. ESTRUCTURA ORGÁNICA DEL II GEO.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2. ANTECEDENTES DE PROYECTOS SIMILARES.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.1. PROBLEMA CENTRAL.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....</b>	<b>10</b>
<b>1.5.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA.....</b>	<b>10</b>
<b>1.6. ALCANCES Y LÍMITES.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6.1. ALCANCES.....</b>	<b>11</b>

1.6.2. LÍMITES.....	11
1.7. APORTES.....	12
1.7.1. PRÁCTICO.....	12
1.7.2. TEÓRICO.....	12
1.8. METODOLOGÍA.....	13
1.8.1. METODOLOGÍA MOBILE-D.....	13
1.8.2. MÉTODO MAPEO COLABORATIVO.....	13
1.8.2. HERRAMIENTAS.....	13
2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. INGENIERÍA DE SOFTWARE MÓVIL.....	15
2.1.1. METODOLOGÍAS DE DESARROLLO MÓVIL.....	15
2.1.1.2. METODOLOGÍA ÁGIL MOBILE-D.....	15
2.2. MOBILE-D: METODOLOGÍA DE DESARROLLO ÁGIL PARA APLICACIONES MÓVILES.....	16
2.2.1. FASES DE LA METODOLOGÍA MOBILE-D.....	17
2.2.1.1. ETAPA DE EXPLORACIÓN.....	18
2.2.1.2. ETAPA DE INICIALIZACIÓN.....	19
2.2.1.3. ETAPA DE PRODUCCIÓN.....	20
2.2.1.4. ETAPA DE ESTABILIZACIÓN.....	21
2.2.1.5. ETAPA DE PRUEBAS.....	22
2.3. METODOLOGÍA TROPOS.....	22
2.3.1. EL FRAMEWORK TROPOS.....	23
2.3.1.1. ANÁLISIS DE REQUISITOS TEMPRANOS.....	23
2.3.1.2. ANÁLISIS DE REQUISITOS TARDÍOS.....	23
2.3.1.3. DISEÑO ARQUITECTURAL.....	23
2.3.1.4. DISEÑO DETALLADO.....	24

2.3.1.5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....	24
2.3.1.6. DIAGRAMA DE ACTORES.....	24
2.3.1.7. DIAGRAMA DE METAS.....	25
2.3.2. NOTACIÓN BÁSICA DEL FRAMEWORK TROPOS.....	25
2.3.2.1. ACTOR.....	25
2.3.2.2. ELEMENTOS BÁSICOS.....	26
2.3.2.3. LIGAS.....	27
2.3.2.4 DEPENDENCIAS.....	29
2.3.2.5. DIAGRAMAS DE TROPOS.....	30
2.3.3. PASOS A SEGUIR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE TROPOS.....	31
2.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	34
2.4.1. FUNCIONALIDAD DE LOS SIG.....	35
2.4.2. CAMPOS DE APLICACIÓN.....	36
2.4.3. LOS SIG EN INTERNET.....	36
2.5. MAPEO COLABORATIVO.....	37
2.5.1. TIPOS.....	38
2.5.2. CONTEXTO COMERCIAL.....	39
2.6. TRAFICO VIAL.....	40
2.6.1. LA CONGESTIÓN, NEGATIVO Y CRECIENTE FENÓMENO.....	40
2.6.2. TRAFICO VIAL EN LA CIUDAD DE LA PAZ.....	41
2.7. MACRODISTRITO CENTRAL.....	41
2.7.1 DISTRITOS.....	41
2.7.2. POBLACIÓN.....	42



<b>2.7.3. ZONAS, UNIDADES EDUCATIVAS Y LUGARES RECREACIONALES.....</b>	<b>42</b>
<b>3. MARCO APLICATIVO.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1. EXPLORACIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS INVOLUCRADOS.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1.1.1. ACTORES.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1.1.2. ELEMENTOS BÁSICOS.....</b>	<b>46</b>
<b>3.1.1.3. DEPENDENCIAS.....</b>	<b>47</b>
<b>3.1.1.4. DIAGRAMA DE ACTORES.....</b>	<b>47</b>
<b>3.1.2. ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO.....</b>	<b>48</b>
<b>3.1.2.1. DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTO INICIALES.....</b>	<b>48</b>
<b>3.1.2.2. PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2. INICIALIZACIÓN.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.1. CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.2. DÍA DE PLANEACIÓN (ITERACIÓN 0).....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.2.1. NOMBRE DE ENTIDADES.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.2.2. CLASES.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.2.3. MÉTODOS.....</b>	<b>51</b>
<b>3.2.2.4. VARIABLES.....</b>	<b>51</b>
<b>3.2.2.5. CONSTANTES.....</b>	<b>51</b>
<b>3.2.3. DÍA DE LANZAMIENTO (ITERACIÓN 0).....</b>	<b>51</b>
<b>3.3. PRODUCCIÓN O FASE DE PRODUCTO.....</b>	<b>51</b>
<b>3.3.1. SEGUIMIENTO DE ITERACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>3.3.1.1. PRIMERA ITERACIÓN.....</b>	<b>52</b>

3.3.1.2 SEGUNDA ITERACIÓN.....	55
3.3.1.3. TERCERA ITERACIÓN.....	58
3.3.1.4. CUARTA ITERACIÓN.....	61
3.3.1.5. QUINTA ITERACIÓN.....	64
3.3.1.6. SEXTA ITERACIÓN.....	67
3.3.1.7. SÉPTIMA ITERACIÓN.....	70
3.3.1.8. OCTAVA ITERACIÓN.....	74
3.4. ESTABILIZACIÓN.....	76
3.4.1. DOCUMENTACIÓN.....	76
3.4.2. LIBERACIÓN.....	76
3.5. PRUEBAS DEL SISTEMA.....	76
4. CALIDAD Y SEGURIDAD.....	77
4.1. MÉTRICAS DE CALIDAD MODELO ISO-9126.....	77
4.1.1. FUNCIONALIDAD.....	77
4.1.2. FIABILIDAD.....	81
4.1.3. USABILIDAD.....	81
4.1.4. EFICIENCIA.....	82
4.1.5. MANTENIBILIDAD.....	83
4.1.6. RESULTADOS.....	83
4.2. SEGURIDAD.....	84
4.2.1 NORMA DE SEGURIDAD.....	84
4.2.1.1 POLÍTICA DE SEGURIDAD.....	86
4.2.1.2 ASPECTOS ORGANIZATIVOS PARA LA SEGURIDAD.....	87
4.2.1.3 CLASIFICACIÓN Y CONTROL DE ACTIVOS.....	87

4.2.1.4 SEGURIDAD LIGADA AL PERSONAL.....	87
4.2.1.5 SEGURIDAD FÍSICA Y DEL ENTORNO.....	88
4.2.1.6 GESTIÓN DE COMUNICACIONES Y OPERACIONES.....	88
4.2.1.7 CONTROL DE ACCESOS.....	88
4.2.1.8 DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS.....	89
4.2.1.9 GESTIÓN DE CONTINUIDAD DEL NEGOCIO.....	89
4.2.1.10 CONFORMIDAD.....	89
4.2.2 DOMINIOS PARA LA SEGURIDAD DEL PRESENTE PROYECTO.....	90
4.2.2.1. ASPECTOS ORGANIZATIVOS PARA LA SEGURIDAD.....	90
4.2.2.2. CLASIFICACIÓN Y CONTROL DE ACTIVOS.....	91
4.2.2.3. SEGURIDAD LIGADA AL PERSONAL.....	91
4.2.2.4. GESTIÓN DE COMUNICACIONES Y OPERACIONES.....	91
4.2.2.6. CONTROL DE ACCESOS.....	92
4.2.2.7. DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS.....	93
5. ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO.....	93
5.1. INTRODUCCIÓN.....	94
5.2. COCOMO II.....	94
5.3. COSTO DE LA APLICACIÓN.....	95
5.3.1. COSTO DEL SOFTWARE DESARROLLADO.....	96
5.3.2. COSTO DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	100
5.3.3. COSTO TOTAL DEL SOFTWARE.....	100
5.4. VALOR ACTUAL NETO.....	101
5.5. TASA INTERNA DE RETORNO.....	104
5.6. COSTO / BENEFICIO.....	105
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
6.1. CONCLUSIONES.....	106
6.2. RECOMENDACIONES.....	106
BIBLIOGRAFÍA	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.1. Estructura Orgánica del Instituto de Investigaciones Geográficas.....</b>	<b>4</b>
<b>FIGURA 1.2. Mapa del Macrodistrito Centro de la ciudad de La Paz.....</b>	<b>7</b>
<b>FIGURA 2.1. Fases de la metodología para el desarrollo móvil Mobile-D.....</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 2.2. Ciclos de desarrollo de la metodología Mobile-.....</b>	<b>18</b>
<b>FIGURA 2.3. Notación grafica del framework Tropos.....</b>	<b>26</b>
<b>FIGURA 2.4. Notación grafica para los elemento básicos de Tropos.....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 2.5. Notación grafica para la liga de contribución.....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 2.6. Notación grafica para la liga de descomposición.....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 2.7. Notación grafica para la liga Medios-Fin.....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 2.8. Notación grafica para las relaciones de dependencia.....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 2.9. Ligas de refinamiento.....</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 3.1. Refactorización de las metodologías Mobile-D y Tropos.....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 3.2. Diagrama del caso de estudio Aplicación del estado del tráfico vial.....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 3.3. Diagrama de metas para la primera iteración.....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 3.4. Modelo Entidad – Relación.....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 3.5. Diagrama de metas para la segunda iteración.....</b>	<b>55</b>
<b>FIGURA 3.6. Crear una ubicación.....</b>	<b>58</b>

<b>FIGURA 3.7. Diagrama de metas para la tercera iteración.....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA 3.8. Eliminar una ubicación.....</b>	<b>61</b>
<b>FIGURA 3.9. Diagrama de metas para la cuarta iteración.....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA 3.10. Formulario de registro.....</b>	<b>64</b>
<b>FIGURA 3.11. Diagrama de metas para la quinta iteración.....</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 3.12. Mapa de puntos de tráfico vial.....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA 3.13. Diagrama de metas para la sexta iteración.....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURA 3.14. Estadísticas generales de incidencias en el tráfico vial.....</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 3.15. Diagrama de metas para la séptima iteración.....</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 3.16. Estadísticas formato mapa de calor de incidencias en el tráfico vial.....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 3.17. Diagrama de metas para la octava iteración.....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 3.18. Ayuda para el manejo de la aplicación.....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 4.1. Escala de preferencia.....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 4.2. Pirámide de dominios de control.....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 2.1. Zonas pertenecientes al Macrodistrito Central de la ciudad de La Paz.....</b>	<b>42</b>
<b>TABLA 3.1. Planificación por iteraciones.....</b>	<b>49</b>
<b>TABLA 3.2. Historia de Usuario 1.....</b>	<b>53</b>
<b>TABLA 3.3. Tarea de Ingeniería – Creación de la Base de Datos para almacenar información de la aplicación.....</b>	<b>53</b>
<b>TABLA 3.4. Identificación de identidades.....</b>	<b>54</b>
<b>TABLA 3.5. Historia de usuario 2.....</b>	<b>56</b>
<b>TABLA 3.6. Tarea de Ingeniería – Obtención del api key de Google.....</b>	<b>56</b>
<b>TABLA 3.7. Tarea de Ingeniería – Integración del mapa.....</b>	<b>57</b>
<b>TABLA 3.8. Tarea de Ingeniería – Registro de una nueva ubicación.....</b>	<b>57</b>
<b>TABLA 3.9. Tarea de Ingeniería – Geolocalización.....</b>	<b>57</b>
<b>TABLA 3.10. Historia de usuario 3.....</b>	<b>59</b>
<b>TABLA 3.11. Tarea de Ingeniería – Eliminar una ubicación.....</b>	<b>60</b>
<b>TABLA 3.12. Historia de usuario 4.....</b>	<b>62</b>
<b>TABLA 3.13. Tarea de Ingeniería – Registro de administradores.....</b>	<b>63</b>
<b>TABLA 3.14. Tabla 3.14: Historia de usuario 5.....</b>	<b>65</b>
<b>TABLA 3.15. Tarea de Ingeniería – Mapa base de ubicaciones.....</b>	<b>66</b>
<b>TABLA 3.16. Tarea de Ingeniería – Mostrar ubicaciones por tipo.....</b>	<b>66</b>

<b>TABLA 3.17. Historia de Usuario 6.....</b>	<b>68</b>
<b>TABLA 3.18. Tarea de Ingeniería – Librería para estadísticas generales.....</b>	<b>69</b>
<b>TABLA 3.19. Tarea de Ingeniería - Estadísticas generales.....</b>	<b>69</b>
<b>TABLA 3.20. Historia de Usuario 7.....</b>	<b>71</b>
<b>TABLA 3.21. Tarea de Ingeniería – Librería mapa de calor.....</b>	<b>72</b>
<b>TABLA 3.22. Tarea de Ingeniería – Estadísticas en formato mapa de calor.....</b>	<b>72</b>
<b>TABLA 3.23. Historia de Usuario 8.....</b>	<b>74</b>
<b>TABLA 3.24. Tarea de Ingeniería – Manual de ayuda.....</b>	<b>75</b>
<b>TABLA 4.1. Valores de complejidad.....</b>	<b>78</b>
<b>TABLA 4.2. Valores de ajuste de complejidad.....</b>	<b>78</b>
<b>TABLA 4.3. Entradas de usuario.....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA 4.4. Salidas de usuario.....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA 4.5. Peticiones de usuario.....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA 4.6. Archivos de usuario.....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA 4.7. Interfaces externas.....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA 4.8. Calculo de puntos función.....</b>	<b>80</b>
<b>TABLA 4.9. Valores de ajuste de usuario.....</b>	<b>82</b>
<b>TABLA 4.10. Factores de eficiencia.....</b>	<b>82</b>
<b>TABLA 4.11. Factores de ajuste de mantenibilidad.....</b>	<b>83</b>

<b>TABLA 4.12. Resumen de resultados obtenidos.....</b>	<b>84</b>
<b>TABLA 5.1. Coeficientes a, b, c, d de COCOMO II.....</b>	<b>95</b>
<b>TABLA 5.2. Factor de Ponderación.....</b>	<b>96</b>
<b>TABLA 5.3. Valores de ajuste de complejidad.....</b>	<b>97</b>
<b>TABLA 5.4. Factor de correlación.....</b>	<b>98</b>
<b>TABLA 5.5. Gastos de desarrollo.....</b>	<b>100</b>
<b>TABLA 5.6. Costo total de la aplicación.....</b>	<b>101</b>
<b>TABLA 5.7. Ingresos proyectados.....</b>	<b>102</b>
<b>TABLA 5.8. Egresos proyectados.....</b>	<b>102</b>
<b>TABLA 5.9. Flujo de Caja.....</b>	<b>103</b>
<b>TABLA 5.10. Interpretación del VAN.....</b>	<b>103</b>



## CAPITULO I

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Una de las ciencias que se ha encargado de presentarnos al mundo desde épocas antiguas es sin lugar a dudas la Cartografía, que desde su concepción nos muestra nuestra ubicación en la tierra, y que abarca mucho más allá de ser un simple mapa, ya que nos brinda la información relacionada a nuestro entorno, además de brindarnos una gran cantidad de herramientas para poder elegir dependiendo del campo en el que trabajemos.

Es así que una transformación se da con la llegada de nuevas tecnologías; desde la que podíamos apreciar en hojas de papel, que es la cartografía tradicional, a pasar a ser un conjunto de herramientas y técnicas, tanto en modelos como en tecnología, los denominados Sistemas de Información Geográfica (SIG), que nos ayudan al mejor entendimiento del mundo en el que vivimos y nos permite resolver los problemas que diariamente afrontamos.

De esta manera ya con los SIG en nuestra vida diaria llega un concepto muy innovador que es el mapeo colaborativo, este concepto que se genera a partir de aportaciones de un grupo numeroso, heterogéneo de individuos que se basan en aplicaciones web y que permiten a sus usuarios subir información con facilidad y permiten a muchos otros ver y reaccionar ante esta información; aplicaciones web de este tipo a menudo se consideran parte de la Web 2.0. Esta tecnología se complementa perfectamente en una tendencia que ha adquirido gran trascendencia últimamente como son los dispositivos móviles.

Estos métodos y tecnologías llegan para brindarnos su apoyo en temas que son muy importantes en nuestro diario vivir, y un tanto particulares en nuestra ciudad, que son los problemas en el tráfico vial, que se acrecientan por las diferentes expresiones tanto de las organizaciones sociales como folclóricas, y también por el caótico tráfico vial, es así que es en base a estos mapas colaborativos, que brindaremos una información sobre los diferentes puntos problemáticos de tráfico, para que así podamos alivianar en alguna medida estas diferentes situaciones conflictivas en el flujo del tránsito vehicular.

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. INSTITUCIONALES**

#### **1.2.1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

El Instituto de Investigaciones Geográficas II GEO ha sido creado mediante Resolución N° 23 del Primer Congreso Interno de la Facultad de Ciencias Geológicas, en fecha 27 de abril de 1992, en la entonces gestión del Ing. Jorge Córdova Cardozo, Jefe de la Carrera de Geografía y el Ing. Hugo Alarcón Barrenechea, Vicedecano y Presidente del Congreso mencionado.

La creación del Instituto de Investigaciones Geográficas, responde a la solicitud del mencionado Congreso por la "Comisión de Investigación" de la entonces Carrera de Geografía, que entre sus considerandos menciona que "la Carrera de geografía debe iniciar investigaciones que contribuyan al desarrollo de las Ciencias Geográficas en Bolivia, ...que es importante impulsar la investigación geográfica no solamente a nivel regional sino también a nivel nacional, ...que se debe contar con las condiciones necesarias para la realización de investigaciones geográfica, y ... que es preciso crear un instituto que realice investigación dentro del marco de la Geografía Aplicada utilizando tecnología moderna.

Actualmente, el Instituto de Investigaciones Geográficas es la unidad académica de la Carrera de Ingeniería Geográfica, encargada de planificar, ejecutar, y evaluar programas y proyectos, de investigación y desarrollo científico; realizar proyectos de interacción social en áreas del conocimiento que comprendan problemas identificados de la realidad nacional y regional; y proponer, diseñar y ejecutar programas de postgrado, en el área de la ciencia geográfica.

#### **1.2.1.2. MISIÓN DEL II GEO**

Instituto de Investigaciones Geográficas cuya actividad científica y progresos técnicos se constituya en referente en la formación profesional y desarrollo científico en la Universidad y la Ciencia Geográfica en particular, que contribuya al desarrollo de la región y del país.

### **1.2.1.3. VISIÓN DEL II GEO**

Aportar con trabajos de investigación en las áreas de la geografía humana, física y del medio ambiente, en las diferentes áreas de intervención, proponiendo mejores técnicas y procedimientos para contribuir en la transformación del proceso enseñanza– aprendizaje, a través de la investigación, docencia e interacción social, investigando aspectos específicos de la realidad nacional y regional difundiendo a la sociedad todos los conocimientos generados.

### **1.2.1.4. OBJETIVO GENERAL DEL II GEO**

Realizar investigación, teórica y aplicada, en el área de la Geografía. La primera busca aportar nuevos elementos a la ciencia que constituyan la base de futuros avances en su desarrollo teórico y metodológico. La segunda se refiere al análisis de la realidad nacional con la finalidad de contribuir a la búsqueda de soluciones a problemas concretos.

### **1.2.1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL II GEO**

- Contribuir en la transformación del proceso enseñanza aprendizaje a través de la integración de la docencia, investigación e interacción social.
- Investigar aspectos específicos de la realidad regional y nacional, en base a problemas identificados por los investigadores, y también a solicitud de las organizaciones sociales.
- Constituirse en un importante vínculo orgánico entre la enseñanza - aprendizaje, la investigación e interacción social.
- Estimular y promocionar las actividades de investigación entre los estudiantes y el personal docente de la Carrera de Ingeniería Geográfica de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UMSA.
- Generar posibilidades de investigación y ejecución de proyectos, que permitan la incorporación del estudiante de Ingeniería Geográfica, en el quehacer científico y tecnológico.

- Difundir los conocimientos generados en el Instituto a través de publicaciones científicas, en medios especializados.

### 1.2.1.6. ESTRUCTURA ORGÁNICA DEL IIGEO

El IIGEO tiene una estructura orgánica que está bien definida en cada uno de sus niveles y remarca cada uno de sus puestos para un mejor entendimiento de su organización.

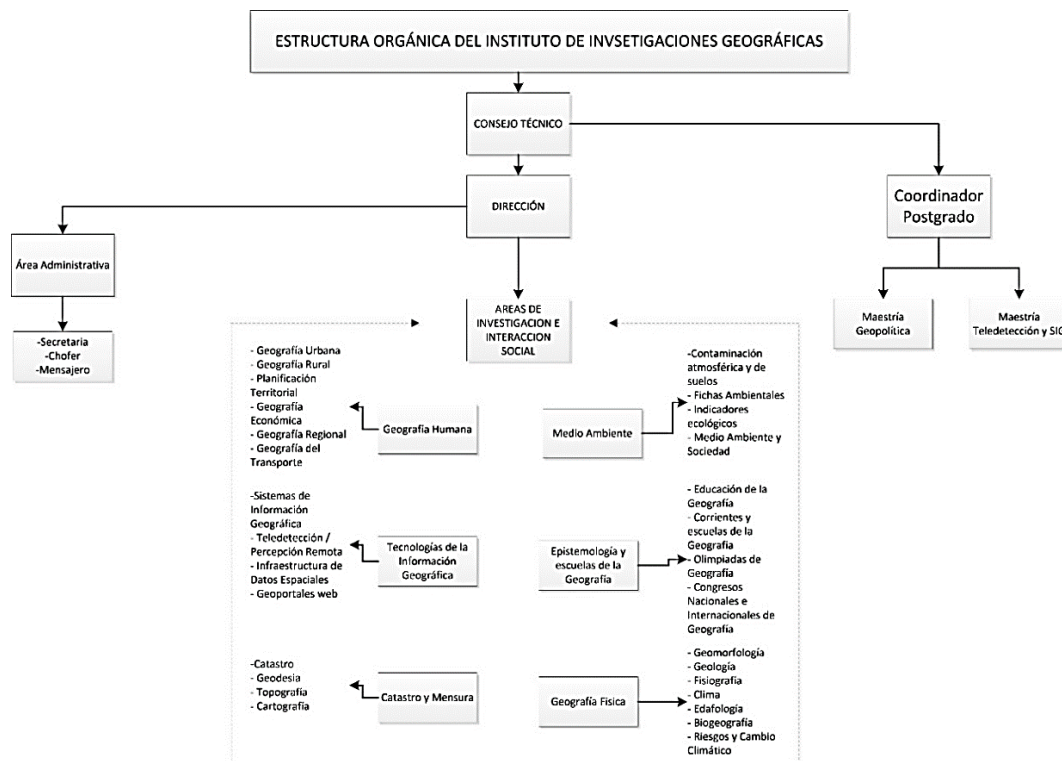


Figura. 1.1: Estructura Orgánica del Instituto de Investigaciones Geográficas

Fuente: [Instituto de investigaciones Geográficas, 2014]

### 1.2.2. ANTECEDENTES DE PROYECTOS SIMILARES

En la actualidad el Macrodistrito Central no cuenta con un sistema automatizado sobre el estado del tráfico vial. Los reportes sobre estas incidencias se dan por medios radiales, televisivos, o redes sociales, que en la mayoría de los casos esta información no llega a la población en general, además de tener retrasos en su difusión.

**Tesis de grado: “Georreferenciación y su uso en Smartphones para la localización de personas”, Institución UMSA, Autor: Jorge Marcelo Cupi Veliz.** Este proyecto da un servicio de geolocalización que requiera un celular que cuenta con el servicio de GPS para poder localizar personas. El proyecto utiliza una metodología ágil propuesta por el mismo autor denominada MAD (Mobile Agile Development) desarrollo ágil y móvil, y desarrolla la aplicación bajo la metodología propuesta.

**Tesis de grado: “Desarrollo de aplicaciones SIG móviles basadas en web mediante PrimeFaces Mobile para el manejo de información de los Bienes Inmuebles Patrimoniales de la ciudad de Cuenca, Institución: Universidad del Azuay, Autor: Daniel Rodríguez, Año: 2013.** Esta aplicación SIG Móvil gestionada desde un dispositivo móvil desarrollara un inventario georreferenciado de los bienes inmuebles patrimoniales de la ciudad de la Cuenca, el cual permitirá la recopilación de la información de una mejor manera y directo en el campo mediante el uso de las capacidades de un dispositivo móvil. Para este desarrollo se utilizara la librería PrimeFaces Mobile”.

**Proyecto de Grado: “Diseño de la investigación del proyecto dante sistema móvil para la notificación, ubicación y alerta de incidentes y áreas de peligro en la ciudad de Guatemala, Institución: Universidad de San Carlos de Guatemala, Autor: Bacilio Alexander Bolaños Lima, Año: 2013.** Este sistema desarrollado es un Sistema de información y comunicación móvil que permita a sus usuarios notificar más eficiente y efectivamente, la ocurrencia de un incidente de riesgo, tanto a su red de contactos como a las autoridades respectivas. Esto lo realiza en base a la metodología ágil Mobile-D”.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La ciudad de La Paz por su configuración geográfica y la población que alberga tiende a ser una de las más congestionadas del país, debido a varios factores que impiden un tráfico normal de vehículos y peatones por sus avenidas y calles estrechas. De acuerdo al Censo, la

ciudad de La Paz cuenta con 764.617 habitantes y una superficie municipal de 201.190.66 hectáreas, de los cuales 18.009,81 Has., están ubicadas en el área urbana. (INE, 2012)

El Macrodistrito Central tiene una superficie de 522 Has. (Aproximadamente 5 Km<sup>2</sup>) y una población de 72.120 habitantes, con una densidad 13,82 Hab/Km<sup>2</sup> siendo una de las zonas con mayor densidad poblacional del municipio. Sin embargo, este no es el principal problema, sino, la inmensa cantidad de gente que tiene su lugar de trabajo en esta pequeña área urbana, donde se concentran los ministerios, embajadas, empresas, comercios, oficinas gubernamentales, municipales, privadas y otras instituciones, que se trasladan desde diferentes puntos de la ciudad y de El Alto, incluso de otras poblaciones del país. (GAMLP, 2014)

En un estudio realizado por la Dirección Especial de Movilidad del Gobierno Municipal de La Paz, sólo en el Macrodistrito Central se identificó 17 puntos de embotellamiento por la afluencia de coches o la estrechez de las vías. La hora pico de 08.00 a 09.00, es la peor para centenares de trabajadores y estudiantes que tratan de llegar puntuales a su destino. Ver figura 1.2. (GAMLP, 2013)

El 85% de las 17 vías conflictivas están saturadas por los vehículos de transporte público. En su mayoría son coches pequeños que trasladan menor cantidad de pasajeros. Entonces, a mayor cantidad de vehículos en una vía, es lógico que el tiempo de circulación sea mayor y el desplazamiento, lento. Son un conjunto de todas estas problemáticas las que afectan en gran medida al normal tráfico vehicular.

Según las Estadísticas del Parque Automotor-documento elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y publicado en 2015 en la urbe paceña había 230.000 coches que circulan por sus distintas calles y avenidas. (INE, 2015)

A esto se suma las diferentes movilizaciones de las diferentes organizaciones sociales, culturales y otros que se dan de manera continua en las calles y avenidas principales,

ocasionando congestión vehicular, cierre de calles y avenidas, desvió del tráfico y otras consecuencias que derivan en el malestar general de la población circundante.

Adicionalmente la reparación de la vía pública, construcciones nuevas y otras obras civiles acrecientan más el problema.

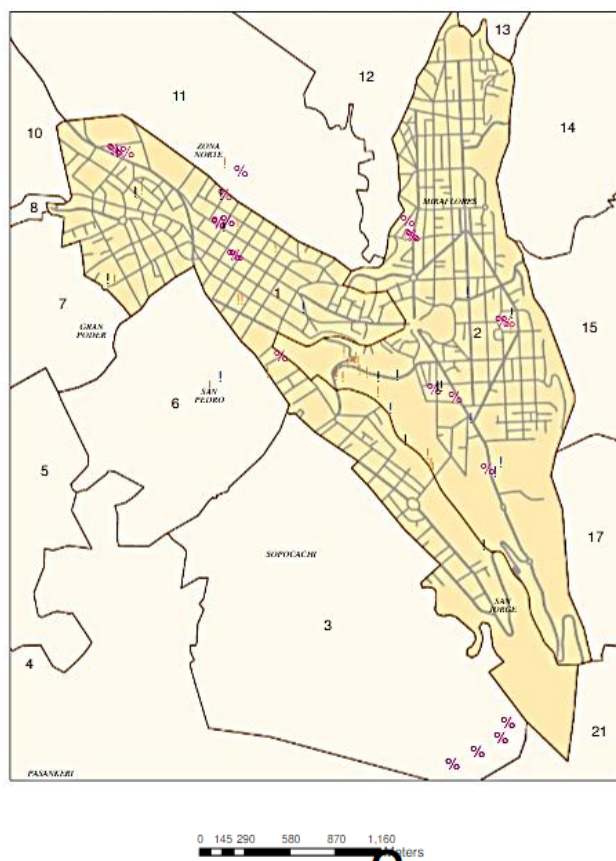


Figura 1.2. Mapa del Macrodistrito Centro de la ciudad de La Paz

Fuente: Gobierno Autónomo municipal de La Paz, 2015

De acuerdo a datos de la Defensoría del Pueblo que ha participado activamente en la solución de los conflictos sociales, facilitando espacios de diálogo entre los sectores en conflicto y las instituciones del Estado, en la gestión 2014 su sistema ha registrado 568 conflictos, de los cuales la Defensoría del Pueblo ha gestionado 290, es decir, un 48% en los que se ha evitado la vulneración de derechos humanos. (Defensoría del Pueblo, 2014)

En el departamento de La Paz, se han producido la mayoría de los conflictos sociales, llegando al 26% debido a que en este se encuentra la capital política y sede de gobierno del país con sus diversas representaciones.

Todo este cumulo de actividades provocan embotellamientos, bloqueos, trancaderas y otro tipo de obstrucciones que prácticamente paralizan el macro distrito Central.

La población en general no tiene una información cierta y veraz de estos acontecimientos en tiempo real y deben soportar los bloqueos, cambios de ruta y otras incomodidades diariamente, que en la mayoría de los casos retrasan su movilización a sus fuentes de trabajo y actividades diarias, provocando incluso pérdidas económicas, stress generalizado, conflictos sociales y todo tipo de descontento y disgusto generalizado en la población de a pie.

La falta de un sistema de información inmediata ocasiona malestar y demora en las actividades particulares de la población que se ve perjudicada y desprotegida ante estas manifestaciones.

### **1.3.1. PROBLEMA CENTRAL**

¿Cómo se puede determinar el estado del tráfico vial en el Macrodistrito Central de la ciudad de La Paz?

### **1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS**

- Existe un vacío informativo del estado actual del tráfico vehicular accesible al público en general que no permite tomar acciones preventivas.
- Incertidumbre en la información real de los eventos inmediatos en el tráfico vehicular urbano, ocasiona mayor congestionamiento vial.
- Congestionamiento vial, causa malestar en los transeúntes.
- Largos periodos de espera en el tráfico vial, conducen a retrasos en las actividades diarias de la población.



- El cierre de calles y avenidas, genera pérdidas económicas.

## **1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un sistema móvil que determine el estado del tráfico vial en el Macrodistrito Centro de la ciudad de La Paz en base a Mapeo Colaborativo.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Informar el estado del tráfico vial en el menor tiempo posible para mostrar el congestionamiento de las calles y avenidas del Macrodistrito Central.
- Generar información inmediata y confiable para que el público en general tome decisiones rápidas que le permitan disponer mejor de su tiempo.
- Dar a conocer datos reales para que los usuarios tomen sus previsiones y eviten las vías congestionadas.
- Obtención de estadísticas, que muestren los lugares con más conflictos en el normal desarrollo del tráfico vehicular, en horarios específicos.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN**

### **1.5.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

Los usuarios del Sistema de información de tráfico vial tendrán conocimiento anticipado de la ubicación del congestionamiento vehicular (pasajeros, choferes) que les permitan tomar precauciones para acceder a vías alternas hacia su destino en menor tiempo y con menores costos (derivado del consumo de carburantes y el precio de los pasajes). Los embotellamientos derivan en consumo excesivo de carburantes y tiempo para acceder a sus puntos de parada.

Los comerciantes tendrán información de primera mano que les prevenga de las marchas y bloqueos, con la cual podrán tomar las debidas precauciones para asegurar sus centros de comercio.

El sistema no tendrá ningún costo para los usuarios y brindara información útil e inmediata.

### **1.5.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

El Sistema de información de tráfico vial permitirá que la población esté debidamente informada donde existe congestionamiento vial para que tome las medidas necesarias para evitar estos lugares conflictivos que muchas veces derivan en molestias generalizadas.

El municipio y la policía de tránsito tendrán información de primera mano acerca de los congestionamientos vehiculares para que presten la atención inmediata en la solución de estos problemas. Adicionalmente las instituciones estatales podrán acceder a esta información para que realicen medidas de seguridad para los ciudadanos.

### **1.5.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA**

Implementar entre la población un Sistema de información de tráfico vial en uno de los sistemas de mayor uso (Android) y de fácil acceso entre los usuarios que precisan información inmediata y necesaria para contrarrestar las dificultades por los congestionamientos.

Los sistemas de información para elaboración de mapas colaborativos es una innovación a nivel mundial, que se aplica en grandes ciudades de Europa y América, sin embargo la mayoría se utiliza para evitar congestionamientos por tráfico en carreteras o calles y avenidas, provocadas por afluencia excesiva de vehículos y no así por conflictos sociales, movimientos culturales u otras manifestaciones humanas.

## **1.6. ALCANCES Y LÍMITES**

### **1.6.1. ALCANCES**

El sistema tendrá los siguientes alcances:

- Tendrá un mapa base del Macrodistrito Central donde se señalen los puntos neurálgicos en los que ocurren el congestionamiento vehicular, divididos en tres grandes tipos que contendrán a los mayores representantes de estos eventos, como son: bloqueos, trancaderas y accidentes
- El mapa base se elaborara con la colaboración de personas, instituciones y entidades estatales, a las que se solicitara su apoyo para la obtención de información.
- El sistema recepcionará y centralizará la información proporcionada por los usuarios.
- El mapa elaborado con la información de rutas de congestionamiento se remitirá automáticamente a los usuarios al instante que la información sea actualizada.
- Mostrará las rutas congestionadas y expeditas.
- Mostrará la ubicación exacta de los lugares con congestión vehicular.
- Proporcionará estadísticas por fechas y horas de los diferentes tres tipos que contemplamos de congestionamiento vehicular.

### **1.6.2. LÍMITES**

Dentro de los límites propuestos en la elaboración del sistema se encuentran principalmente:

- La información y el mapa de congestión vehicular no abarcaran toda la ciudad de La Paz, sino solo el Macrodistrito Central donde se producen la mayoría de estas incidencias vehiculares.
- El llenado de la información de los puntos de congestionamiento vehicular estará restringida a personas y/o entidades previamente seleccionadas.
- El sistema no resuelve los diferentes problemas de congestionamiento, ya que su objetivo principal es de brindar información que ayude a la población en general.

- El sistema no proporciona información detallada de los actores causantes del congestionamiento vehicular.
- El sistema solo brinda información a los usuarios que utilicen la plataforma Android y que se encuentren conectados a internet.
- El sistema no recepciona o admite comentarios por parte de los usuarios.
- El sistema solo mostrara las ubicaciones contenidas entra las 8:00 y las 19:00, horario que ha sido designado previamente.

## **1.7. APORTES**

### **1.7.1. PRÁCTICO**

El mayor aporte que brinda este proyecto es el de desarrollar e implementar un software que brinde a la población la información importante sobre las incidencias en el trafico vial en el Macrodistrito Central de la ciudad de La Paz, que suceden día a día y que complican el desarrollo normal de las actividades.

### **1.7.2. TEÓRICO**

El presente proyecto tendrá como logro impulsar la información hacia la población en un tiempo mínimo sobre los diferentes acontecimientos que suceden en base al tráfico vial.

El software que será empleado y desarrollado estará basado en la metodología Mobile – D ya que esta metodología nos brinda grandes herramientas y desarrollo en un tiempo optimo con un producto eficiente.

## **1.8. METODOLOGÍA**

### **1.8.1 METODOLOGÍA MOBILE-D**

Las metodologías ágiles son las más convenientes para el desarrollo de aplicaciones móviles, debido a la velocidad con la que cambia el entorno, las tecnologías y las tendencias del

mercado, es por esto que es una metodología que se adapta a su entorno, valor que ayuda en la implementación de los diferentes sistemas.

Para desarrollar el proyecto, debido al tiempo limitado de planificación, los entregables definidos y el número reducido de colaboradores; se ha decidido optar por una metodología de desarrollo ágil, incremental y basada en prototipos que permitan ir probando funcionalidades con un grupo de usuarios finales (grupo de pruebas) en iteraciones cortas, en este caso utilizaremos la de Mobile-D, que aprovecha las buenas prácticas y recomendaciones ampliamente reconocidas de otras metodologías de desarrollo ágil y las adapta a las características de las aplicaciones móviles.

Sin embargo, el desarrollo de aplicaciones móviles difiere del desarrollo de software convencional en diversos aspectos, provocando que las metodologías de desarrollo deban adaptarse a estas peculiaridades.

### **1.8.2. MÉTODO MAPEO COLABORATIVO**

La aplicación de este método en el desarrollo del proyecto será de gran importancia, ya que en base a este mismo la actualización de la información en el tráfico vial se puede realizar en un tiempo mínimo, que con otras metodologías o técnicas resultarían inconvenientes, es este mismo método en su concepto más básico que las mismas personas que se encuentran en el lugar de las incidencias del tráfico vehicular, son las mismas que actualizan la información.

### **1.8.3. HERRAMIENTAS**

Para el desarrollo del proyecto se utilizaran las siguientes herramientas:

- MySQL 5.7, base de datos en la que almacenaremos, actualizaremos, eliminaremos y cualquier otro tipo de consultas que se requieran para el manejo de la aplicación.
- Angularjs, que es el framework de Google que utilizare para el desarrollo del entorno de la aplicación.

- Ionic 1.7.0 donde utilizare el concepto de aplicaciones híbridas, llevando de una aplicación Web a un aplicación móvil basada en el sistema operativo Android.
- Php 5.0 que es la conexión entre la aplicación y la base de datos, que realiza las consultas a la misma.

# CAPITULO II

## MARCO TEÓRICO

#### **2.1. INGENIERÍA DE SOFTWARE MÓVIL**

La ingeniería de software móvil es una disciplina que incluye metodologías y técnicas para generar aplicaciones móviles de forma correcta, optimizada y que cumpla con los requerimientos de desarrollo pedidos por el cliente. Esta ingeniería cuenta con diversas etapas o pasos para concretar el proyecto, están incluidas el análisis de requerimientos, la especificación, la arquitectura, la programación, las pruebas, la documentación y el mantenimiento. (Agudelo, 2011)

La ingeniería de software móvil es igual a la de la ingeniería de microcomputadoras pero en un tamaño reducido, donde se tiene una nueva cultura una nueva forma de realizar el proyecto donde se establece de primera vez las limitaciones y las características del dispositivo o de los dispositivos a apuntar como plataforma a llegar y así generar los requerimientos necesarios para realizar el proyecto y obtener soluciones viables. (GAVF, 2010)

##### **2.1.1. METODOLOGÍAS DE DESARROLLO MÓVIL**

El desarrollo de aplicaciones móviles sufre prácticamente los mismos problemas que la gran mayoría de desarrollo de software, aunque hay que tener en cuenta sus características como la corta duración de su desarrollo, la mayoría de proyectos de desarrollo móvil se lleva a cabo por equipos pequeños de desarrollo que requieren métodos en común para organizar sus tareas ya sea de un modelo ágil o un modelo más estático y predictivo, las dos metodologías más usadas son las siguientes: (Rodríguez, 2011)

##### **2.1.1.2. METODOLOGÍA ÁGIL MOBILE D**

Se compone de distintas fases: exploración, inicialización, fase de producto, fase de estabilización y la fase de pruebas donde cada etapa posee un día de planeamiento y un día de entregas de las tareas asignadas. Una vez acabada todas las fases deberíamos tener una aplicación publicable y entregable al cliente. (Rodríguez, 2011)



## **2.2. MOBILE-D: METODOLOGÍA DE DESARROLLO ÁGIL PARA APLICACIONES MÓVILES**

Una metodología de desarrollo, es el conjunto de experiencias, recomendaciones y sugerencias definidos por expertos en el tema, en base a las experiencias obtenidas durante la implementación de proyectos exitosos; sin embargo, al ser sólo una guía, el desarrollador está en la libertad de modificarlas y adaptarlas a su realidad, tomando sólo lo más útil de ellas.

Para desarrollar el proyecto, debido al tiempo limitado de planificación, los entregables definidos y el número reducido de colaboradores; se ha decidido optar por una metodología de desarrollo ágil, incremental y basada en prototipos que permitan ir probando funcionalidades con un grupo de usuarios finales (grupo de pruebas) en iteraciones cortas.

Mobile-D, es una metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles, impulsada desde el 2004 por el Centro de Investigación Técnico de Finlandia (VTT). Cuyo objetivo es alcanzar iteraciones de desarrollo muy rápidos con equipos pequeños de programadores.

- Mobile-D, aprovecha las buenas prácticas y recomendaciones ampliamente reconocidas de otras metodologías de desarrollo ágil y las adapta a las características de las aplicaciones móviles. Tres ejemplos de características consideradas de otras metodologías son:
- Programación extrema (XP): principios y prácticas de desarrollo, y de gran uso en la mayoría de las prácticas empresariales.
- Metodología cristal: entradas valiosas en términos de la escalabilidad de los métodos.
- RUP: la base para el diseño completo del ciclo de vida del proyecto.

La metodología divide el ciclo de vida del proyecto en cinco etapas: exploración, inicialización, producción, estabilización y pruebas del sistema; donde (exceptuando la primera fase) cada etapa está dividida en 3 fases: planificación, trabajo y liberación.

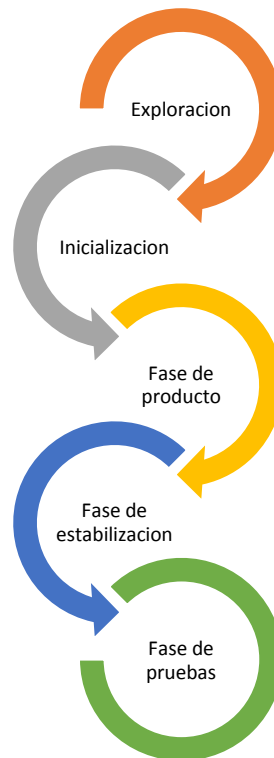


Figura 2.1: Fases de la metodología para el desarrollo móvil Mobile-D

Fuente: Guerrero, 2015

### 2.2.1. FASES DE LA METODOLOGÍA MOBILE-D

Es importante hacer una descripción general de las diferentes fases de las que compone esta metodología, ya que cada una de ellas es el punto de partida para la siguiente, además que tener claros los factores que están involucrados desde el principio nos darán un mayor panorama para el desarrollo de las demás fases, ciclos en donde la participación de todos los actores involucrados nos brindara en cada uno de sus ciclos resultados que a su vez nos servirán para que así el próximo ciclo pueda ser encarado de mejor forma, a continuación mostramos los ciclos de desarrollo de esta metodología, para un mejor entendimiento de los pasos a seguir:

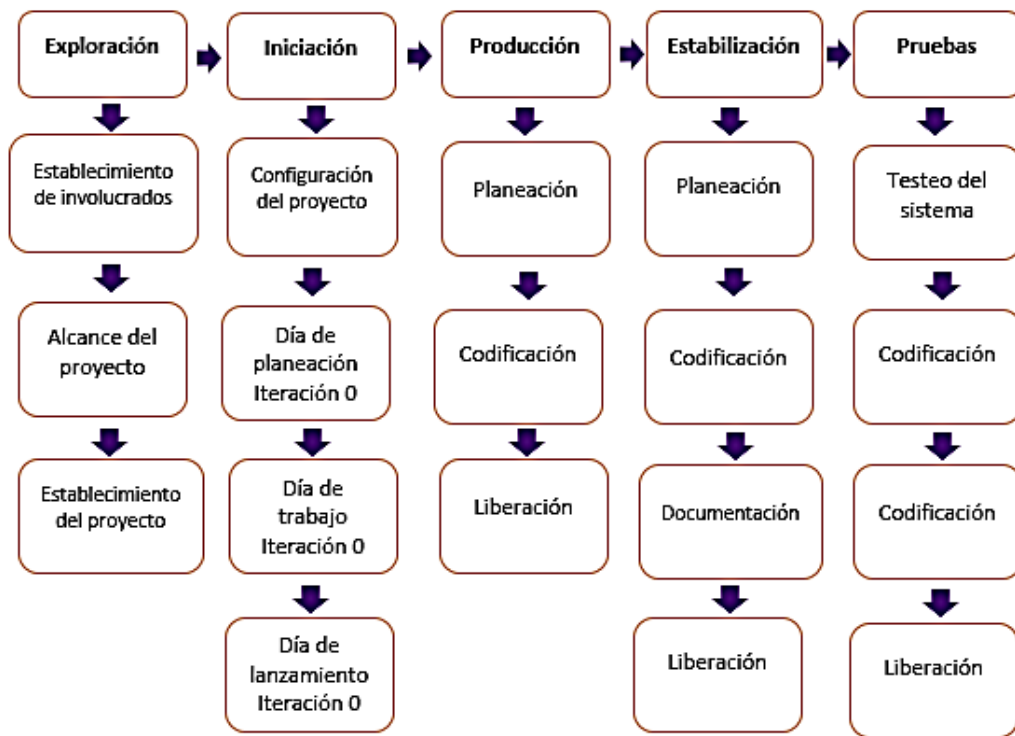


Figura 2.2: Ciclos de desarrollo de la metodología Mobile-D

Fuente: Mahmood, 2013

Es importante mencionar que cada fase y ciclo de la metodología Mobile-D vendrá apoyada por la metodología TROPOS, que nos ayudara en el modelado y la identificación de los actores que intervienen en el sistema y a las metas que esta persigue, metodología que se verá más en detalle en la sección 2.5.

### 2.2.1.1. ETAPA DE EXPLORACIÓN

Durante esta etapa, se delimita el mercado objetivo, se realiza un estudio de factibilidad y un plan de negocios; el objetivo es reconocer desde el inicio cuáles serán las oportunidades y fortalezas versus las debilidades y amenazas que afrontará el sistema.

Busca establecer un plan de proyecto y conceptos básicos, en conjunto con los clientes e interesados del proyecto, por lo que puede separarse del ciclo principal, sin que sea relegado.

Además, deben identificarse claramente cuál será el nombre comercial del proyecto, objetivo general, tipo de aplicación y la plataforma para la cual se desarrollará el proyecto.

#### **2.2.1.2. ETAPA DE INICIALIZACIÓN**

Consiste en definir cuáles son los recursos necesarios, se planifican las siguientes etapas y se define el entorno técnico. Además, se empareja la experiencia previa y los patrones de arquitectónicos usados en la empresa, identificando similitudes y proponiendo soluciones viables a los requerimientos del nuevo proyecto, adjuntando las observaciones necesarias.

Durante esta etapa se identifican los requerimientos más importantes en el proyecto, se organizan en base a prioridades y dependencias, buscando la mayor reutilización de componentes que sea posible.

##### **a) Configuración del proyecto**

Se realiza el desarrollo y aprovisionamiento de planes y de la documentación definida para las siguientes etapas. Además, se establece el enfoque y el entorno técnico y tecnológico, la capacitación del equipo de desarrollo y lo necesario para poder empezar a trabajar.

Los autores de esta metodología aseguran que su principal aporte al desarrollo ágil se encuentra en esta etapa, delimitando y fortaleciendo el sondeo y la investigación con respecto a la línea arquitectónica.

##### **b) Día de planeación (iteración 0)**

Se examina el conocimiento y los patrones arquitectónicos usados por los clientes (si estos existen) o usados por los desarrolladores en ocasiones anteriores y a estos, los relacionan con el proyecto actual en curso, día muy importante ya que será el plan a seguir para las siguientes fases.

#### **c) Día de trabajo (iteración 0)**

Es donde se comienza a armar la arquitectura inicial del proyecto e identificar las herramientas que el equipo de desarrollo posee.

Se añaden comentarios, observaciones, se identifican diferencias y semejanzas entre casos de estudio y se toman decisiones sobre soluciones posibles para la implementación del proyecto.

#### **d) Día de lanzamiento (iteración 0)**

Es el punto donde ya se tiene la arquitectura del proyecto y las definiciones para la implementación del proyecto en palabras simples, es decir es el punto de inicio.

### **2.2.1.3. ETAPA DE PRODUCCIÓN**

Durante la etapa de producción, se repite iterativamente el ciclo de planificar, desarrollar y liberar hasta completar todas las funcionalidades del proyecto. La planificación describe las tareas a realizar en base a los requerimientos y se definen las pruebas que se deben realizar; luego se desarrollan los productos en base a la planificación, usando las librerías y repositorios necesarios y en la última parte se integran los productos al proyecto completo, realizando las pruebas definidas y actualizando los repositorios de librerías.

#### **a) Planificación**

Se completa la iteración de establecimiento de requisitos y las tareas concretas por cumplir en este día, además de la implementación de requisitos para la prueba de la iteración anterior.

#### **b) Codificación**

Dichos requerimientos por cumplir son satisfechos en el correspondiente día de codificación, subiendo a repositorios diseñados para la integración y la unificación del mismo.

### **c) Liberación**

La integración y composición del sistema ocurre en este día, destinado para el armado de código (si hubiera dos o más equipos de desarrollo de forma independiente) y las pruebas adecuadas y ajustadas para su verificación.

#### **2.2.1.4. ETAPA DE ESTABILIZACIÓN**

En la etapa de integración, se asegura que el proyecto (como un todo) funcione correctamente, realizando las correcciones necesarias y generando la documentación.

Además se busca que las diferentes tecnologías que se utilicen en el desarrollo del proyecto, sean lo mejor adaptables posibles.

### **a) Planificación**

Se identifican los últimos detalles para la presentación del primer prototipo.

### **b) Codificación**

Se realiza la unificación del proyecto y se implementa los últimos detalles.

### **c) Documentación**

Es la parte donde se realiza la documentación del proyecto indicando las funcionalidades que posee el proyecto.

### **d) Liberación**

Se realiza la presentación del primer prototipo al cliente para que después se pueda realizar las pruebas.

### **2.2.1.5. ETAPA DE PRUEBAS**

La etapa de pruebas busca entregar una versión completamente estable y funcional del sistema, se compara y prueba el programa contra los requisitos del usuario y se corrigen todos los defectos encontrados. (Blanco, 2011).

#### **a) Testeo del sistema**

Es la etapa donde se realiza las pruebas tanto funcionales como de los requerimientos mencionados inicialmente.

#### **b) Codificación**

Luego de obtener los resultados de las pruebas, se realizan las modificaciones que el cliente hizo y/o el equipo de desarrollo hizo notar.

#### **c) Liberación**

Es la última etapa, y es en esta etapa en donde se realiza la presentación final del proyecto.

## **2.3. METODOLOGÍA TROPOS**

Hoy en día es ampliamente reconocida la importancia que tienen las técnicas de ingeniería de requisitos tempranos (también conocidas como técnicas de modelado organizacional) durante el desarrollo de sistemas de información que puedan cumplir en forma correcta las necesidades de los actores organizacionales que utilizarán el sistema.

En este contexto, la metodología de modelado Tropos ofrece un conjunto bien definido de conceptos para describir un ambiente organizacional formado de actores sociales, los cuales tienen libertad de acción, pero que además dependen de otros actores para lograr sus metas.

Tropos ha sido utilizado en una gran variedad de dominios de aplicación, tales como modelado de negocios, desarrollo de software orientado a objetos, licitación de requisitos de

software, desarrollo de software orientado a agentes, análisis de requisitos no funcionales, requisitos de seguridad y privacidad, entre otros.

### **2.3.1. EL FRAMEWORK TROPOS**

Tropos adopta los conceptos del Framework i\*, el cual es una metodología de desarrollo de software para sistemas de software basados en agentes. Una de las ventajas principales de esta metodología es que nos permite capturar no sólo el “qué” o el “cómo”, sino además el “por qué” en el desarrollo de software. Tropos también proporciona un análisis más refinado de las dependencias del sistema y un mecanismo bien definido para representar los requisitos funcionales y no funcionales del sistema de información a construir. Tropos se compone de cinco fases de desarrollo, las cuales se detallan a continuación:

#### **2.3.1.1. ANÁLISIS DE REQUISITOS TEMPRANOS**

Este análisis consiste en identificar y analizar los stakeholders (Este término se utiliza para referirse a quienes pueden afectar o son afectados por las actividades de una empresa) y sus intenciones. Los stakeholders son actores sociales quienes dependen de otros para alcanzar sus metas, ejecutar sus planes y suministrar recursos.

#### **2.3.1.2. ANÁLISIS DE REQUISITOS TARDÍOS**

Este análisis está enfocado en el desarrollo del sistema de software. En esta fase, el modelo organizacional es extendido con un nuevo actor (que representa el sistema de software) con nuevas dependencias entre los actores organizacionales y el sistema de software. Estas dependencias permitirán, en pasos posteriores, determinar los requisitos funcionales y no funcionales del sistema a construir.

#### **2.3.1.3. DISEÑO ARQUITECTURAL**

Esta fase permite definir la arquitectura global del sistema definiendo subsistemas (actores) interconectados a través de datos y flujos de control (dependencias).



#### **2.3.1.4. DISEÑO DETALLADO**

Esta fase está relacionada con la especificación de los agentes en un micro nivel. Se detallan las metas de los agentes, sus creencias y capacidades. Además, en esta etapa de diseño se debe especificar la comunicación que existe entre los agentes.

#### **2.3.1.5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN**

La actividad de implementación sigue paso a paso, de una manera natural, la especificación del diseño detallado, la cual será la base para establecer el mapeo entre la plataforma de implementación y el diseño detallado

La primera fase de la metodología Tropos (análisis de requisitos tempranos) ha sido bien aceptada en la comunidad de Ingeniería de Software, pero aún no ha sido puesta a prueba en ambientes reales de desarrollo. Por otro lado las últimas cuatro fases han sido estudiadas a profundidad en la literatura de la Ingeniería de Software y están bien soportadas por varias metodologías y herramientas.

Aunque el planteamiento original de Tropos ha sido para el desarrollo de sistemas orientados a agentes, en este artículo se utiliza como una técnica de modelado, de carácter general, de requisitos tempranos y tardíos. Esta es la razón por la que en este trabajo no se detallarán los modelos propuestos en Tropos para definir los comportamientos y capacidades de agentes, y sólo se detallarán aquellos modelos que permiten representar el ambiente organizacional. Para un mayor detalle de todos los modelos utilizados por Tropos para la construcción de sistemas orientados a agentes puede consultarse.

El Framework Tropos está formado por dos diagramas complementarios que representan el ambiente organizacional:

#### **2.3.1.6. DIAGRAMA DE ACTORES**

Es una representación gráfica donde se muestran los actores, sus metas y las dependencias entre los actores. Este modelo enfatiza los aspectos estáticos de la empresa.

### **2.3.1.7. DIAGRAMA DE METAS**

Es una representación gráfica donde se analizan en profundidad las metas planes y dependencias de cada actor.

En la siguiente sección se detallan los conceptos básicos y diagramas utilizados en Tropos.

### **2.3.2. NOTACIÓN BÁSICA DEL FRAMEWORK TROPOS**

En esta sección se detalla cada una de las primitivas básicas de Tropos, además de la notación gráfica utilizada para cada una de estas primitivas de modelado.

#### **2.3.2.1. ACTOR**

##### **a) Actor**

Es una entidad que tiene metas estratégicas e intenciones dentro del sistema o dentro del conjunto organizacional. Un actor puede representar una persona o un sistema de software, así como un rol o una posición. En Tropos las metas deben estar asociadas a actores que puedan satisfacerlas. La representación gráfica de un actor es un círculo y sus límites están representados por otro círculo de líneas punteadas. Si la vista del modelo no requiere presentar los elementos (metas, tareas o recursos) internos del actor es posible representar al actor como un círculo de línea continua.

##### **b) Agente**

Es un actor con manifestaciones concretas y físicas, tales como una persona individual. Un agente tiene dependencias que aplican independientemente de qué rol espera desempeñar. El concepto de agente se utiliza para referirse tanto a agentes humanos como a agentes artificiales (Hardware/Software).

### c) Rol

Es una caracterización abstracta del comportamiento de un actor social dentro de un contexto especializado o dominio. Las dependencias están asociadas con un rol cuando estas dependencias se aplican independientemente de quién juega el rol.

### d) Posición

Es una abstracción intermedia entre un rol y un agente. Esto es un conjunto de roles típicamente asignados junto a un agente. Nosotros decimos que un agente ocupa una posición.

### e) Asociación

Se utiliza el término de asociación nos referimos a una colección de roles posiciones y agentes, los cuales están interconectados mediante relaciones: “Juega”, “Ocupa” y “Cubre”.

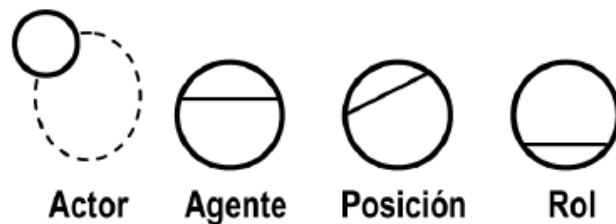


Figura 2.3: Notación gráfica del framework Tropos

Fuente: Martínez, 2012

## 2.3.2.2. ELEMENTOS BÁSICOS

### a) Meta dura y meta suave

Las metas representan los intereses estratégicos de un actor. Las metas duras se distinguen de las metas suaves porque las segundas no tienen un claro criterio de definición para decidir si ellas son satisfechas o no. Las metas suaves son dibujadas como una nube, mientras que las metas duras se muestran como un rectángulo con las puntas redondeadas.

### **b) Plan**

Este elemento representa una manera de hacer algo, en un nivel abstracto. La ejecución del plan puede ser una manera de lograr una meta dura o satisfacer una meta suave. Los planes son dibujados como hexágonos.

### **c) Recurso**

Este elemento representa una entidad física o informacional. Los recursos se representan como rectángulos.



Figura 2.4: Notación grafica para los elemento básicos de Tropos

Fuente: Martínez, 2012

## **2.3.2.3. LIGAS**

### **a) Contribución**

Esta es una relación entre metas o planes para representar cómo las metas o los planes contribuyen (positivamente o negativamente), en el cumplimiento de una meta. La Figura 2.7 muestra la notación gráfica de esta primitiva de modelado, en donde se muestra los tipos de contribuciones que pueden existir entre las metas. Por ejemplo, una meta dura puede contribuir positiva o negativamente a una meta suave, de la misma forma que una meta suave puede contribuir positiva o negativamente a otra meta suave.

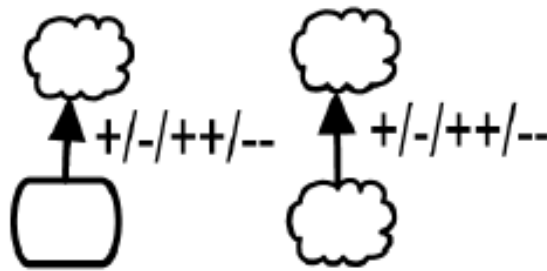


Figura 2.5: Notación grafica para la liga de contribución

Fuente: Martínez, 2012

### b) Descomposición

Esta liga representa la descomposición de metas y tareas en submetas y subplanes. Esta primitiva puede ser definida como AND/OR.

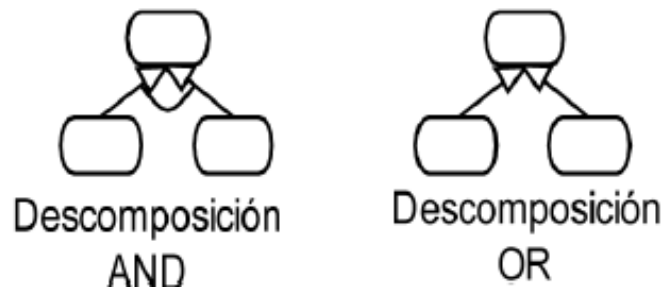


Figura 2.6: Notación grafica para la liga de descomposición

Fuente: Martínez, 2012

### c) Medios-Fin

Esta liga se utiliza para definir el conjunto de medios que son necesarios para alcanzar un fin, que usualmente es una meta a satisfacer. De esta forma, se deberá definir el conjunto de planes que permitirán satisfacer la meta.



Figura 2.7: Notación grafica para la liga Medios-Fin

Fuente: Martínez, 2012

#### 2.3.2.4 DEPENDENCIAS

Una dependencia es una relación intencional y estratégica entre dos actores. Este tipo de relación indica que un actor depende de otro actor con el objeto de alcanzar una meta, ejecutar un plan u obtener un recurso. El primer actor es llamado “Depender”, mientras que el actor del cual se depende se denomina “Dependee”. El objeto alrededor del cual se centra la dependencia se denomina “Dependum”. En general, un actor dependerá de otro por un dependum, ya que sólo así podrá lograr sus metas que de otra forma sería incapaz de lograr en forma aislada. En una relación de dependencia el actor Depender será vulnerable si la dependencia no se cumple. Si el actor de quien se depende (Dependee) no entrega el Dependum, el Depender se afectaría adversamente en su habilidad de lograr las metas buscadas.

Existen 4 tipos de las dependencias:

##### a) Dependencia de meta dura

Este tipo de dependencia es una relación en la cual un actor depende de otro para satisfacer una meta, sin prescribir la manera en la cual debe ser llevada a cabo.

##### b) Dependencia de Recurso

Este tipo de dependencia es una relación en la cual un actor depende de otro actor para entregar un recurso que puede ser material o informacional.

### c) Dependencia de Plan

Es una relación en la cual existe una dependencia para llevar a cabo una tarea. En este tipo de dependencia se prescribe la manera en la cual debe ser ejecutado el plan.

### d) Dependencia de Meta suave

Este tipo de dependencia es muy similar a la dependencia de la meta dura, con la diferencia en que no es posible definir en una forma precisa la forma en la cual se satisface la meta suave.

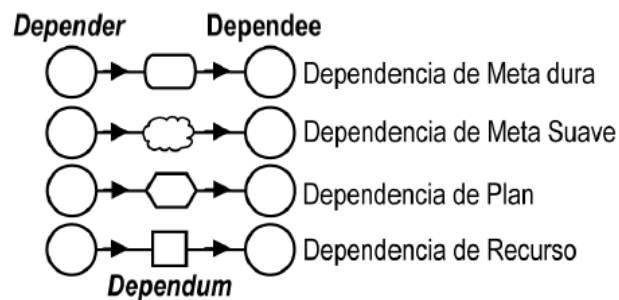


Figura 2.8: Notación grafica para las relaciones de dependencia

Fuente: Martínez, 2012

## 2.3.2.5. DIAGRAMAS DE TROPOS

### a) Diagrama de actores

El Diagrama de Actores permite visualizar las metas de cada uno de los actores así como las dependencias que existen entre los actores organizacionales.

El objetivo principal de este diagrama es tener una vista estática del ambiente y del sistema que se pretende desarrollar. Este diagrama está formado de actores organizacionales quienes están asociados a otros actores a través de relaciones de dependencia. Además el diagrama de actores puede extender los conceptos básicos del actor mediante el refinamiento de las nociones de Rol, Posición y Agente.

El Diagrama de Actores es un grafo, donde cada nodo representa un actor y cada arco representa una dependencia entre la conexión de dos nodos. Los arcos están etiquetados por un dependum específico.

#### **b) Diagrama de metas**

El diagrama de metas proporciona una vista microscópica del dominio de la aplicación. Su propósito es determinar algunas estrategias para cumplir las metas del actor, utilizando para esto los tipos de relaciones que fueron detallados anteriormente: análisis de medios-fin, análisis de contribución, y descomposición.

### **2.3.3. PASOS A SEGUIR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE TROPOS**

En esta sección se presentan una serie de pasos para la generación de los diagramas de actores y de metas. Es necesario hacer notar que la metodología Tropos está orientada al uso de las metas organizacionales, tal y como ha sido evidenciado por diversos autores, por lo que los pasos de las guías propuestas están basados en este concepto clave para Tropos.

A continuación se listan cada uno de los pasos propuestos para la construcción del diagrama de actores.

**Paso 1. Identificar los stakeholders.** Este paso consiste en identificar todos los stakeholders de la organización y representarlos como actores organizacionales en el diagrama de actores.

**Paso 2. Extender el diagrama de actores con la identificación de roles, posiciones y agentes.** Este paso consiste en extender el diagrama de actores con la identificación de los roles posiciones y agentes de los actores organizacionales.

**Paso 3. Insertar las metas de cada actor en el diagrama.** Este paso consiste en colocar las metas duras y suaves de cada actor organizacional.



**Paso 4. Insertar las dependencias entre los actores organizacionales.** Este paso consiste en identificar y representar todas las dependencias que existan entre los actores del diagrama.

A continuación se listan cada uno de los pasos propuestos para la construcción del **diagrama de metas**.

**Paso 1. Colocar los actores organizacionales en el diagrama de metas.** Cada actor identificado en el modelo de actores debe ser colocado en el diagrama de metas.

**Paso 2. Insertar las metas principales de cada actor organizacional.** Cada actor identificado en el diagrama de actores puede tener de 1 a n metas duras que satisfacer. Nosotros hemos denominado a esas metas como metas principales, debido a que reflejan los estados deseados que un actor organizacional desea alcanzar. De tal manera que en este paso se deben colocar (en el diagrama de metas) las metas principales que fueron identificadas en el diagrama de actores.

Subpaso 2.1. Delegación de metas. Este subpaso consiste en colocar las metas identificadas en una dependencia de meta dentro de los límites del actor que actúa como dependiente de la dependencia.

**Paso 3. Refinamiento de las metas duras de cada actor.** Este paso consiste en refinar cada meta principal utilizando las ligas de descomposición AND/OR, Medios-fin, o las ligas de contribución con el objetivo de determinar las metas duras de bajo nivel que satisfacen los objetivos de la empresa.

El refinamiento de metas duras debe terminar cuando estas requieren de algún plan para satisfacer las metas.

Estos planes deberán estar ligados a las sub-metas o metas mediante ligas medios-fin.

**Paso 4. Refinamiento de las metas suaves de cada actor.** Este paso consiste en refinar las metas suaves de cada actor del modelo de metas utilizando las ligas de descomposición

AND/OR, Medios-fin, o las ligas de contribución con el objetivo de determinar las metas suaves de bajo nivel que satisfacen los objetivos de la empresa.

En el refinamiento de metas suaves no es posible determinar con precisión la satisfacción de las metas, ya que su refinamiento no finaliza con la operacionalización de planes, sino con la determinación de planes que ayudan a satisfacer, en cierto grado, la meta-suave que está siendo refinada.

**Paso 5. Refinamiento de los planes que operacionalizan cada meta dura.** Este paso consiste en refinar los planes que operacionalizan cada meta dura del modelo de metas. Esto se realiza utilizando las ligas de descomposición AND/OR, Medios-fin, o las ligas de contribución con el objetivo de determinar los planes de bajo nivel que satisfacen las metas de la empresa.

Los siguientes subpasos detallan las ligas para realizar el refinamiento:

- Subpaso 5.1. Refinamiento utilizando la liga de descomposición AND. Las ligas de descomposición AND deben ser utilizadas cuando se necesite representar un conjunto de sub-metas (G1.1, G1.2,...) que satisfacen a una meta G1, o un conjunto de sub-planes (P1.1, P1.2,...) que satisfacen a un plan P1.
- Subpaso 5.2. Refinamiento utilizando la liga de descomposición OR. Las ligas de descomposición OR deben ser utilizadas cuando se necesite representar diferentes alternativas de solución (sub-metas (G1.1, G1.2,...)) para satisfacer a una meta G1, o un conjunto de sub-planes (P1.1, P1.2,...) que satisfacen a un plan P1.
- Subpaso 5.3. Refinamiento utilizando la liga de medios-fin. Las ligas de medios-fin deben ser utilizadas cuando se necesite representar los diferentes medios que existen para satisfacer a otro elemento (generalmente será una meta). Esta liga nos permitirá relacionar una meta a un conjunto de planes (P1.1, P1.2,...) que representan las alternativas que satisfacen la meta; sin embargo los medios también pueden ser sub-metas (G1.1, G1.2,...).

- Subpaso 5.4. Refinamiento utilizando la liga de contribución. Las ligas de contribución deben ser utilizadas cuando se necesite especificar contribuciones positivas o negativas de una meta o un plan a una meta suave.

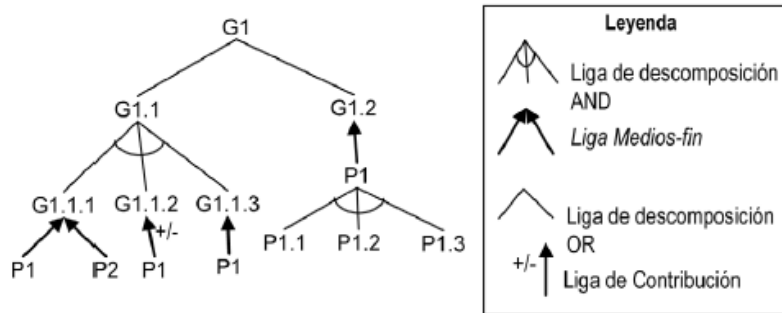


Figura 2.9: Ligas de refinamiento

Fuente: Martínez, 2012

**Paso 6. Colocar las dependencias en el modelo de metas.** Este paso consiste en colocar las dependencias detectadas en el modelo de actores para asegurarse que estas sean las mismas que en el modelo de actores. De esta forma se asegura que exista trazabilidad entre ambos modelos. Las dependencias estarán ligadas a metas o planes internos de cada actor organizacional.

## 2.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un Sistema de información geográfica SIG, se puede definir como aquel método o técnica de tratamiento de la información geográfica que nos permite combinar eficazmente información básica para obtener información derivada. Para ello, contaremos tanto con las fuentes de información como con un conjunto de herramientas informáticas (*hardware* y *software*) que nos facilitarán esta tarea; todo ello enmarcado dentro de un proyecto que habrá sido definido por un conjunto de personas, y controlado, así mismo, por los técnicos responsables de su implantación y desarrollo. En definitiva, un SIG es una herramienta capaz de combinar información gráfica (mapas...) y alfanumérica (estadísticas...) para obtener una información derivada sobre el espacio.

Para concluir diremos que no existe un acuerdo unánime sobre la definición de Sistema de Información Geográfica. Si bien la mayoría de los autores están de acuerdo en algunos términos, existen dos tendencias o visiones generales de este campo: una utilitarista en la que se tiende a pensar en los SIG como herramienta y otra finalista en la que se consideran un fin en sí mismo.

#### **2.4.1. FUNCIONALIDAD DE LOS SIG**

Existen al menos cinco argumentos básicos para la utilización de un SIG, estos motivos son:

- Un SIG nos permite realizar análisis vicariantes, es decir, nos permite realizar comparaciones entre escalas y perspectivas emulando una cierta capacidad de representación de diferentes lugares al mismo tiempo.
- Un SIG nos permite diferenciar entre cambios cualitativos y cuantitativos; aportándonos una gran capacidad de cálculo.
- Un SIG nos permite gestionar un gran volumen de información a diferentes escalas y proyecciones.
- Un SIG integra espacialmente datos tabulares y geográficos junto a cálculos sobre variables (topología).
- Un SIG admite multiplicidad de aplicaciones y desarrollos; poniendo a nuestra disposición herramientas informáticas estandarizadas que pueden ir desde simples cajas de herramientas hasta paquetes llave en mano.

Por estos motivos, se puede afirmar que cada vez los SIG son una herramienta más imprescindible para todas aquellas personas que utilizan información geográfica.

Las dos respuestas fundamentales que un SIG contesta por medio de los mapas (según Cebrián, 1994) son:

- ¿Cuáles son las características de las localizaciones incluidas en un área dada?
- ¿Cuál es la distribución espacial de un cierto tipo de objeto?

### **2.4.2. CAMPOS DE APLICACIÓN**

Los campos de aplicación de los SIG son numerosos tal y como avanzábamos al principio de esta exposición. Deberíamos diferenciar en este apartado, y en primer lugar, qué entendemos como métodos de aplicación y qué entendemos como aplicaciones.

Existe una diferencia conceptual entre aplicación como desarrollo y aplicación como campo. Esta diferencia, que explicaremos acto seguido, puede dar lugar a confusiones a la hora de intercambiar criterios con otras personas de la industria SIG.

Entendemos como metodología de aplicación o aplicaciones aquellos desarrollos informáticos encaminados a la construcción de productos específicos para resolver un proyecto o proyectos concretos. Así por ejemplo una aplicación puede ser un programa que realice un cálculo de relaciones cruzadas y reiterativas entre entidades. También podríamos englobar en este apartado a aquellos métodos de diseño e implantación de un proyecto SIG.

También podemos entender por aplicaciones los diferentes campos de usos de los SIG. Así podríamos hablar de aplicaciones socioeconómicas, forestales, catastrales, y otras.

### **2.4.3. LOS SIG EN INTERNET**

Harder afirma que Internet no cambia la naturaleza básica de los SIG, la pone "on line". Este autor pone de relieve la importancia que tienen los SIG en Internet donde "cada día millones de personas acceden a información geográfica". ¿Pueden los SIG aportar algo más que esa mera utilización o acceso a información de carácter geográfico?, indudablemente sí.

Un SIG en Internet puede utilizarse para localizar servicios, buscar rutas y direcciones, publicar Atlas electrónicos, notificar sucesos de características geográficas (inundaciones, terremotos...), acceder a Bases de Datos de Organismos Públicos tales como censos, realizar aplicaciones de seguridad como análisis geográficos de criminalidad, realizar análisis demográficos, utilizar datos procedentes de la teledetección, visualizar condiciones

medioambientales. Todas estas aplicaciones responden a servicios SIG en Internet que ya existen en la actualidad y que cada día son demandados por más personas. (Harder, 1998)

La tendencia es a implicar estas herramientas en una especie de uso cotidiano de la información geográfica encaminado a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de las tecnologías de la información.

Harder también especifica cuáles son en la actualidad las diferentes formas de funcionar un SIG en Internet:

La forma más simple serían aquellos mapas que sólo muestran localizaciones. En este caso el servidor web simplemente pone a disposición del usuario una imagen GIF o JPEG. Sería una aplicación estática como por ejemplo la localización de un servicio o infraestructura que no va a variar en mucho tiempo, aplicaciones que se han ido implementando los últimos años en diferentes servicios web.

## **2.5. MAPEO COLABORATIVO**

Es un método de generación de contenidos en Internet, que consiste en aportaciones de un grupo numeroso, heterogéneo de individuos. Este método se basa en aplicaciones web que permiten a sus usuarios subir información con facilidad y permiten que muchos otros ver y reaccionar a esta información. Aplicaciones web de este tipo a menudo se consideran parte de la Web 2.0.

Hay varias herramientas disponibles que permiten a los usuarios crear y editar contenido web, como herramientas de marcado, software wiki ( Wikipedia ), y los editores de datos espaciales basados en la web (por ejemplo Google Earth , Google Maps , Google Map Maker , OpenLayers ).

Una gran cantidad de datos geográficos está disponible en Internet, a través de mapas en línea, servicios web y los globos virtuales. Los proveedores de datos van desde los entusiastas individuales hasta geo-profesionales de la información. Datos básicos, tales como redes de

carreteras y las imágenes de satélite se hacen disponibles a escala mundial, y más específica y valiosa de datos temáticos se produce a menudo en proyectos dedicados.

Aplicaciones de software actuales están cambiando la web para actuar cada vez más como plataforma de tiempo real de integración de la información, con muchos sitios web en colaboración controlado. Aplicaciones geoespaciales van desde personales mash-ups, que es la combinación de los datos de dos o más fuentes, para proyectar a base de cartografía web, donde el concepto de localización añade nuevas posibilidades para explorar la información, esta misma información que es de gran ayuda, ya que brinda una dirección hacia el objetivo que perseguimos.

Este método se ha utilizado en África, en específico en el país del Congo en donde se podía generar mapas de los lugares donde radicaba más la violencia, u otra en América, en el país de Haití donde después del terremoto se pudo subir información geográfica gracias a la ayuda de muchos colaboradores, es ahí donde reside el alma de esta metodología ya que son los habitantes de esas ciudades que más conocen sobre los problemas que los afectan. (Lemmens, 2011).

### **2.5.1. TIPOS**

Aplicaciones de cartografía de colaboración varían dependiendo de que cuentan con la edición de colaboración se lleva a cabo: en el propio mapa (superficie comunitaria), o en plantillas en el mapa. Una aplicación de mapas de colaboración muy simple acaba de trazar las ubicaciones (mapas sociales o redes geo sociales). Colaboración implica la posibilidad de edición por varios individuos distintos por lo que el término tiende a excluir a aplicaciones tales como caminante donde los mapas no son para el usuario general para modificar.

En este tipo de aplicación, el mapa mismo se crea en colaboración compartiendo una superficie común. Por ejemplo, tanto OpenStreetMap y WikiMapia permiten la creación de "puntos de interés" individuales, así como características lineales y áreas. Mapeo de Colaboración y específicamente compartir superficie enfrenta los mismos problemas que el

control de revisiones, los problemas de acceso a saber concurrentes y de versiones. Además de estos problemas, mapas colaborativos deben hacer frente a la difícil cuestión de qué estorba, debido a las restricciones geométricas inherentes a los medios de comunicación. Un enfoque para este problema es el uso de superposiciones. Superposiciones agrupan elementos en un mapa, lo que permite al usuario del mapa para cambiar la visibilidad de la superposición y por lo tanto todos los artículos contenidos en la superposición. La aplicación utiliza los mosaicos de mapas de un tercero (por ejemplo, una de las [APIs](#) de mapeo) y añade sus propias superposiciones editados en colaboración con ellos, a veces de una manera Wiki. Si las revisiones de cada usuario están contenidas en una superposición, el tema de control de revisión y que estorba puede ser mitigado.

## **2.5.2. CONTEXTO COMERCIAL**

Según Edward Mac Gillavry existe una dicotomía entre los proyectos empresariales y proyectos impulsados por los usuarios. Con iniciativas corporativas generalmente utilizando un flujo de información en un solo sentido desde el proveedor de servicios para el proyectos impulsados por los usuarios en general, se caracterizan por un flujo de información bidireccional abonado.

Grandes empresas de internet lanzaron aplicaciones de mapas con características de colaboración, lo más importante de Google Maps con la característica de Google Map Maker. Aunque Google permite mash up uso flexible estilo de sus raster imágenes de mapa, el sistema de Map Maker presenta un flujo unidireccional en el nivel de los datos de mapa en bruto, de la comunidad de Google (con la excepción de algunas áreas en las disposiciones especiales de shapefiles haber sido concedido por razones humanitarias).



## **2.6. TRAFICO VIAL**

### **2.6.1. LA CONGESTIÓN, NEGATIVO Y CRECIENTE FENÓMENO**

En los últimos años, especialmente a partir de principios del decenio de 1990, el aumento de la demanda de transporte y del tránsito vial ha causado, sobre todo en las ciudades grandes, mayor congestión, demoras, accidentes y problemas ambientales.

La congestión de tránsito se ha transformado en un flagelo de particular severidad, que se manifiesta en los países industrializados como también en los que están en desarrollo. Afecta tanto a automovilistas como a usuarios del transporte colectivo y acarrea pérdida de eficiencia económica y otros efectos negativos para la sociedad.

Preocupante es que esta expresión de los tiempos actuales se haya ido acentuando, sin tener visos de alcanzar un cierto límite, transformándose en una pesadilla que amenaza la calidad de vida urbana. Las últimas décadas han visto un aumento explosivo de la cantidad de vehículos motorizados en los países en vías de desarrollo, fruto de diversos factores, como el aumento del poder adquisitivo de las clases socioeconómicas de ingresos medios, el mayor acceso al crédito, la reducción relativa de los precios de venta y una mayor oferta de vehículos usados.

La creciente disponibilidad de automóviles ha permitido una mayor movilidad individual, que sumada al crecimiento de la población de las ciudades, la menor cantidad de habitantes por hogar y la escasa aplicación de políticas estructuradas de transporte urbano, ha potenciado la congestión. Aunque la mayor movilidad individual facilitada por el automóvil pueda considerarse positiva, tiene como contrapartida un uso más intensivo del espacio destinado a la circulación. La consecuencia más evidente de la congestión es el incremento de los tiempos de viaje, especialmente en las horas punta, que alcanza en algunas ciudades niveles bastante superiores a los considerados aceptables. Además, la lentitud de desplazamiento exacerba los ánimos y fomenta el comportamiento agresivo de los conductores.

### **2.6.1.2. TRAFICO VIAL LA CIUDAD DE LA PAZ**

Un diagnóstico de la Dirección Especial de Movilidad (antes Sistemas Viales) del Gobierno Municipal de La Paz sobre la cantidad de coches que circulan en el macrocentro, identificó 17 vías que son las más conflictivas.

En las avenidas Montes, 16 de Julio (Prado), 6 de Agosto, Arce, Busch, Simón Bolívar y Tejada Sorzano se concentran mayor cantidad de vehículos. En un segundo grupo están la calle Potosí, la avenida Camacho, el Puente de las Américas, las calles Colombia, Colón, Mercado, Figueroa, Murillo, Sagárnaga y Santa Cruz. Del primer grupo, la que más circulación tiene en promedio, es la avenida Montes, por donde pasan alrededor de 2.478 coches por el carril de subida y otro tanto por el de bajada. Casi 5.000 autos por ambos carriles, es decir, 83 por minuto.

Le sigue la avenida 16 de Julio. En este caso, la cantidad de coches que circulan desde la plaza del Estudiante hasta la Pérez es mucho menor (1.383) que la circulación que se hace en sentido contrario (1.844). Sumados ambos carriles, la cantidad de coches que circula entre las 08.00 y las 09.00, es mayor a 3.000.

## **2.7. MACRODISTRITO CENTRAL**

### **2.7.1 DISTRITOS**

El Macrodistrato Central de la ciudad de La Paz es uno de los más importantes, ya que económicamente engloba el 30,02% de la actividad económica del municipio paceño, con un total de 11.112 actividades económicas registradas. Cuenta con 6 mercados centrales: Lanza, Camacho, Yungas, Miraflores, Bolita y Haití, localizados en diferentes zonas.

Además tiene una superficie: 4.998.753 m<sup>2</sup> donde los dos distritos que alberga tienen:

- Distrito 1 un total de 2256231 m<sup>2</sup>.
- Distrito 2 un total de 2742522 m<sup>2</sup>.

### 2.7.2. POBLACIÓN

Es importante hablar de su población que es un aproximado de 73. 546 habitantes donde el:

- Distrito 1 tiene 33474 habitantes.
- Distrito 2 tiene 40072 habitantes.

También se debe mencionar que además de la población que alberga, son miles de personas y automóviles que circulan por sus calles ya sea por trabajo o desplazándose a otras zonas.

### 2.7.3. ZONAS, UNIDADES EDUCATIVAS Y LUGARES RECREACIONALES

El Macrodistrato Central tiene una gran extensión y es por esto que se compone de una gran cantidad de zonas alberga gran cantidad de unidades educativas y recreacionales.

<b>Zona</b>	<b>Distrito</b>
Centro	Distrito 1
Universidad Cancha Zapata	Distrito 1
Casco Urbano Central	Distrito 1
El Rosario	Distrito 1
San Jorge	Distrito 1
San Sebastián	Distrito 1
Santa Bárbara	Distrito 1
Miraflores	Distrito 2
Alto Miraflores Norte	Distrito 2
Av. Saavedra Miraflores	Distrito2
Miraflores Centro	Distrito 2
Miraflores Centro Stadium	Distrito 2
Tte. Edmundo Andrade	Distrito 2
Los Guindales	Distrito 2
Santa Fe de Miraflores	Distrito 2
Soqueri	Distrito 2

Tabla 2.1. Zonas pertenecientes al Macrodistrato Central de la ciudad de La Paz

Fuente: GAMLP, 2014

Los parques con los que cuenta son:

Parque Urbano Central, Parque Laincakota, Parque Roosevelt, Jardín Botánico.

Los escenarios deportivos que alberga son:

Canchas de Césped sintético y polifuncionales en el Parque Urbano Central, espacios deportivos en la Av. Del Poeta. Campo deportivo de Bajo San Juan.

Además cuenta con una importante cantidad de unidades educativas:

- 30 infraestructuras municipales
- 75 Unidades Educativas (Total del turno mañana, tarde y noche)

Todos los datos expuestos en la sección 2.9 fueron extraídos de la página del GAMLP del año 2014.

# CAPITULO III

## MARCO APLICATIVO

## CAPITULO III

### MARCO APLICATIVO

El desarrollo de la aplicación se enmarco en la metodología Mobile-D, una metodología orientada exclusivamente al desarrollo de aplicaciones móviles, además de que en apoyo para el modelado se hizo uso de la metodología Tropos, finalmente para la administración de la información se utilizó la metodología del Mapeo colaborativo, ya que es con esta metodología que las personas que se encuentran en el lugar puedan alimentar de información a nuestra aplicación.

Finalmente en este capítulo se describe el desarrollo del prototipo en cada una de sus fases.

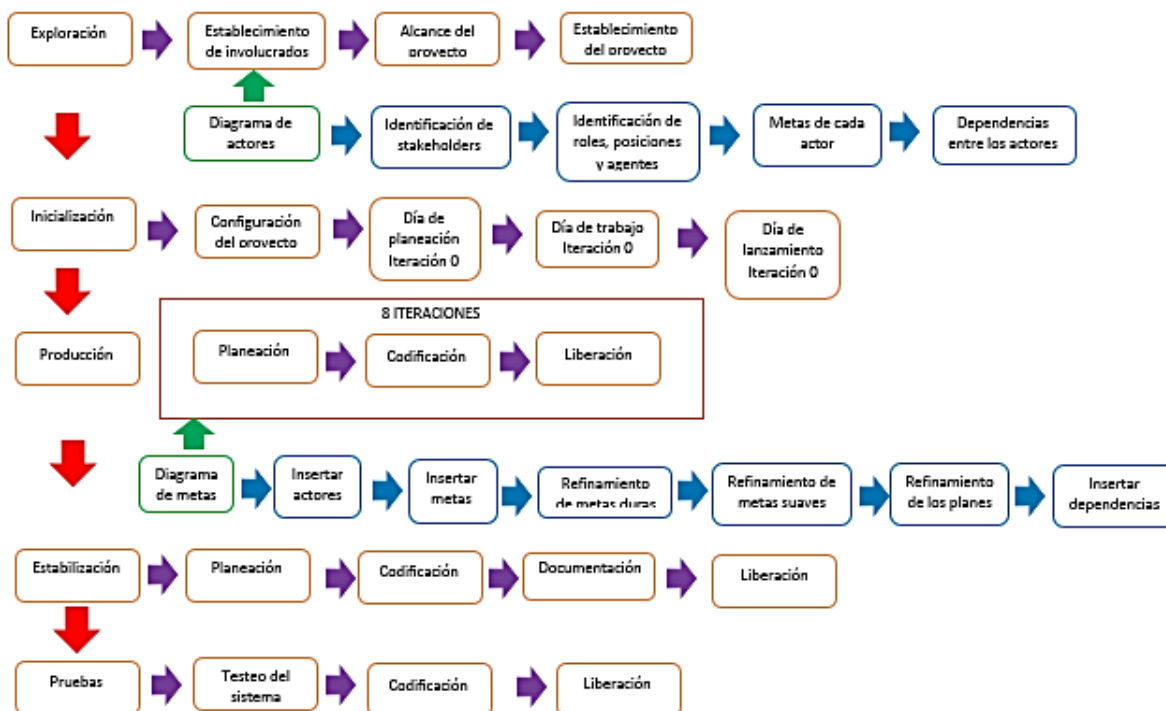


Figura 3.1: Refactorización de las metodologías Mobile-D y Tropos

Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior se muestra la refactorización de la metodología Mobile-D combinado con la metodología tropos, para obtener un flujo grama donde se observa la interacción entre ambas metodologías.

Tropos es una herramienta muy útil para el modelado de los actores y sus relaciones en la aplicación como se puede observar en los siguientes puntos

- En la fase de exploración Tropos ayuda a determinar los involucrados que intervienen en la aplicación, además de los objetivos que persiguen y las dependencias entre estos.
- En la fase producción la aplicación se elabora en 8 iteraciones en las cuales se determinan para cada una de ellas el diagrama de metas que se realiza en 6 pasos.
- Las otras fases de la metodología están elaboradas en base a Mobile D, en donde no es necesario la intervención de la metodología Tropos.

### **3.1. EXPLORACIÓN**

En esta fase se hace una planificación inicial del sistema en donde se menciona:

#### **3.1.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS INVOLUCRADOS.**

Para poder definir el establecimiento de los involucrados nos apoyamos en la metodología Tropos, a continuación identificamos los stakeholders, tipos de metas y el diagrama general de los actores.

##### **3.1.1.1. ACTORES**

###### **a) Actor**

Sabiendo que un actor puede ser una persona o un sistema que tiene metas estratégicas, se pudo identificar los siguientes actores:

- Administrador, en este caso la persona encargada de administrar la aplicación.

- Usuario, es cualquier persona que utilice la aplicación para poder visualizar la información sobre el tráfico vial.
- Aplicación del estado del tráfico vial, aplicación que es el sistema de información que recibe datos de los administradores, y los muestra a los usuarios.

#### **b) Rol**

Son las personas que “juegan” el rol, se identificó los siguientes roles:

- GAMLP, institución pública, que en este caso juega el rol de administradores, ya que serán los encargados de administrar la información en la aplicación.
- IIGEO, entidad encargada para la administración de la aplicación y que además nos nutre de información para la administración.

#### **c) Posición**

Agente que ocupa una posición, se identificó a un solo agente:

- Desarrollador, que es la persona que desarrollo la aplicación.

### **3.1.1.2. ELEMENTOS BÁSICOS**

Los elementos básicos de meta dura en donde los intereses estratégicos de los actores se describen a continuación:

- La primera meta dura la tiene el administrador de la aplicación, que es la de “Actualizar la información”.
- La meta dura del usuario es la de “Informarse” como tal, ya que es la información que llega a través de la aplicación y es de importancia para el usuario.
- Una meta dura muy importante es la de “Implementación de la Base de Datos” que tiene el rol de desarrollador.



- Finalmente la meta dura de la aplicación es la de el “Manejo de la información”, donde la aplicación además de recibir esta información la muestra al usuario.

### **3.1.1.3. DEPENDENCIAS**

Las dependencias entre los diferentes actores en nuestro diagrama son:

- Administrador-Aplicación, donde la primera dependencia que encontramos es la de “Nueva ubicación”, que nos crea un evento.
- Administrador-Aplicación, donde su dependencia es “Eliminar una ubicación”, que elimina este evento cuando haya concluido.
- Administrador-Aplicación, su dependencia es la de “Registro de administrador”, en la cual se registra a un nuevo administrador para el registro de las ubicaciones.
- Aplicación-Administrador, dependencia de “Manual de ayuda”, en la que el administrador puede visualizar el manual de pasos a seguir para un correcto manejo de la aplicación.
- Aplicación-Usuario, la dependencia es la de “Información del tráfico”, información que es el principal objetivo de la aplicación, es la de mantener informado a los usuarios de los eventos que afectan el normal trafico vial.
- Aplicación-Usuario, la siguiente dependencia es la de “Información estadística”, información representada en los diferentes tipos de estadísticas, para un mayor entendimiento del usuario de las ubicaciones con más eventos en el tráfico vial.
- Finalmente la dependencia entre Aplicación-Usuario, la cual es “Manual de ayuda”, manual para el usuario que muestra las opciones y el manejo que tiene la aplicación.

### **3.1.1.4. DIAGRAMA DE ACTORES**

Ya identificados los actores, elementos y dependencias podemos crear el diagrama de actores del caso de estudio de la Aplicación del estado del tráfico vial.

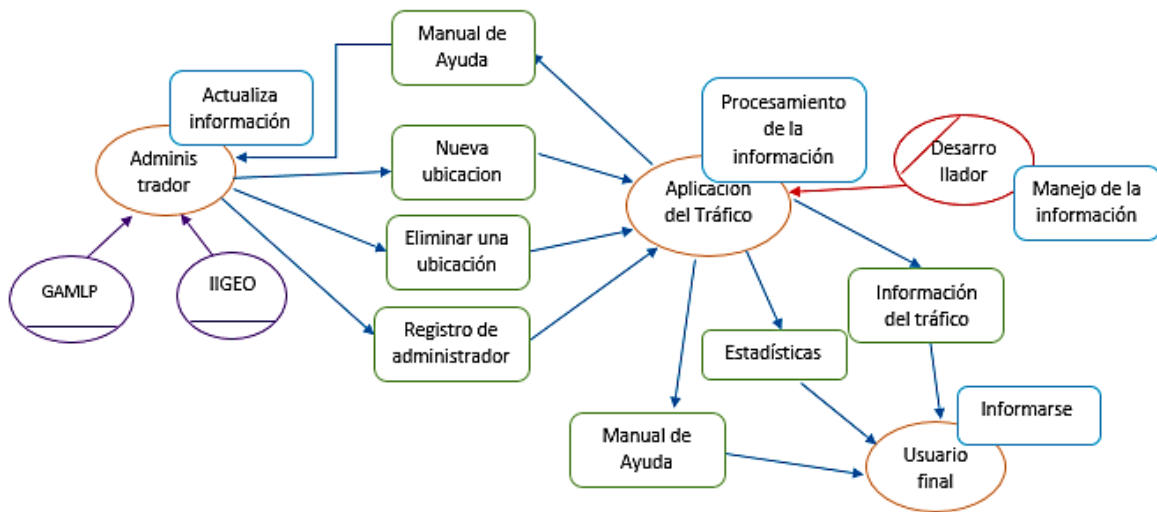


Figura 3.2: Diagrama del caso de estudio Aplicación del estado del tráfico vial

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2. ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO

En esta sección mencionaremos los requerimientos iniciales del sistema y su planificación.

#### 3.1.2.1. DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTO INICIALES

- **Requerimientos funcionales**

RF1. Visualización del mapa del Macrodistrito Centro de la ciudad de La Paz

RF2. Registro de incidencia en el tráfico vial.

RF3. Visualización por parte del usuario de las ubicaciones con tráfico vial en el Macrodistrito Centro de la ciudad de La Paz.

RF4. Visualización de las estadísticas de las calles/avenidas con mayores incidencias en el tráfico vehicular.

- **Requerimiento no funcionales**

Para que un usuario pueda acceder a la aplicación que contiene el mapa con los puntos de tráfico vial debe tener instalada la aplicación con un sistema operativo con mínima versión 4.0 y con conexión a internet.

### 3.1.2.2. PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO

En la siguiente tabla se describe la planificación para cada una de las iteraciones que componen a nuestra aplicación, cada una estará compuesta por la metodología Tropos para el modelado y en algunos casos la metodología de Mapeo colaborativo

Iteración	Tareas(s)
Primera iteración	Implementación del modelo de datos
Segunda iteración	Integración del servicio de Google Maps Implementación del método de almacenar una ubicación.
Tercera iteración	Implementación del método eliminar una ubicación.
Cuarta iteración	Registrar un nuevo administrador.
Quinta iteración	Implementación del mapa de ubicaciones del tráfico vial.
Sexta iteración	Implementación de las estadísticas generales.
Séptima iteración	Implementación de las estadísticas en formato de mapa de calor.
Octava iteración	Manual de ayuda en las dos aplicaciones.

Tabla 3.1: Planificación por iteraciones

Fuente: Elaboración propia

## **3.2. INICIALIZACIÓN**

En esta fase se determina los recursos primordiales para la generación del producto.

### **3.2.1. CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO**

Para la construcción de la aplicación se vio conveniente usar las siguientes herramientas:

- Ionic
- MySQL
- Google Maps
- Angularjs
- Php
- Cordova

#### **3.2.2. DÍA DE PLANEACIÓN (ITERACIÓN 0)**

Haremos mención de las primeras planificaciones que se realizaron para la inicialización del proyecto:

##### **3.2.2.1. NOMBRE DE ENTIDADES**

Para el caso de las tablas de la base de datos se utilizara el nombre escrito en letras minúsculas. El nombre de la tabla estará asociado al sustantivo al que hace referencia, si son varias palabras se debe intercalar entre palabras mayúsculas y minúsculas.

El nombre para las columnas empezara con un sustantivo también que representara el atributo seguido con el nombre de la tabla en el caso que estas se repitan. El nombre escogido para la columna debe hacer referencia al tipo de información que almacenara.

##### **3.2.2.2. CLASES**

Para todo nombre de clase, la primera letra debe de ser mayúscula. Si son varias palabras debe de intercalar entre mayúsculas y minúsculas.

### **3.2.2.3. MÉTODOS**

Para los métodos de clases, la primera letra debe ser minúscula. Si son varias palabras se debe intercalar entre minúsculas y mayúsculas.

### **3.2.2.4. VARIABLES**

Para las variables, la primera letra debe ser minúscula. Si son varias palabras, se debe intercalar entre minúsculas y mayúsculas, además deben ser cortos y descriptivos.

### **3.2.2.5. CONSTANTES**

Para las constantes, su nombre deberá ser escrito completamente en mayúsculas, y para la separación de palabras se debe usar el guion bajo (\_). Por ejemplo: MAX\_SUMA.

### **3.2.3. DÍA DE LANZAMIENTO (ITERACIÓN 0)**

Ya definidos los aspectos iniciales para el desarrollo del proyecto damos inicio con el avance del proyecto el cual se describe en la siguiente fase.

## **3.3. PRODUCCIÓN O FASE DE PRODUCTO**

La fase de producción de la metodología Mobile-D nos indica que debe existir un día de planeamiento, un día de programación y un día de liberación para cada iteración. A continuación se detallan las actividades seguidas en cada etapa de esta fase para el prototipo de la aplicación.

Los requerimientos funcionales y no funcionales ya se establecieron en la sección 3.1.2.1 de este documento.

### **3.3.1. SEGUIMIENTO DE ITERACIONES**

Como se menciona en la sección 3.3.2, la planificación se planteó inicialmente en 8 iteraciones. Tanto las historias de usuario como sus tarjetas de trabajo irán acompañadas por las metas de la metodología Tropos para una mejor comprensión del modelado y el

procedimiento que se realiza en cada una de las iteraciones, además en algunas iteraciones se hará uso de la metodología de mapeo colaborativo, ya que es en base a esta metodología que se administra la información.

### 3.3.1.1. PRIMERA ITERACIÓN

El modelo de la primera iteración nos muestra el diagrama de metas y las dependencias que la componen, en base a la metodología Tropos en la figura 3.3.

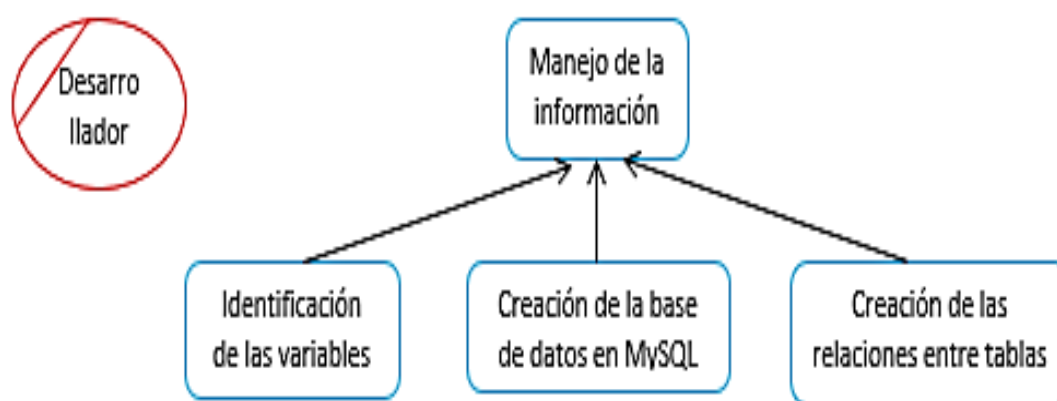


Figura 3.3: Diagrama de metas para la primera iteración

Fuente: Elaboración propia

Continuando ahora con la metodología Mobile-D realizamos los ciclos para los tres días que son: planeación, codificación y liberación, explicando cada uno de ellos.

- **Planeación.**

En la primera iteración se procedió a la implementación de la base de datos, ya que esta es de suma importancia porque es aquí donde realizaremos las pruebas, además para una mejor comprensión de esta etapa la metodología Mobile-D nos indica que debemos usar las historias de usuario y sus respectivas tareas, las cuales encontramos a continuación.

Historia de usuario	
<b>Numero:</b> 1	<b>Usuario:</b>
<b>Nombre historia:</b> Implementación de la Base de Datos	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Puntos estimados:</b> 5	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Creación de la base de datos que albergara la información de los eventos que inciden en el normal tránsito de los vehículos.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.2: Historia de Usuario 1

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 1.1.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 1
<b>Nombre de la tarea:</b> Creación de la Base de Datos en la herramienta MySQL	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 5
<b>Fecha inicio:</b> 22/08/2016	<b>Fecha fin:</b> 23/08/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Se crea la base de datos “Ubicaciones”, además de las tablas: Administrador, Actualiza, Posición A y Posición B.	
<b>Observaciones:</b> Esta base de datos se encuentra almacenada en el servidor del II GEO	

Tabla 3.3: Tarea de Ingeniería – Creación de la Base de Datos para almacenar información de la aplicación.

Fuente: Elaboración propia

- **Codificación.**

En esta iteración creamos la base de datos con la herramienta MySQL para luego realizar las pruebas de almacenamiento primero de los administradores de la aplicación y posteriormente del almacenamiento y eliminación de posiciones de eventos en el tráfico vehicular, además de poder obtener estos datos las posiciones para su visualización por parte de los usuarios y posteriores estadísticas.

- **Liberación**

A continuación el modelo Entidad – Relación de nuestra base de datos en la figura 3.4:

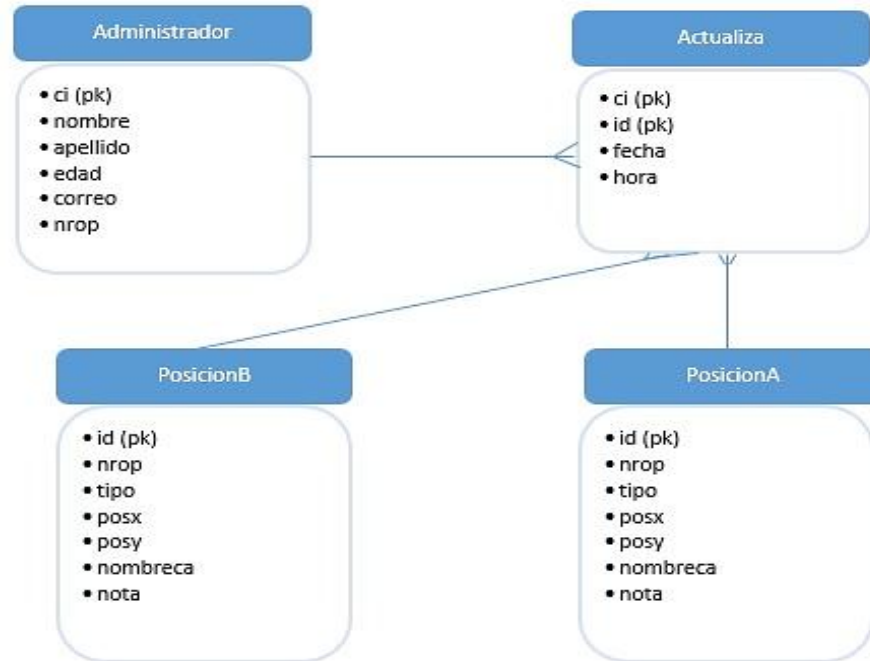


Figura 3.4: Modelo Entidad - Relación

Fuente: Elaboración propia

A continuación el diccionario de datos:

Nro.	Nombre	Tipo	Descripción
1.	Administrador	Clase	Almacena información de los administradores de la aplicación
2.	Actualiza	Relación	Es la relación que existe entre el Administrador y la Posición A y la Posición B
3.	Posición A	Clase	Guarda la información sobre la ubicación de eventos que repercuten en el libre tránsito del Macrodistrito Centro durante el tiempo que exista.
4.	Posición B	Clase	Almacena la información sobre la ubicación de eventos que repercuten en el libre tránsito del Macrodistrito Centro para el manejo de estadísticas.

Tabla 3.4: Identificación de identidades

Fuente: Elaboración propia



### 3.3.1.2 SEGUNDA ITERACIÓN

El modelo de la segunda iteración lo vemos a continuación en la figura 3.5:

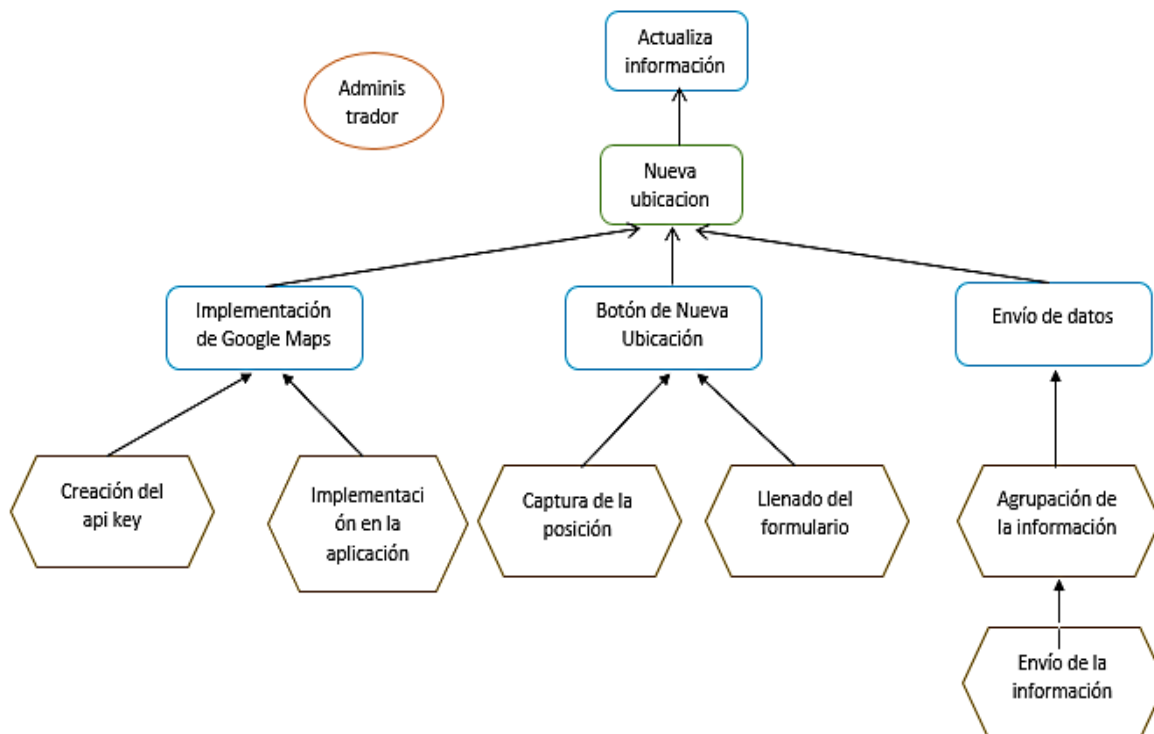


Figura 3.5: Diagrama de metas para la segunda iteración

Fuente: Elaboración propia

El diagrama 3.4 nos muestra las metas y dependencias que se requieren para la creación de una nueva ubicación, ubicación que será registrada por los administradores, es aquí donde entra la metodología de Mapeo Colaborativo, la cual nos indica que las personas que se encuentran en la zona son las personas que suben la información para que los demás, puedan ver esta información, metodología que es muy importante ya que sin ella no consideraríamos como subir la información de estos actores que nos nutrieran de los eventos que ocurren en nuestras calles de La Paz.

- **Planeación.**

En la segunda iteración introduciremos Google Maps a nuestra aplicación, así que lo primero que se iba a realizar era obtener el api key para su posterior integración, además se vio como se podía crear una nueva ubicación, obteniendo su posición geográfica en el mapa y demás características para poder almacenarlas en la base de datos ya preparada.

Historia de usuario	
<b>Numero:</b> 2	<b>Usuario:</b> Administrador
<b>Nombre historia:</b> Mapa de creación de una nueva ubicación	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Puntos estimados:</b> 5	<b>Iteración asignada:</b> 2
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Se desplegara el mapa posicionado en la ubicación donde se encuentre el administrador de la aplicación, donde el podrá visualizar un marcador de color rojo, el cual lo puede desplegar hasta posicionarlo sobre la ubicación que dese registrar, posteriormente presionado el botón “nueva ubicación” se desplegara un formulario que al llenarlo y presionando alguno de los tres botones podrá registrar una ubicación.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.5: Historia de usuario 2

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 2.1.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 2
<b>Nombre de la tarea:</b> Obtención del api key de Google	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 5
<b>Fecha inicio:</b> 22/08/2016	<b>Fecha fin:</b> 23/08/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Para la obtención del api key de Google Maps nos registramos en su página y en base al requerimiento que necesitamos obtenemos una clave que posteriormente usaremos para usar sus librerías en nuestra aplicación.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.6: Tarea de Ingeniería – Obtención de la api key de Google

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 2.2.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 2
<b>Nombre de la tarea:</b> Integración del mapa en la pantalla de la aplicación	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 3
<b>Fecha inicio:</b> 24/08/2016	<b>Fecha fin:</b> 26/08/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Mostrar en la pantalla el mapa que nos brinda Google	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.7: Tarea de Ingeniería – Integración del mapa

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 2.3.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 2
<b>Nombre de la tarea:</b> Registrar una ubicación	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 5
<b>Fecha inicio:</b> 26/08/2016	<b>Fecha fin:</b> 31/08/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Posicionados en la ubicación se procede a presionar el botón Nueva ubicación lo que despliega un formulario que nos pide nombre de la calle o avenida y una nota, llenados encontramos tres botones que corresponden a: bloqueo, tráfico y accidente, donde al presionar el botón perteneciente al evento este nos guarda la ubicación.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.8: Tarea de Ingeniería – Registro de una nueva ubicación

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 2.4.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 2
<b>Nombre de la tarea:</b> Geolocalización	
<b>Tipo de tarea:</b> Mejora Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 3
<b>Fecha inicio:</b> 01/09/2016	<b>Fecha fin:</b> 02/09/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> La aplicación nos geolocaliza directamente en la ubicación que nos encontramos para una mejor posición al crear una nueva ubicación.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.9: Tarea de Ingeniería – Geolocalización

Fuente: Elaboración propia

- **Programación.**

Se integró la api key de Google Maps a la aplicación para su posterior uso, ya desplegado el mapa podemos modificar el puntero para que ya posicionados en el mapa obtengamos mayor precisión, se crea un botón que al presionarlo nos despliega un formulario para el llenado de datos, en este caso el de nombre de calle o avenida y si hubiere de alguna nota, además de tres botones al final, que son bloqueo, tráfico y accidente, al presionar el botón correspondiente, este envía la información a la base de datos para su almacenamiento. Todo esto es correspondiente a la historia de usuario 2 y a sus tareas de usuario 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4.

- **Liberación.**



Figura 3.6: Crear una ubicación

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1.3. TERCERA ITERACIÓN

A continuación se puede observar el modelo Tropos para la eliminación de una ubicación por parte del administrador de la aplicación en la figura 3.7.

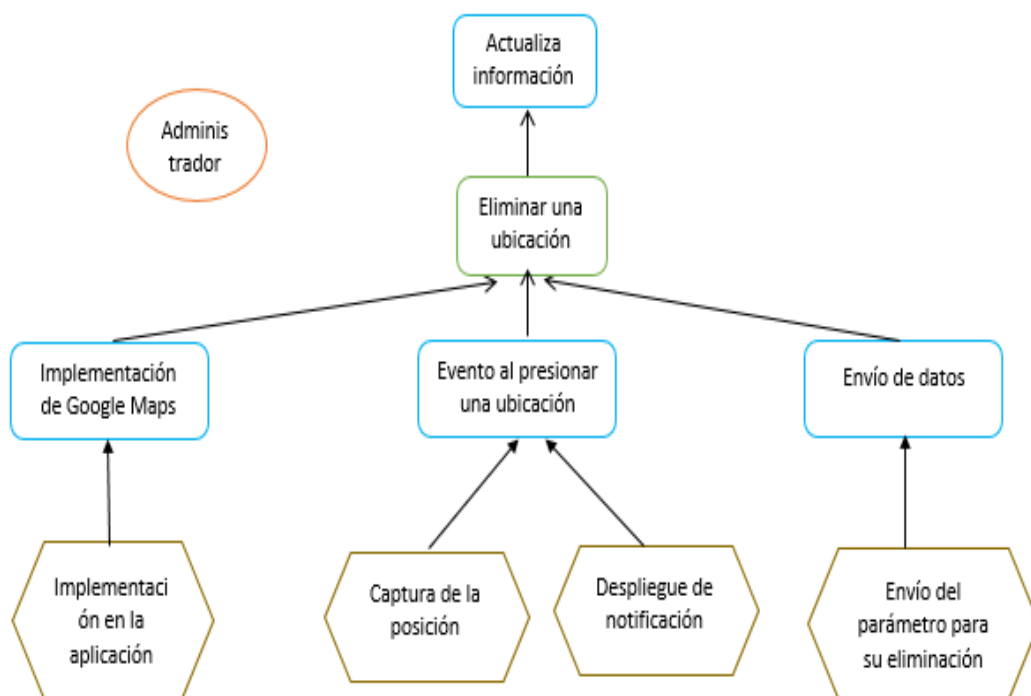


Figura 3.7: Diagrama de metas para la tercera iteración

Fuente: Elaboración propia

- **Planeación**

En base a la metodología Mobile-D se muestran la siguiente historia de usuarios y sus respectivas tareas.

Historia de usuario	
<b>Numero:</b> 3	<b>Usuario:</b> Administrador
<b>Nombre historia:</b> Mapa de eliminación de una ubicación	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Puntos estimados:</b> 5	<b>Iteración asignada:</b> 3
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Despliegue del mapa, donde el administrador podrá eliminar una ubicación creada.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.10: Historia de usuario 3

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 3.1.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 3
<b>Nombre de la tarea:</b> Eliminar una ubicación	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 3
<b>Fecha inicio:</b> 03/09/2016	<b>Fecha fin:</b> 06/09/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Se presiona una de las ubicaciones en el mapa, al hacerlo nos aparece un cuadro de dialogo que nos pregunta si aceptar la eliminación o cancelarla, si presionamos aceptar se elimina la ubicación, además nos desplegara una alerta que nos indica que la ubicación ha sido eliminada, por el contrario al presionar cancelar se cierra el cuadro de dialogo.	
<b>Observaciones:</b> Las ubicaciones están representadas por colores e imágenes distintivas al tipo al que pertenecen, en este caso: bloqueo, tráfico o accidente, esto para un mejor entendimiento por parte del administrador.	

Tabla 3.11: Tarea de Ingeniería – Eliminar una ubicación

Fuente: Elaboración propia

La eliminación de una ubicación es una parte importante, ya que además de almacenar la información de un evento relacionado a la interrupción del tráfico vial.

Además debemos avisar al usuario cuando este evento haya concluido, para esto se ve por conveniente que la forma más fácil es presionando el puntero que deseamos eliminar, además su eliminación en la base de datos.

- **Programación**

Se muestran todos los eventos que existieren en ese momento en el mapa, se los diferencia por colores e imágenes para un mejor con prendimiento del administrador, y se procede a su eliminación solo con presionar al puntero respectivo, este nos despliega una advertencia preguntándonos si deseamos eliminarlo, al aceptar este elimina de la base de datos el evento, este procedimiento es realizado vinculado a la historia de usuario 2 y su tarea 2.1.

- Liberación.

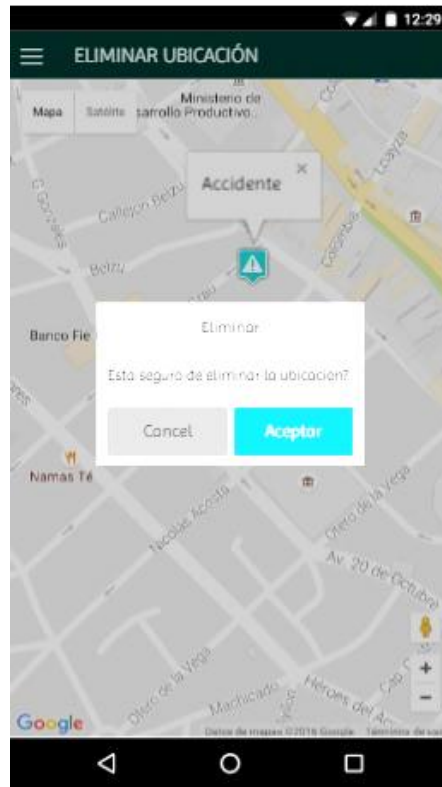


Figura 3.8: Eliminar una ubicación

Fuente: Elaboración propia

#### 3.3.1.4. CUARTA ITERACIÓN

Para la cuarta iteración mostramos el modelo de un nuevo registro de los administradores para poder tener una constancia de quien es el que sube la información, tanto en fecha como en hora.

Los administradores tienen un rol muy importante que es el del manejo de la información, información que debe ser integra, y clara para una mejor comprensión por parte del usuario, a continuación se ve su diagrama en la figura 3.9.

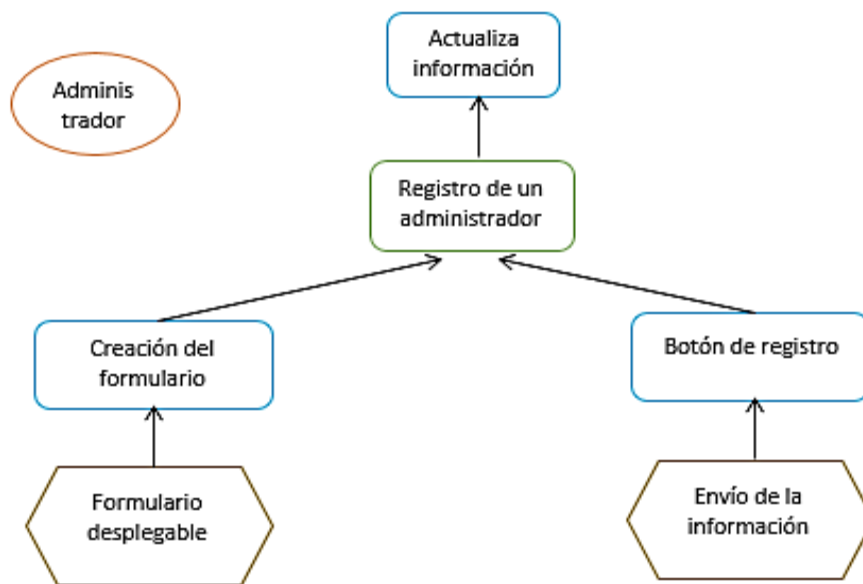


Figura 3.9: Diagrama de metas para la cuarta iteración

Fuente: Elaboración propia

- **Planificación**

Para la planificación de esta iteración se vio como punto importante cuales eran los datos que se pedirían a los administradores, datos que debían ser puntuales, además que se vincularían con cada nueva ubicación creada.

Historia de usuario	
<b>Numero:</b> 4	<b>Usuario:</b> Administrador
<b>Nombre historia:</b> Formulario de registro	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Puntos estimados:</b> 3	<b>Iteración asignada:</b> 4
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Llenado del formulario por parte del administrador, para tener una constancia de que usuario sube la información.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.12: Historia de usuario 4

Fuente: Elaboración propia



Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 4.1.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 4
<b>Nombre de la tarea:</b> Registro de administradores	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 4
<b>Fecha inicio:</b> 07/09/2016	<b>Fecha fin:</b> 09/09/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Para registrar un administrador se llena un formulario, pidiendo los datos del mismo, terminado el llenado del formulario se pide un numero de producto que será el vínculo entre el administrador y los datos que el guarda, posteriormente se presiona el botón Guardar que nos registra a el nuevo administrador de la aplicación	
<b>Observaciones:</b> La forma de realizar esta acción nos indica que solo se registra la primera vez, ya que así podemos tener una constancia de quien es la persona que almaceno tal información.	

Tabla 3.13: Tarea de Ingeniería – Registro de administradores

Fuente: Elaboración propia

El registro de un administrador nos dará una constancia de que persona subió que información, además de mostrarnos cualquier otro tipo de información referente a él, la historia de usuario que representa esto es la numero 4 y su tarea la numero 4.1.

- **Programación.**

Se crea un formulario simple en los que pedimos los datos del administrador, posteriormente se coloca un botón que al presionarlo envía los valores a la base de datos, es importante mencionar que este registro solo se realiza una vez.

Este formulario al ser llenado y posteriormente al enviar la información que contiene nos dará paso a que el administrador recién pueda crear una nueva ubicación, ya que si no ha sido registrado, el botón de Nueva ubicación se encontrara deshabilitado, y solo su estado cambiara hasta recién llenado el formulario.

- **Liberación**

The image shows a mobile application interface for a registration form. The title bar at the top says 'Formulario de Registro' with a 'Cerrar' (Close) button on the right. Below the title bar are eight input fields, each with a label: 'Nombres', 'Apellidos', 'Cedula de Identidad', 'Edad', 'Nro. de Celular', 'Correo', 'Unidad', and 'Nro. de Producto'. At the bottom of the form is a large orange button labeled 'Guardar'. The entire form is set against a white background with a thin grey border. The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar with back, home, and recent apps icons.

Figura 3.10: Formulario de registro

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1.5. QUINTA ITERACIÓN

Llegamos a una parte muy importante ya que todo el anterior trabajo del registro y actualización de la información nos ayudó para poder llevar esa información a los usuarios, información que es el objetivo central de este proyecto de grado, además de que toda esta información será mostrada por tipos, bien diferenciados por colores y símbolos lo más caracterizados posibles para su tipo y para una mejor comprensión por parte de los usuarios, el diagrama de metas para esta quinta iteración queda representado en la figura 3.11.

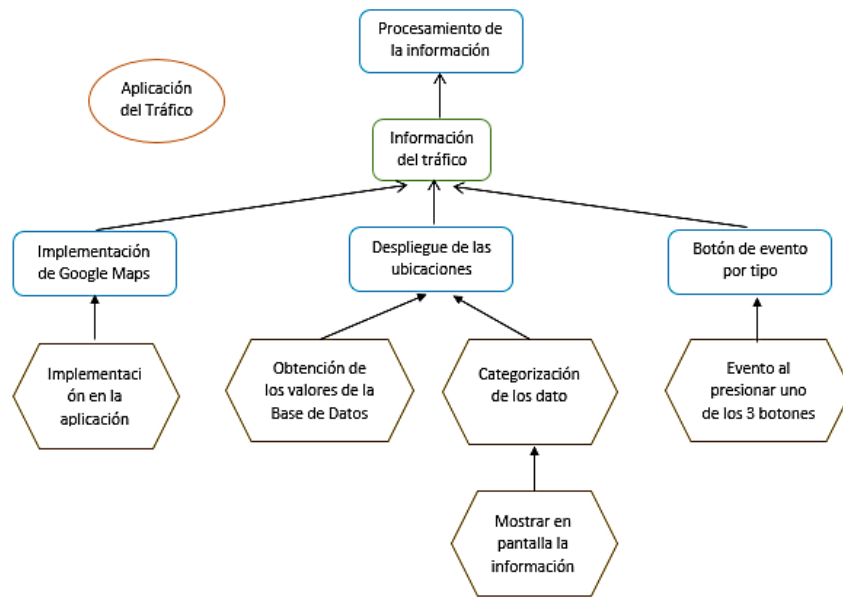


Figura 3.11: Diagrama de metas para la quinta iteración

Fuente: Elaboración propia

- **Planificación**

La planificación fue muy importante en esta iteración ya que se vieron diferentes formas de mostrar los eventos que incidían en el normal desarrollo del trafico vial, llegando así a la forma final, que creemos en la más simple y fácil de poder captar por parte del usuario que es el objetivo que persigue este proyecto, a continuación su historia de usuario:

Historia de usuario	
<b>Numero:</b> 5	<b>Usuario:</b> Usuario final
<b>Nombre historia:</b> Mapa de las ubicaciones de trafico vial	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Puntos estimados:</b> 5	<b>Iteración asignada:</b> 5
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Despliegue del mapa, donde los usuarios pueden ver las ubicaciones referenciadas en el cual existe trafico vial.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.14: Historia de usuario 5

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 5.1.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 5
<b>Nombre de la tarea:</b> Mapa de las ubicaciones de tráfico vial	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 5
<b>Fecha inicio:</b> 10/09/2016	<b>Fecha fin:</b> 13/09/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Se muestra el mapa del tráfico vial con sus diferentes ubicaciones, presionando cualquiera de los marcadores este nos despliega información como el tipo al que pertenece y la nota (si la hubiere) del marcador.	
<b>Observaciones:</b> Las ubicaciones están representadas por colores e imágenes distintivas.	

Tabla 3.15: Tarea de Ingeniería – Mapa base de ubicaciones

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 5.2.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 5
<b>Nombre de la tarea:</b> Mostrar ubicaciones por tipo	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 3
<b>Fecha inicio:</b> 14/09/2016	<b>Fecha fin:</b> 15/09/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> En la parte inferior de la pantalla se visualizan tres botones diferenciados por colores, los cuales son: bloqueo, tráfico y accidente, en cual al presionar alguno de ellos se muestra un efecto que remarca demás el tipo al que pertenecen.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.16: Tarea de Ingeniería – Mostrar ubicaciones por tipo

Fuente: Elaboración propia

La forma de mostrar al usuario las ubicaciones donde ocurriera algún tipo de interrupción en el tráfico vial era desplegando el mapa en general del Macrodistrato Centro de la ciudad La Paz, además de información adicional presionando cualquiera de los marcadores.

- **Programación**

Se despliega un mapa con todos los tipos de eventos que afectan al normal tráfico vehicular, extraídos de la base de datos, mientras estos existan, además se los divide por colores e imágenes distintivas. La historia de usuario correspondiente a esta iteración son la numero 5 y sus tareas son la 5.1 y la 5.2.

- Liberación



Figura 3.12: Mapa de puntos de trafico vial

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1.6. SEXTA ITERACIÓN

Además de poder mostrar a los usuarios los eventos que ocurren en ese mismo instante se vio por conveniente mostrar también un registro estadístico de las calles o avenidas con más incidencias que afectan el tráfico vial, ya que son con estas que se pueden tomar previsiones a futuro y tener un panorama más claro de qué acciones tomar para evitar estas.

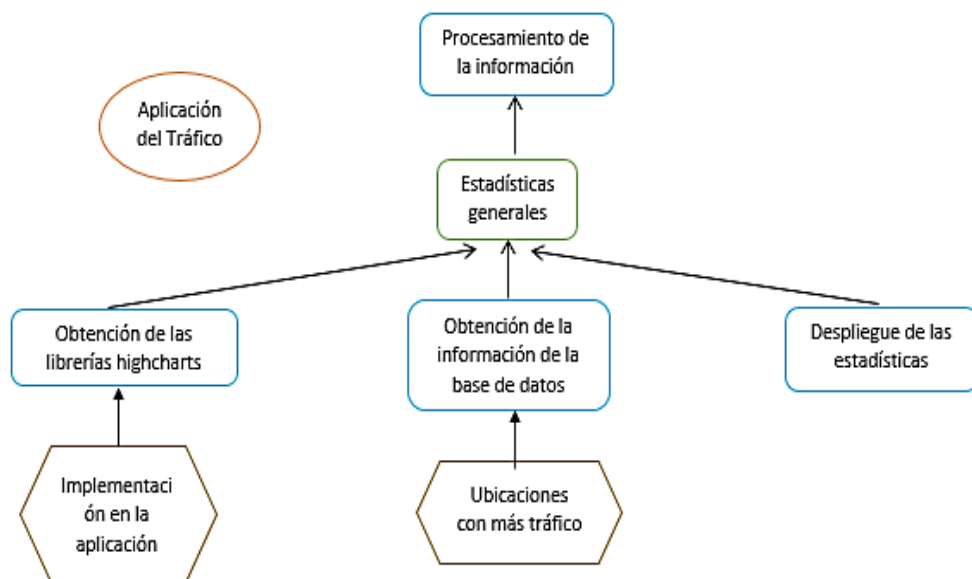


Figura 3.13: Diagrama de metas para la sexta iteración

Fuente: Elaboración propia

- **Planificación**

En esta iteración se pudo ver que existen varias formas para mostrar las estadísticas, ya sean por días, semanas o meses, pero se vio por conveniente mostrar las calles o avenidas con más bloqueos en los últimos 3 meses y las que más tráfico tuvieron en el último mes.

Historia de usuario	
<b>Numero:</b> 6	<b>Usuario:</b> Usuario final
<b>Nombre historia:</b> Estadísticas generales	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Media
<b>Puntos estimados:</b> 4	<b>Iteración asignada:</b> 6
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Estadísticas en dos formatos, la primera de barras que muestra las calles con más bloqueos, y la segunda en formato de área y que nos muestra las horas pico de las calles con más tráfico vial.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.17: Historia de Usuario 6

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 6.1.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 6
<b>Nombre de la tarea:</b> Librería para estadísticas generales	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 4
<b>Fecha inicio:</b> 16/09/2016	<b>Fecha fin:</b> 17/09/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Se referencia las librerías highcharts que se utilizaran para el despliegue de las estadísticas de la aplicación.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.18: Tarea de Ingeniería – Librería para estadísticas generales

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 6.2.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 6
<b>Nombre de la tarea:</b> Estadísticas generales	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 4
<b>Fecha inicio:</b> 18/09/2016	<b>Fecha fin:</b> 20/09/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Se genera las estadísticas para las calles con más bloqueos y las calles en las que más horas tienen tráfico vial, en base a los datos extraídos de la base de datos.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.19: Tarea de Ingeniería - Estadísticas generales

Fuente: Elaboración propia

Siempre es importante tener un vistazo general estadístico sobre las calles o avenidas en las que más incidencias existen hacia la interrupción del tráfico vial, es de esta forma que se vio por conveniente mostrar las calles con más bloqueos y tráfico.

- **Programación**

Se realiza una consulta a la base de datos, en este caso la tabla histórica, se utiliza la librería **highcharts** para poder desplegar estos diagramas, y así que el usuario tenga un mejor entendimiento sobre las calles con más incidencias, procedimiento que representa la historia de usuario número 6 y sus tareas son la numero 6.1 y 6.2.

- Liberación



Figura 3.14: Estadísticas generales de incidencias en el trafico vial

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1.7. SÉPTIMA ITERACIÓN

Además de las anteriores estadísticas generales, una forma aún más clara para los usuarios de poder percibir la información es plasmarla en un mapa de calor, en el cual se puede observar con mayor detalle las calles en las cuales tienen horas pico y por tanto mucho tráfico, en este caso esas lugares representados con puntos calientes que serán divididos por horas, a continuación vemos el diagrama de metas en la figura 3.14:



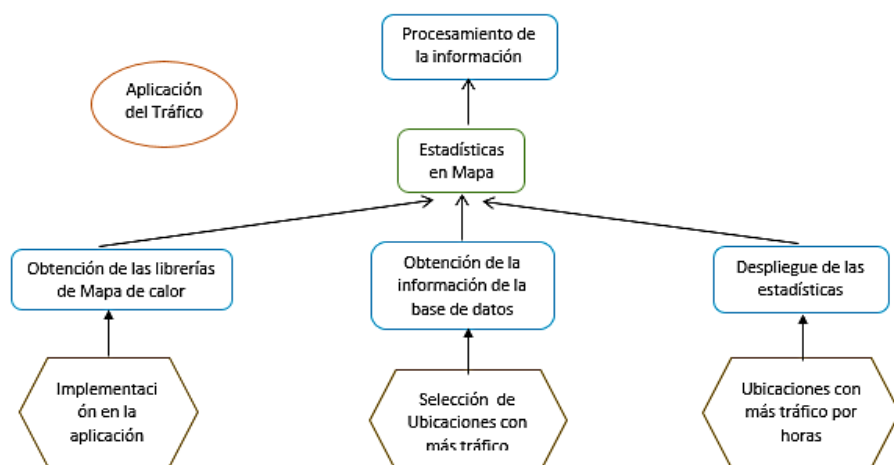


Figura 3.15: Diagrama de metas para la séptima iteración

Fuente: Elaboración propia

- **Planificación**

La planificación es esta iteración nos llevó a pensar cual sería la mejor forma de representar visualmente los puntos con más tráfico dividido por horas, donde la mejor respuesta que encontramos fue la de un mapa de calor, estos que son utilizados para representar el movimiento ya sea geográfico o de población, y que en este proyecto fue aplicado al movimiento masivo de los automóviles que circulan por nuestra ciudad.

Historia de usuario	
<b>Numero:</b> 7	<b>Usuario:</b> Usuario final
<b>Nombre historia:</b> Estadísticas en mapa de calor	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Media
<b>Puntos estimados:</b> 4	<b>Iteración asignada:</b> 7
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Visualización de un mapa estadístico en formato de mapa de calor, que nos muestra las calles con tráfico del ultimo anterior, dividido por horas.	
<b>Observaciones:</b> El horario de referencia es de 7:00 a 21:00	

Tabla 3.20: Historia de Usuario 7

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 7.1.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 7
<b>Nombre de la tarea:</b> Librería mapa de calor de Google	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 4
<b>Fecha inicio:</b> 20/09/2016	<b>Fecha fin:</b> 21/09/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Se referencia las librerías y métodos que se usaran para generar el mapa de calor, librería que nos brinda gran cantidad de métodos que utilizaremos, como el de aumentar el rango de los puntos de calor y también el de cambiar su color.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.21: Tarea de Ingeniería – Librería mapa de calor

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 7.2.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 7
<b>Nombre de la tarea:</b> Estadística en formato mapa de calor	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 4
<b>Fecha inicio:</b> 22/09/2018	<b>Fecha fin:</b> 25/09/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Se extraen los valores de la base de datos del último mes con las ubicaciones de las calles de tráfico vial, que dependerá del horario para mostrar los puntos en el mapa.	
<b>Observaciones:</b> El horario constara de las horas comprendidas entre las 7:00 y las 21:00	

Tabla 3.22: Tarea de Ingeniería – Estadísticas en formato mapa de calor

Fuente: Elaboración propia

Una forma aún más precisa para poder identificar estos puntos conflictivos y con más incidencias en el normal desarrollo del tráfico vial son los mapas de calor, ya que se decidió que un vistazo más exacto en el mapa histórico llevaría a los usuarios a prever con mayor facilidad los días y horas en los que pueden transitar ciertas rutas.

Es importante mencionar que este tipo de mapas se utilizan mucho para mostrar este gran movimiento en este caso de las incidencias en el tráfico vial.

- **Programación**

Se integra la librería de Google Maps para poder mostrar los puntos de diferente forma, en este caso puntos más llamativos en un orden histórico por calles y/o avenidas del Macrodistrito Centro de la ciudad de La Paz, posteriormente se extrae de la base de datos la información mostrada por horas, y para tal propósito también se introduce en la parte inferior un **range** que al moverlo nos muestra por horas, en este caso desde las 7:00 hasta las 21:00 los puntos de calor en las calles con más tráfico vial.

La historia de usuario para esta iteración es la numero 7 y sus tareas son la 7.1 y 7.2.

- **Liberación**



Figura 3.16: Estadísticas formato mapa de calor de incidencias en el trafico vial

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1.8. OCTAVA ITERACIÓN

Finalmente se llegó a la última iteración, iteración en la que se vio por conveniente un manual de ayuda en la misma aplicación, tanto para los administradores como para los usuarios de la misma, en la figura 3.16 se representa el diagrama de metas para esta iteración.

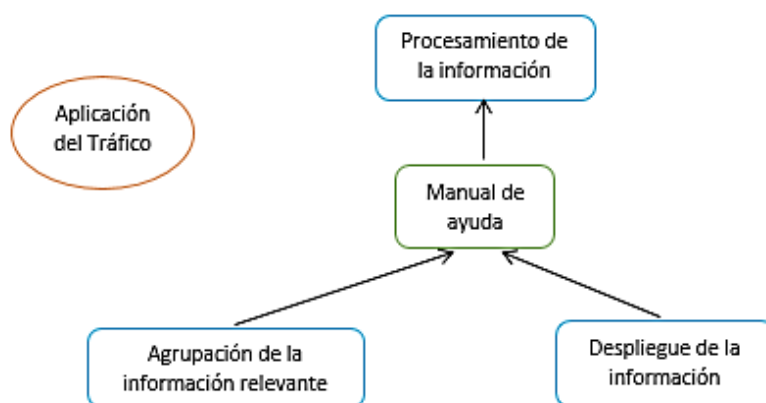


Figura 3.17: Diagrama de metas para la octava iteración

Fuente: Elaboración propia

- **Planificación**

Se trata de explicar de la forma más clara y sencilla los pasos para un correcto uso de la aplicación, y para poder usar mejor las opciones que esta contiene.

Historia de usuario	
<b>Numero:</b> 8	<b>Usuario:</b> Usuario final
<b>Nombre historia:</b> Manual de ayuda	
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Baja
<b>Puntos estimados:</b> 2	<b>Iteración asignada:</b> 8
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Manual para el uso correcto de la aplicación.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.23: Historia de Usuario 8

Fuente: Elaboración propia

Tarea de Ingeniería	
<b>Numero de tarea:</b> 8.1.	<b>Numero de historia de Usuario:</b> 8
<b>Nombre de la tarea:</b> Manual de ayuda	
<b>Tipo de tarea:</b> Desarrollo Desarrollo / Corrección / Mejora / Otra	<b>Puntos estimados:</b> 4
<b>Fecha inicio:</b> 28/09/2016	<b>Fecha fin:</b> 29/09/2016
<b>Programador responsable:</b> José Luis Soza	
<b>Descripción:</b> Se muestran las recomendaciones y pasos a seguir para un correcto manejo de la aplicación por parte del administrador y el usuario final	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla 3.24: Tarea de Ingeniería – Manual de ayuda

Fuente: Elaboración propia

- **Programación**

Se introduce los pasos a seguir tanto para el Administrador y para el Usuario, datos que se tratan de expresar de la forma más fácil y entendible para los mismos.

La historia de usuario que se vio representada en esta iteración fue la numero 8 y su tarea de ingeniería es la 8.1.

- **Liberación.**

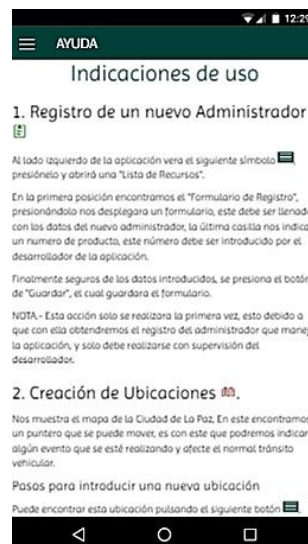


Figura 3.18: Ayuda para el manejo de la aplicación

Fuente: Elaboración propia

### **3.4. ESTABILIZACIÓN**

Luego de haber realizado la fase de producción se pasó a realizar la documentación, para que después se realice la presentación del prototipo.

#### **3.4.1. DOCUMENTACIÓN**

Se creó un manual de administrador y de usuario con el fin de facilitar el manejo de la aplicación para el Instituto de Investigaciones Geográficas.

#### **3.4.2. LIBERACIÓN**

En fecha 20 de Octubre de 2016 se realizó una presentación del prototipo de la aplicación al el Director del Instituto de Investigaciones Geográficas, el Ing. Javier Núñez Villalba.

### **3.5. PRUEBAS DEL SISTEMA**

Esta es la última fase del desarrollo de la aplicación según la metodología Mobile-D. El detalle de las pruebas realizadas a la aplicación será mostrado en el siguiente capítulo que es el de Pruebas de calidad y resultados.

# CAPITULO IV

## CALIDAD Y SEGURIDAD

## CAPITULO IV

### CALIDAD Y SEGURIDAD

Este capítulo tiene como objetivo, determinar la calidad de la aplicación móvil y los procedimientos de seguridad. La calidad dentro del desarrollo de software es muy importante, la calidad en este capítulo la verificaremos utilizando los parámetros de medición en nuestro caso consideraremos la norma ISO-9126.

Es importante hablar de que para las pruebas de usabilidad y eficiencia se utilizaron los test de usuario, test de la aplicación que se llevó a cabo por los becarios del IIGEO, los cuales probaron la aplicación en un entorno real, al final de las pruebas llenaron un formulario, en el cual nos basaremos para calcular los porcentajes de las pruebas mencionadas.

En el presente proyecto se evaluó la funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia y mantenibilidad.

#### 4.1. MÉTRICAS DE CALIDAD MODELO ISO-9126

##### 4.1.1. FUNCIONALIDAD

La funcionalidad se obtiene mediante un determinado “Punto Función” que se hacía en la notación empírica de medidas cuantitativas del dominio de información del software, el cual por formula tiene:

$$PF = cuenta\ total \times (0,65 + 0,01 \times \sum Fi)$$

Donde:

$\sum Fi$ , es el total del valor de ajuste.

Cuenta total, es la suma de todas las entradas del punto función.

- Calculo de  $\sum Fi$ .



Para el cual haremos uso de una escala de rangos de los valores de complejidad.

0	1	2	3	4	5
Sin importancia	Menor importancia	Moderado	Medio	Significativo	Esencial

Tabla 4.1: Valores de complejidad

Fuente: Elaboración propia

Ahora asignamos un valor a cada pregunta:

Numero	Factores de ajuste	Valor
1	¿Requiere el sistema copias de seguridad?	4
2	¿Se requiere comunicación de datos?	5
3	¿Existe funciones de procesamiento distribuido?	4
4	¿Es crítico el rendimiento?	3
5	¿Se ejecutara el sistema en un entorno operativo existente y utilizado	5
6	¿Se requiere entrada de datos?	5
7	¿Requiere la entrada de datos que las transacciones de entrada se hagan sobre múltiples pantallas u operaciones?	4
8	¿Se utilizan archivos maestros de forma interactiva?	4
9	¿Son complejas las entradas, salidas, los archivos o las peticiones?	4
10	¿Es complejo el procesamiento interno?	4
11	¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?	4
12	¿Están incluidas en el diseño la conversión y la instalación?	5
13	¿Se ha diseñado el sistema para soportar múltiples instalaciones en diferentes organizaciones?	5
14	¿Se ha diseñado la aplicación para facilitar los cambios y ser fácilmente utilizada por el usuario?	4
<b>TOTAL <math>\sum Fi</math></b>		<b>60</b>

Tabla 4.2: Valores de ajuste de complejidad

Fuente: Pressman, 2002

- Calculo de cuenta total

Para obtener el valor de cuenta total requerimos de la siguiente información:

- Número de entradas de usuario

Numero	Entradas de usuario	Cantidad
1	Ingreso a la aplicación de administrador	5
2	Ingreso a la pantalla de usuarios	5
<b>Total</b>		<b>10</b>

Tabla 4.3: Entradas de usuario  
Fuente: Elaboración propia

b) Número de salidas de usuario.

Numero	Salidas de usuario	Cantidad
1	Nueva ubicación	7
<b>Total</b>		<b>7</b>

Tabla 4.4: Salidas de usuario  
Fuente: Elaboración propia

c) Número de peticiones de usuario.

Numero	Peticiones de usuario	Cantidad
1	Mapa del trafico vial	5
2	Estadísticas generales	2
3	Estadísticas en mapa	2
<b>Total</b>		<b>9</b>

Tabla 4.5: Peticiones de usuario  
Fuente: Elaboración propia

d) Número de archivos.

Numero	Salidas de usuario	Cantidad
1	Almacenamiento interno de datos	5
<b>Total</b>		<b>5</b>

Tabla 4.6: Archivos de usuario  
Fuente: Elaboración propia

e) Numero de interfaces externas.

Numero	Interfaces externas	Cantidad
1	Base de datos (MySQL)	7
<b>Total</b>		<b>7</b>

Tabla 4.7: Interfaces externas  
Fuente: Elaboración propia

Finalmente al recopilar los datos anteriores, pasamos a calcular los factores de ponderación en la tabla 4.8.

Parámetros de medición	Cuenta	Factores de ponderación			Resultado
		Simple	Media	Complejo	
Número de entradas de usuario	10		x3		30
Número de salidas de usuario	7		x3		21
Número de peticiones de usuario	9		x3		27
Numero de archivos	5		x3		15
Numero de interfaces externas	7	x1			6
<b>Total</b>					<b>100</b>

Tabla 4.8: Calculo de puntos función

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando en la formula (1), obtenemos:

$$PF = 100 \times (0,65 + 0,01 \times 60)$$

$$PF = 125 \quad (2)$$

Luego obtenemos el FP inicial, calculando el valor máximo de  $\sum Fi$

$$PF_{ideal} = 100 \times (0,65 + 0,01 \times 70)$$

$$PF_{ideal} = 135 \quad (3)$$

Ahora dividimos (2) y (3) para obtener la función deseada:

$$\text{Funcionalidad} = \frac{PF}{PF_{ideal}} = \frac{125}{135} = 0,93 = 93\%$$

Mediante el uso de punto función se obtuvo una funcionalidad del 93%, el cual indica que el 93% de las veces la aplicación funciona correctamente.

#### 4.1.2. FIABILIDAD

La fiabilidad del software es la probabilidad de operación libre de fallos de un programa de computadora, en un entorno determinado y durante un tiempo específico. (Pressman, 2002)

Entonces una sencilla medida de fiabilidad es el tiempo medio entre fallos y está dado por:

$$TMEF = TMDF + TMDR \quad (1)$$

Donde:

TMEF es el tiempo medio entre fallos.

TMDF es el tiempo medio entre fallo.

TMDR es el tiempo medio de reparación.

Reemplazando en (1), obtenemos:

$$TMEF = 14 \text{ hrs. de trabajo} * 0,7 \text{ hrs. de reparación} = 9,8 \text{ hrs.}$$

Ahora debemos calcular la medida de disponibilidad del software, que será la probabilidad de que un programa funcione de acuerdo a los requisitos en un momento dado y se define como:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{TMDF}{TMDF + TMDR} = \frac{14 \text{ hrs}}{14 \text{ hrs} + 0,7 \text{ hrs}} = 0,95 = 95\%$$

El sistema obtuvo una fiabilidad de 95% el cual nos indica que de cada 100 veces que se utiliza la aplicación, 95 veces está libre de errores.

#### 4.1.3. USABILIDAD

La usabilidad es el grado en el que el software es fácil de usar, para comprobar la usabilidad consideramos un método de Test de usuario, el cual consiste en realizar una evaluación escrita después de las pruebas finales, así se obtienen los valores de las respuestas de los usuarios, es importante mencionar que la escala va del 1 al 5.

En el presente se utilizaron las preguntas descritas en la tabla 4.9:

Numero	Factor de ajuste	Usuarios				Valor obtenido
1	Es entendible	4	5	5	4	90
2	Puede ser utilizado fácilmente	5	4	5	4	90
3	Es atractivo a la vista	5	4	4	4	85
<b>Promedio</b>						<b>88</b>

Tabla 4.9: Valores de ajuste de usuario

Fuente: Pressman, 2002

La aplicación móvil obtuvo una usabilidad de 88%, esto puede ser representado como que de cada 100 personas, 88 no tienen dificultad para utilizarlo, y 15 necesitan ayuda, para esto se creó una ventana dedicada a la ayuda tanto para el usuario, como para el administrador.

#### 4.1.4. EFICIENCIA

La eficiencia es el grado en el que el software hace óptimo el uso de los recursos del sistema, la eficiencia está indicada por los tiempos de uso y recursos utilizados, el test de usuario que se utilizó va en una escala del 1 al 5.

Para la evaluación de la eficiencia se utilizó los datos descritos en la tabla 4.10.

Numero	Factor de ajuste	Usuarios				Valor obtenido
1	Es de respuesta rápida al registrar una nueva ubicación.	4	4	4	4	80
2	Es de respuesta rápida al eliminar una ubicación.	5	4	4	4	85
3	Responde adecuadamente al ver las ubicaciones en el mapa.	4	4	5	5	90
<b>Promedio</b>						<b>85</b>

Tabla 4.10: Factores de eficiencia

Fuente: Elaboración propia

El sistema obtuvo una eficiencia de 85%, el cual indica que los tiempos de respuesta del sistema de información y procesamiento de datos son aceptables, pero también dependen de la velocidad del internet para una mejor respuesta.

#### 4.3.5. MANTENIBILIDAD

No hay forma de medir directamente la facilidad de mantenimiento, por ello se debe utilizar medidas indirectas. (Pressman 2002).

La facilidad con la que una modificación es realizada, está dada por, la facilidad de análisis, facilidad de cambio, estabilidad y facilidad de prueba. Por lo tanto el programador debe hacerse las siguientes preguntas, ver tabla 4.11.

Numero	Factor de ajuste	Valor obtenido
1	Es fácil de analizar una falla de error.	90
2	Se puede identificar las partes que deben ser modificadas	92
3	Existe la facilidad de realizar cambios.	93
4	Los cambios permiten una mejor estabilidad	95
5	Los cambios mejoran la facilidad de pruebas	95
<b>Promedio</b>		<b>93</b>

Tabla 4.11: Factores de ajuste de mantenibilidad

Fuente: Elaboración propia

El sistema de información obtuvo una mantenibilidad de 93%, el cual nos indica que un esfuerzo necesario para realizar mantenimiento es mínimo.

#### 4.3.6. RESULTADOS

Para interpretar todos los resultados obtenidos en conjunto se necesita hacer el uso de la escala de medición de aceptabilidad.

Esta escala está dividida en tres partes:

- Insatisfactorio (0 - 40) %
- Aceptabilidad Marginal (41 - 60) %
- Satisfactorio (61 - 100) %

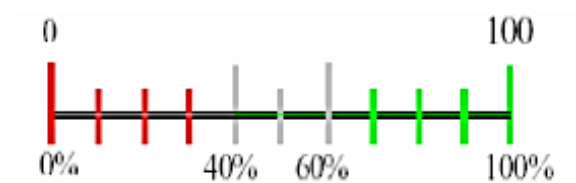


Figura 4.1: Escala de preferencia

Fuente: Olsina, 2000

Todos los resultados obtenidos de calidad se reflejan en porcentajes dando a conocer los resultados finales respecto a la usabilidad, funcionabilidad, confiabilidad y eficiencia. Este resumen de datos se muestra en la siguiente tabla 4.12.

Características	
Funcionalidad	93%
Fiabilidad	95%
Usabilidad	88%
Eficiencia	85%
Mantenibilidad	93%
<b>Calidad global del sistema</b>	<b>91%</b>

Tabla 4.12. Resumen de resultados obtenidos

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al resultado obtenido de calidad global se muestra que el sistema posee un índice de calidad del 91%, esto nos quiere decir que de cada 100 personas 91 personas consideran a la aplicación como un software de calidad.

## 4.2. SEGURIDAD

### 4.2.1 NORMA DE SEGURIDAD

La norma de seguridad, es aquella que nos ayuda a establecer las guías y los principios generales para iniciar, implementar, mantener y proporcionar la gestión de la seguridad de la información en una organización, una norma de seguridad está diseñada para asegurar la

selección de controles adecuados y proporcionar controles de seguridad que protejan los activos de información y den confianza a las partes interesadas (Paz, 2001).

La ISO 17799 es una norma internacional que ofrece recomendaciones para realizar la gestión de la seguridad de la información dirigidas a los responsables de iniciar, implantar o mantener la seguridad de una organización (Paz, 2001).

La ISO 17799 define la información como un activo que posee valor para la organización y requiere por tanto de una protección adecuada. El objetivo de la seguridad de la información es proteger adecuadamente este activo para asegurar la continuidad del negocio, minimizar los daños a la organización y maximizar el retorno de las inversiones y las oportunidades de negocio (Paz, 2001).

Según Paz (2001), la seguridad de la información se define como la prevención de:

- Confidencialidad, aseguramiento de que la información es accesible solo para aquellos autorizados a tener acceso.
- Integridad, garantía de la exactitud y completitud de la información y de los métodos de su procesamiento.
- Disponibilidad, aseguramiento de que los usuarios autorizados tienen acceso cuando lo requieren a la información y sus activos asociados.

El objetivo de la norma ISO 17799 es proporcionar una base común para desarrollar normas de seguridad dentro de las organizaciones y ser una práctica eficaz de la gestión de la seguridad (Paz, 2001).

La norma ISO 17799 establece diez dominios de control, ver figura 4.2, que cubren por completo la gestión de seguridad de la información (Paz, 2001):

- Política de seguridad.
- Aspectos organizativos para la seguridad.
- Clasificación y control de activos.
- Seguridad ligada al personal.
- Seguridad física y del entorno.



- Gestión de comunicaciones y operaciones.
- Control de accesos.
- Desarrollo y mantenimiento de sistemas.
- Gestión de continuidad del negocio.
- Conformidad con la legislación.

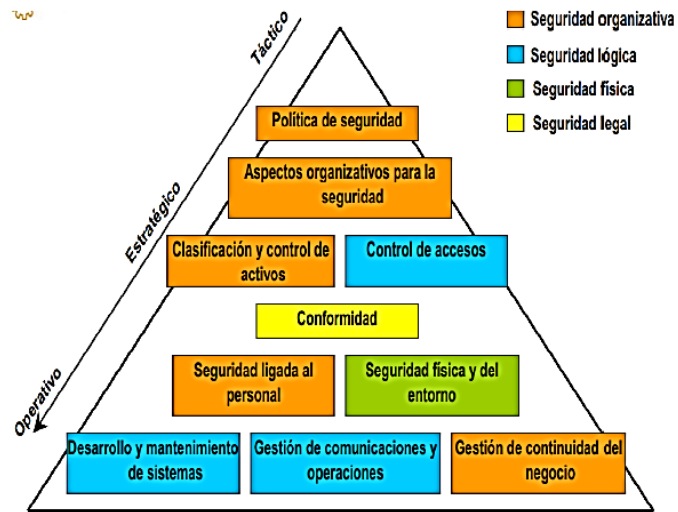


Figura 4.2: Pirámide de dominios de control

Fuente: Paz, 2001

La figura 4.2, muestra cómo se ordenan en diferentes niveles los 10 dominios de control que cubren por completo la gestión de seguridad de la información.

#### 4.2.1.1 POLÍTICA DE SEGURIDAD

El principal objetivo de esta política, es la de dirigir y dar soporte a la gestión de la seguridad de la información, algunas de las características importantes de esta política son:

- La alta dirección debe definir una política que refleje las líneas directrices de la organización en materia de seguridad, aprobarla y publicitarla de la forma adecuada a todo el personal implicado en la seguridad de la información.
- La política se constituye en la base de todo el sistema de seguridad de la información.

- La alta dirección debe apoyar visiblemente la seguridad de la información en la compañía.

#### **4.2.1.2 ASPECTOS ORGANIZATIVOS PARA LA SEGURIDAD**

Según Paz (2001), los objetivos de este factor de seguridad son:

- Gestionar la seguridad de la información dentro de la organización.
- Mantener la seguridad de los recursos de tratamiento de la información y de los activos de información de la organización que son accedidos por terceros.
- Mantener la seguridad de la información cuando la responsabilidad de su tratamiento se ha externalizado a otra organización.

#### **4.2.1.3 CLASIFICACIÓN Y CONTROL DE ACTIVOS**

Según Paz (2001), los objetivos de este factor de seguridad son:

- Mantener una protección adecuada sobre los activos de la organización.
- Asegurar un nivel de protección adecuado a los activos de información.

#### **4.2.1.4 SEGURIDAD LIGADA AL PERSONAL**

Según Paz (2001), los objetivos de este factor de seguridad son:

- Reducir los riesgos de errores humanos, robos, fraudes o mal uso de las instalaciones y los servicios.
- Asegurar que los usuarios son conscientes de las amenazas y riesgos en el ámbito de la seguridad de la información, y que están preparados para sostener la política de seguridad de la organización en el curso normal de su trabajo.
- Minimizar los daños provocados por incidencias de seguridad y por el mal funcionamiento, controlándose y aprendiendo de ellos.

#### **4.2.1.5 SEGURIDAD FÍSICA Y DEL ENTORNO**

Según Paz (2001), los objetivos de este factor de seguridad son:

- Evitar accesos no autorizados, daños e interferencias contra los locales y la información de la organización.
- Evitar pérdidas, daños o comprometer los activos así como la interrupción de las actividades de la organización.
- Prevenir las exposiciones a riesgo a robos de información y de recursos de tratamiento de información.

#### **4.2.1.6 GESTIÓN DE COMUNICACIONES Y OPERACIONES**

Según Paz (2001), los objetivos de este factor de seguridad son:

- Asegurar la operación correcta y segura de los recursos de tratamiento de información.
- Minimizar el riesgo de fallos en los sistemas.
- Proteger la integridad del software y de la información.
- Mantener la integridad y la disponibilidad de los servicios de tratamiento de información y comunicación.
- Asegurar la salvaguarda de la información en las redes y la protección de su infraestructura de apoyo.
- Evitar daños a los activos e interrupciones de actividades de la organización.
- Prevenir la pérdida, modificación o mal uso de la información intercambiada entre organizaciones.

#### **4.2.1.7 CONTROL DE ACCESOS**

Según Paz (2001), los objetivos de este factor de seguridad son:

- Controlar los accesos a la información.
- Evitar accesos no autorizados a los sistemas de información.
- Evitar el acceso de usuarios no autorizados.
- Protección de los servicios en red.
- Evitar accesos no autorizados a ordenadores.

- Evitar el acceso no autorizado a la información contenida en los sistemas.
- Detectar actividades no autorizadas.
- Garantizar la seguridad de la información cuando se usan dispositivos de informática móvil y teletrabajo.

#### **4.2.1.8 DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS**

Según Paz (2001), los objetivos de este factor de seguridad son:

- Asegurar que la seguridad está incluida dentro de los sistemas de información.
- Evitar pérdidas, modificaciones o mal uso de los datos de usuario en las aplicaciones.
- Proteger la confidencialidad, autenticidad e integridad de la información.
- Asegurar que los proyectos de tecnología de la información y las actividades complementarias son llevadas a cabo de una forma segura.

#### **4.2.1.9 GESTIÓN DE CONTINUIDAD DEL NEGOCIO**

Según Paz (2001), los objetivos de este factor de seguridad son:

- Reaccionar a la interrupción de actividades del negocio y proteger sus procesos críticos frente grandes fallos o desastres.

#### **4.2.1.10 CONFORMIDAD**

Según Paz (2001), los objetivos de este factor de seguridad son:

- Evitar el incumplimiento de cualquier ley, estatuto, regulación u obligación contractual y de cualquier requerimiento de seguridad.
- Garantizar la alineación y con la normativa derivada de la misma.
- Maximizar la efectividad y minimizar la interferencia de o desde el proceso de auditoría de sistemas.

## **4.2.2 DOMINIOS PARA LA SEGURIDAD DEL PRESENTE PROYECTO**

Una vez analizados los 10 dominios que propone la Norma 17799, se concluye que los dominios más adecuados para la evaluación de este proyecto de grado, son los siguientes:

### **4.2.2.1. POLÍTICA DE SEGURIDAD**

Se entregó un manual de uso y seguridad de la aplicación al Instituto de Investigaciones Geográficas, el cual será impartido a los administradores de la aplicación, incentivando el buen uso de la misma y la medidas de seguridad que deben llevar a cabo cada uno de ellos en su administración.

### **4.2.2.2. ASPECTOS ORGANIZATIVOS PARA LA SEGURIDAD**

El aspecto más importante que se tomó en cuenta y que se reflejara en muchos puntos es el de que solo el registro de una nueva ubicación solo podrá ser realizada por los miembros de una institución bien constituida, en este caso el Instituto de Investigaciones geográficas o el Gobierno Autónomo municipal de La Paz, aspecto por el cual partimos para los demás puntos tomados en cuenta y nombrados a continuación:

- En base a lo anteriormente mencionado cuando un administrador registra una nueva ubicación se guarda el ci de la persona, numero de producto y además la fecha y hora, datos que nos ayudan a tener una constancia de que administrador realizo dicha acción y sabríamos si se hizo un mal uso de la aplicación.
- La misma medida de que solo los funcionarios de una institución puedan administrar la aplicación nos da un amplio margen de seguridad referente a la integridad de los datos registrados y es el objetivo principal que persigue la aplicación en donde estos datos sean íntegros y seguros.

#### **4.2.2.3. CLASIFICACIÓN Y CONTROL DE ACTIVOS**

A continuación se nombran los puntos más importantes en la clasificación y control de activos:

- Se realizara inventarios de la información, como ser: recursos de la información (bases de datos), software (de la aplicación y herramientas de desarrollo).
- Se harán registros mensuales de los valores en la base de datos, para eliminar los registros corruptos que podrían corromper a los demás datos.
- Se valorara mensualmente la aplicación para un correcto registro de los datos.

#### **4.2.2.4 SEGURIDAD LIGADA AL PERSONAL**

Se tomaron en cuenta los siguientes puntos para la seguridad del personal:

- Se dará capacitación a los administradores de la aplicación las amenazas y riesgos en el ámbito de la seguridad informática, además de un correcto uso de la aplicación.
- Se mostrara a los administradores los posibles escenarios de fallas en el registro y actualización de los datos, y cuáles serían las posibles soluciones a estos.
- Cuando se realice un daño a la seguridad o mal uso de la aplicación se generara un reporte sobre el incidente, las causas y soluciones que se realizaron para poder resolverlo, y así tener un repositorio de los problemas que puedan suceder y sus soluciones para futuros problemas.

#### **4.2.2.5. GESTIÓN DE COMUNICACIONES Y OPERACIONES**

Los objetivos fijados en este factor de seguridad son:

- Cada 2 meses o cuando se presente una falla en alguna operación de la aplicación, especialmente en el registro o actualización de los datos se revisara y corregirá este error para una operación correcta y segura de los recursos de tratamiento de la información.

- Se utilizara el análisis negativo para poder reducir los riesgos y fallas en la aplicación, el cual consiste en pensar en los peores escenarios y así prevenir la mayor cantidad de problemas al administrar y las operaciones que realiza esta.
- Se realizaran correcciones a las vulnerabilidades detectadas.
- Es importante monitorear la base de datos en tiempo real para limitar su exposición, esto evitara intrusiones, y uso indebido de la misma.
- Finalmente se realizarán copias de seguridad de la base de datos cada semana, ya que si ocurrieran cualquier evento que dañe la información tendríamos el respaldo necesario de la información para poder solapar esta incidencia lo mejor posible.

#### **4.2.2.6. CONTROL DE ACCESOS**

Este punto es muy importante ya que resguardar la integridad de la información ya sea en su registro o en la base de datos misma, es la principal meta en el tema de seguridad, en donde los puntos que se tomaron en cuenta son los siguientes:

- El principal objetivo que se trazo fue el que en la aplicación de registro y actualización de la información fuera una institución consolidada y responsable que cuidara la integridad de los datos, objetivo que nos ayuda en gran medida a conocer quiénes son los administradores de la aplicación y cuál es la información administran en tiempo y espacio.
- El primer paso que se realiza para el manejo de la aplicación es el de registrar al administrador de la aplicación, para conocer más a fondo sobre este y así tener un registro más eficaz de los valores que administra.
- Para la encriptación se utilizara AES *Advanced Encryption Standard*, que se utilizara en Php donde los datos lleguen, posteriormente se los encriptara y guardará en la base de datos.
- Se monitoreará la base de datos en busca de usuarios o actividades no autorizadas para su inmediata corrección y puesta en marcha de actualización de la seguridad.

#### **4.2.2.7. DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS**

Para el desarrollo y mantenimiento se ha visto por conveniente los siguientes puntos:

- Tener la respectiva seguridad de los archivos del sistema y seguridad de los procesos de desarrollo y soporte, obteniendo los respectivos back ups en determinados momentos o cada cierto tiempo.
- Hacer revisiones tanto de la aplicación como de la base de datos para poder constatar un correcto funcionamiento.
- Si existiera fallas en la aplicación o en el registro de la base de datos inmediatamente se registraría y corregiría el fallo.
- Se realizaría el mantenimiento y monitoreo de la aplicación cada mes para detectar y solucionar fallas en su operabilidad.

#### **4.2.2.8. CONFORMIDAD**

Los puntos importantes en este factor son los siguientes:

- Se concientiza a los administradores de las normativas y obligaciones que tienen para una mejor administración y resguardo de la información.
- Una de las formas de tener un control de acceso o una auditoria en el acceso y uso de la aplicación móvil es el obtener y guardar en la base de datos un registro de accesos al sistema de cada dispositivo almacenando su número de producto con fecha y hora. Esto ayudara a realizar una auditoría de accesos realizados por cada dispositivo en su horario y fechas que se vayan registrando en la base de datos.



# CAPITULO V

## COSTO Y BENEFICIO

## CAPITULO V

### ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO

#### 5.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se va a mostrar los beneficios de la aplicación y su costo de desarrollo como tal.

Para realizar esto se hace uso de herramientas que nos ayudarán a calcular el Valor Actual Neto (VAN), el Costo / Beneficio (C/B) y la Taza Interna de Retorno (TIR).

Para poder sustentar el VAN se hará uso de “COCOMO II” que es una herramienta que nos ayuda a estimar el costo de la aplicación móvil basado en su tamaño. Después de realizar los cálculos necesarios para la obtención del costo, se estará en capacidad de afirmar si el proyecto es viable, sostenible y comprobar que es una buena opción invertir en el proyecto.

#### 5.2. COCOMO II

El Modelo Constructivo de Costes 2 o *Constructive Cost Model II* con sus siglas en inglés “COCOMO II” es un modelo que permite estimar el costo, el esfuerzo, el horario en la planificación de desarrollo de software, Cocomo II es la última ampliación importante del modelo Cocomo original publicado en 1981 “Cocomo 81”. Se compone por tres sub modelos, cada uno aumenta la fidelidad de la planificación y proceso de diseño del proyecto, estos sub modelos son básico, intermedio y detallado (Center for Systems and Software Engineering, 2000).

Este modelo fue desarrollado en a fines de los años 70 y comienzos de los 80 por Barry W. Boehm, exponiéndolo en su libro “*Software Engineering Economics*”. Cocomo II consta de tres modelos de estimación, estos modelos constan de las siguientes ecuaciones:

$$E=a (KLDC)^b \left[\frac{mes}{hombre}\right] \quad (1)$$

$$D=c(E)^d [mes] \quad (2)$$

$$P=\frac{E}{D} [hombre] \quad (3)$$

Donde:

E: Esfuerzo requerido por el proyecto por hombre-mes.

D: Tiempo requerido por el proyecto en meses.

P: Número de personas requerido por el proyecto.

a, b, c, d: Constantes con valores definidos, según cada sub modelo.

KLDC: Cantidad de líneas de código, en miles.

A la vez cada modelo se subdivide en distintos modos, ver tabla 5.1:

- **Modo orgánico:** Es un grupo pequeño de desarrolladores experimentados, desarrollo en un entorno familiar. El tamaño del software varía de unos pocos miles de líneas de código a unos 50 KLDC o 50000 líneas de código.
- **Modo semi-libre o semi-acoplado:** Corresponde a un esquema intermedio entre el orgánico y el rígido; el grupo de desarrollo puede incluir una mezcla de personas experimentadas y no experimentadas, posee un tamaño menor a 300 KLDC.
- **Modo rígido o empotrado:** El proyecto cuenta con fuertes restricciones, que pueden estar relacionadas con la funcionalidad y/o pueden ser técnicas. El problema a resolver es único siendo difícil basarse en la experiencia puesto que puede no existir.

Proyecto de software	a	b	c	d
Orgánico	2,4	1,05	2,5	0,38
Semi – Acoplado	3,0	1,12	2,5	0,35
Empotrado	3,6	1,20	2,5	0,32

Tabla 5.1: Coeficientes a, b, c, d de COCOMO II

Fuente: Pressman, 2002

### 5.3. COSTO DE LA APLICACIÓN

El costo de la aplicación estará planteada en tres partes: Costo Elaboración del software, costo elaboración del proyecto y costo total del software, el costo del software estará basado en el modelo de cálculo de costos mediante Puntos Función de la aplicación.

### 5.3.1. Costo del Software Desarrollado

Para obtener el número de punto función se utilizara la siguiente tabla de ponderación, para hallar la cantidad de puntos función que serán utilizados para encontrar la cantidad de líneas de código KLDC, esta tabla de factor de ponderación simple, medio y complejo esta ya definida desde el modelo Cocomo del año 2000, se toma en cuenta entradas de usuario, interfaz, salidas, archivos que utiliza la aplicación y peticiones o consultas que realiza el usuario. Ver tabla 5.2:

		Factores de ponderación			
Parámetros de medición	Cuenta	Simple	Media	Complejo	Resultado
Número de entradas de usuario	10		x3		30
Número de salidas de usuario	7		x3		21
Número de peticiones de usuario	9		x3		27
Numero de archivos	5		x3		15
Numero de interfaces externas	7	x1			7
<b>Total</b>					<b>100</b>

**Tabla 5.2.**Factor de Ponderación

**Fuente:** Elaboración propia

En la siguiente tabla 5.3 se presenta la tabla de complejidad de acuerdo a una serie de preguntas donde el valor varia de 0 a 5, siendo 0 no importante o sin influencia y 5 absolutamente esencial.

Numero	Factores de ajuste	Valor
1	¿Requiere el sistema copias de seguridad?	4
2	¿Se requiere comunicación de datos?	5
3	¿Existe funciones de procesamiento distribuido?	4
4	¿Es crítico el rendimiento?	3
5	¿Se ejecutara el sistema en un entorno operativo existente y utilizado	5
6	¿Se requiere entrada de datos?	5
7	¿Requiere la entrada de datos que las transacciones de entrada se hagan sobre múltiples pantallas u operaciones?	4
8	¿Se utilizan archivos maestros de forma interactiva?	4
9	¿Son complejas las entradas, salidas, los archivos o las peticiones?	4
10	¿Es complejo el procesamiento interno?	4
11	¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?	4
12	¿Están incluidas en el diseño la conversión y la instalación?	5
13	¿Se ha diseñado el sistema para soportar múltiples instalaciones en diferentes organizaciones?	5
14	¿Se ha diseñado la aplicación para facilitar los cambios y ser fácilmente utilizada por el usuario?	4
<b>TOTAL <math>\sum Fi</math></b>		<b>60</b>

Tabla 5.3: Valores de ajuste de complejidad

Fuente: Pressman, 2002

Para calcular la cantidad de Punto Función se tiene la siguiente ecuación:

$$PF = \text{Cuenta total} * [0,65 + (0,01 * \sum Fi)]$$

Aplicando esta fórmula se obtiene:

$$PF = 100 \times (0,65 + 0,01 \times 60)$$

$$PF = 125$$

En total se tiene un estimado de 468 puntos función, este resultado se tiene que convertir en KLDC, donde utilizaremos la siguiente tabla 5.4.

Lenguaje	Factor LDC/FP
C	99
C#	59
Java	53
JavaScript	53
VB.NET	60
ASP	36
Visual Basic	44

Tabla 5.4: Factor de correlación

Fuente: Cocomo II, 2000

Se tiene la siguiente ecuación para calcular el número de líneas de código o LDC:

$$LDC = PF * Factor\ LDC$$

Se utiliza el factor LDC de Java, es importante mencionar que se toma la media del valor, posee un factor de Líneas de Código de 53. Remplazando se obtiene:

$$LDC = 125 * 53$$

$$LDC = 6625$$

Convirtiendo en KLDC se obtiene:

$$KLDC = \frac{LDC}{1000}$$

$$KLDC = \frac{6625}{1000}$$

$$KLDC = 6,63$$

El factor de líneas de código en miles KLDC es 6,63.

A continuación obtenemos el cálculo del esfuerzo necesario para la programación de la aplicación. La ecuación que se utilizará para hallar el esfuerzo necesario en personas-mes es

la ecuación (1) descrita anteriormente. La aplicación como no supera las 50 KLDC es considerada de modo orgánico por lo cual los factores que posee son:

$$a = 2,4 \quad b=1,05 \quad c = 2,5 \quad d = 0,38$$

Reemplazando los datos en esta ecuación se obtiene:

$$E = 2,4 (6,63)^{1,05} \left[ \frac{\text{mes}}{\text{hombre}} \right]$$

$$E = 2,4 * 7,29 \left[ \frac{\text{mes}}{\text{hombre}} \right]$$

$$E = 17,5 \left[ \frac{\text{mes}}{\text{hombre}} \right]$$

Calculando el tiempo requerido en meses utilizando la ecuación (2) se obtiene:

$$D = 2,5(17,5)^{0,38} [\text{mes}]$$

$$D = 2,5 * 2,97 [\text{mes}]$$

$$D = 7,43 \approx 7 [\text{mes}]$$

Reemplazando el esfuerzo y el tiempo requerido en la ecuación (3), obtenemos el número de personas necesarias para realizar el proyecto.

$$P = \frac{17,5}{7,43} [\text{hombre}]$$

$$P = 2,36 \approx 2 [\text{hombre}]$$

En total se obtiene que el proyecto necesito un grupo de 2,36 personas, por lo cual redondeando al número más próximo se muestra que se necesita 2 personas entre programadores y diseñadores para realizar el proyecto.

El salario regular de un programador se encuentra entre 350\$us y 600\$us se tomará en cuenta el promedio con una total de 475\$us.

El costo mensual de desarrollo es calculado multiplicando el sueldo regular por el número de personas necesarias para el proyecto.

$$C_{mes} = P * S_{regular}$$

Remplazando los datos obtenidos anteriormente se obtiene:

$$C_{mes} = 2 * 475 [\text{\$us}]$$

$$C_{mes} = 950 [\text{\$us}]$$

El tiempo aproximado para desarrollar el proyecto fue de 11 meses entonces se calcula el costo total del proyecto que llegaría a ser:

$$C_{total} = C_{mes} * D [\text{\$us}]$$

$$C_{total} = 950 * 7 [\text{\$us}]$$

$$C_{total} = 6650 [\text{\$us}]$$

El costo total de la aplicación llegaría a ser 6650 \$us.

### 5.3.2. COSTO DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El costo de elaboración del proyecto está referido a los gastos realizados a lo largo de las diferentes fases de desarrollo de la aplicación. Esto se muestra en la siguiente tabla 5.5.

Detalle	Importe (\$us)
Análisis y diseño del proyecto	250
Material de escritorio	50
Internet	135
Otros	30
Licencia de Google Maps Trimestral	300
<b>Total</b>	<b>765</b>

Tabla 5.5: Gastos de desarrollo

Fuente: Elaboración propia



### 5.3.3. COSTO TOTAL DEL SOFTWARE

El costo total del software se lo obtiene de la sumatoria de los diferentes costos obtenidos hasta el momento, tales como el costo de desarrollo, costo de implementación y el costo de elaboración esto lo vemos expresado en la siguiente tabla, el costo de implementación es de 25 \$us que es el costo de la licencia para el acceso al Play Store de Google. Ver tabla 5.6.

Detalle	Importe (\$us)
Costo de desarrollo	6650
Costo de implementación	25
Costo de elaboración del proyecto	765
Total	7440

Tabla 5.6: Costo total de la aplicación

Fuente: Elaboración propia

### 5.4. VALOR ACTUAL NETO

El Valor actual neto o VAN es un procedimiento que nos permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. El método consiste en descontar al momento actual todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le realiza un valor inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto. Para calcular el valor actual del proyecto se tiene la siguiente formula:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

P: es el valor actual.

F: es el monto de dinero a calcular.

i: es el interés a utilizar en porcentajes.

n: es número de años.

Para calcular el valor actual neto del proyecto se tiene la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{n=1}^m \frac{P_{ganancias}}{(1+i)^n} - \sum_{n=1}^m \frac{P_{costos}}{(1+i)^n}$$

La anterior ecuación puede ser representada mediante una tabla para hallar el valor actual neto del proyecto, para este caso usaremos un interés de 10% ( $i = 10\% = 0,10$ ), ya que es la tasa actual de interés de préstamo en las entidades financieras. Ver tabla 5.7.

Para el cálculo de los ingresos, se considera el uso del sistema por 1000 usuarios por día, tomando solamente unos 100 días al año, con lo que se obtiene una ingreso de aproximadamente 19500 \$us/año con un incremento del 3% para los siguientes años, que reportan ingresos como se puede aprecia en la siguiente tabla:

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso por uso APP	19500	20085	20687	21308	21947
<b>Total Ingresos</b>	<b>19500</b>	<b>20085</b>	<b>20687</b>	<b>21308</b>	<b>21947</b>

Tabla 5.7. Ingresos proyectados

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de los egresos se consideran los gastos incurridos por concepto de mantenimiento y actualización de la aplicación consistentes en:

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materiales Directos					
Hojas	85	89	94	98	103
Material Escritorio	200	210	220	231	241
Alquiler Dominio					
Alquiler anual Dominio	350	350	350	350	350
Remuneración Personal					
Sueldo encargado	6000	6000	6000	6000	6000
Sueldos usuarios (4 personas al 30%)	7200	7200	7200	7200	7200
Previsión Social (25%)	3300	3300	3300	3300	3300
Actualización y ampliación APP					
Actualización sistema	200	200	200	200	200
<b>Total Costos Directos</b>	<b>17335</b>	<b>17349</b>	<b>17364</b>	<b>17379</b>	<b>17394</b>
Costos indirectos					
Comunicaciones	140	140	140	140	140
Capacitación Personal	200	200	200	200	200
Mantenimiento equipos	240	240	240	240	240
Actualización equipos	100	110	115	120	125

<b>Total Costos indirectos</b>	<b>680</b>	<b>690</b>	<b>695</b>	<b>700</b>	<b>705</b>
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>18015</b>	<b>18039</b>	<b>18059</b>	<b>18079</b>	<b>18099</b>

Tabla 5.8: Egresos proyectados

Fuente: Elaboración propia

En la tabla precedente se toman en cuenta las siguientes observaciones

- Se considera un 5% anual de incremento en materiales
- No se incrementan los sueldos. Los usuarios son personal de instituciones que se encargan de subir información a la aplicación (solo se considera el 30% de su sueldo mensual)
- La actualización del sistema corresponde a mejoramiento de la APP

Para el cálculo del VAN y de la TIR se utiliza el Flujo de Caja, representado en el siguiente cuadro:

<b>DETALLE</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Ingresos		19500	20085	20687	21308	21947
Egresos	7440	18015	18039	18059	18079	18099
<b>Flujo de Caja</b>	<b>-7440</b>	<b>1485</b>	<b>2046</b>	<b>2628</b>	<b>3229</b>	<b>3848</b>

Tabla 5.9. Flujo de Caja

Fuente Elaboración propia

El Valor Actual Neto (VAN) se define como la sumatoria de los flujos de caja anuales actualizados, menos la inversión inicial. Con este indicador de evaluación se conoce el valor del dinero actual (hoy) que va a recibir el proyecto en el futuro, a una tasa de interés y un periodo determinado, a fin de comparar este valor con la inversión inicial.

<b>Valor del VAN</b>	<b>Interpretación</b>
<b>VAN &gt; 0</b>	El proyecto es rentable.

<b>VAN = 0</b>	El proyecto es rentable, porque ya está incorporada la ganancia de la tasa de interés.
<b>VAN &lt; 0</b>	El proyecto no es rentable.

Tabla 5.10: Interpretación del VAN

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la fórmula del VAN tenemos:

$$VAN = \frac{1485}{(1 + 0.1)^1} + \frac{2046}{(1 + 0.1)^2} + \frac{2628}{(1 + 0.1)^3} + \frac{3229}{(1 + 0.1)^4} + \frac{3848}{(1 + 0.1)^5} - 7440$$

$$VAN = 2170.12 \text{ \$US}$$

Al ser nuestro valor del VAN obtenido superior a 0, se puede concluir que el proyecto es rentable y es viable realizarlo.

### 5.5. TASA INTERNA DE RETORNO

Cuando el VAN toma un valor igual a 0, nuestro valor “*i*” pasa a llamarse Tasa interna de Retorno o TIR. La variable TIR es la rentabilidad que nos está proporcionando el proyecto. Podemos hallar esta variable con la siguiente ecuación:

$$TIR = 0 = \sum_{n=1}^m \frac{P_{ganancias}}{(1+i)^n} - \sum_{n=1}^m \frac{P_{costos}}{(1+i)^n}$$

Esta ecuación puede ser también representada con la siguiente tabla 5.9, para el cálculo del interés se utilizará 3% que es el interés actual de ahorro en las entidades financieras.

Para el cálculo de la TIR el VAN debe adquirir un valor de 0, el mismo que se los obtiene mediante tanteo, hasta conseguir el primer VAN negativo, que es cuando se considera la rentabilidad mínima exigida por el proyecto que permite recuperar la inversión inicial, cubrir los costos y obtener beneficios. Para este proyecto la Tasa Interna de Retorno se calcula mediante la siguiente formula;

$$0 = \frac{1350}{(1 + 0.19)^1} + \frac{1691}{(1 + 0.19)^2} + \frac{1974}{(1 + 0.19)^3} + \frac{2205}{(1 + 0.19)^4} + \frac{2389}{(1 + 0.19)^5} - 7440$$

De donde se desprende que la TIR es:

$$\text{TIR} = 19.18\%$$

Concluyéndose que el proyecto es rentable, porque la  $\text{TIR} > \text{TD}$  (mayor a la Tasa de Descuento)

## 5.6. COSTO / BENEFICIO

Para hallar el costo / beneficio de un proyecto se aplica la siguiente ecuación:

$$\frac{C}{B} = \frac{\sum \text{Ganancias}}{\sum \text{Costos}}$$

Reemplazando los valores obtenidos se tiene:

$$\frac{C}{B} = \frac{103597}{97731}$$

$$\frac{C}{B} = 1.06$$

Este resultado nos muestra que por cada dólar invertido en el proyecto de una aplicación móvil, la empresa tiene una ganancia de 1,06 \$us.

# CAPÍTULO VI

## CONCLUSIONES Y

## RECOMENDACIONES

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. CONCLUSIONES**

Una vez concluido el proyecto de grado, habiendo realizado el análisis, desarrollo e implementación del sistema, se ha logrado alcanzar el objetivo principal planteado, llegando a las siguientes conclusiones:

- Existe congestionamiento en el Macrodistrito Central de la ciudad de La Paz que ocasiona malestar general, perdidas económicas y demás a consecuencia de bloqueos de organizaciones sociales, accidentes de tránsito, y embotellamientos.
- Se ha logrado desarrollar una aplicación móvil para dispositivos móviles que muestra el estado del tráfico vial en el Macrodistrito Centro de la ciudad de La Paz en base a Mapeo Colaborativo.
- La aplicación genera información inmediata y confiable proporcionada por los colaboradores institucionales.
- Se cuenta con una herramienta de fácil manejo para que los usuarios utilicen la información proporcionada que les permita evitar calles y avenidas congestionadas.
- La aplicación proporciona estadísticas del congestionamiento vehicular en determinados horarios que se constituye en una información útil para el usuario.

#### **6.2. RECOMENDACIONES**

Se proponen las siguientes recomendaciones, con el fin de buscar el mejoramiento del sistema:

- Búsqueda por calles y/o avenidas para que la información sea más ágil y personalizada.
- Consultas de estadísticas en base al requerimiento del usuario.
- Utilizar diferentes tipos de mapas para una mejor visualización de los eventos que afectan el tráfico vehicular.

- Modificar la aplicación para que la información recibida sea en tiempo real en base a las nuevas tecnologías existentes.
- Replicar la aplicación como tal en otras ciudades del estado.
- Buscar la colaboración de entidades públicas (Alcaldía, EPSAS, Electropaz, tránsito y otras) para desarrollar una base de datos más confiable e integrada.
- Ampliación de la cobertura de la aplicación a otros Macrodistritos de la ciudad de La Paz donde existan problemas de congestionamiento vehicular.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Amparo, M. (2014). *Introducción a las infraestructuras de datos espaciales*.  
Disponible en: <<https://www.ign.es/ign/layoutIn/libDigitalesPublicaciones.do#resp-libro-IDEE>>  
[Consulta: Mayo del 2016].
2. Bolaños, B. (2013). *Diseño de la investigación del proyecto dante sistema móvil para la notificación, ubicación y alerta de incidentes y áreas de peligro en la ciudad de Guatemala* (Proyecto de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.  
Disponible en: <[biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0653\\_CS.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0653_CS.pdf)>  
[Consulta: Mayo del 2016].
3. CUPI J. M. (2014). *Georreferenciación y su uso en smartphones para la localización de personas* (Tesis de Grado), Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.  
[Consulta: Junio del 2016].
4. Gaona R., Varela, D. Vélez, I. (2012). *Cartografía social como metodología participativa y colaborativa de investigación en el territorio afro descendiente de la Cuenca Alta del río Cauca*. Revista Colombiana de Geografía 21(2): 59-73  
Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281823592005>>  
[Consulta: Junio del 2016]
5. Olaya, V. (2011), *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, España: CreateSpace Independent Publishing Platform.  
[Consulta: Mayo del 2016].
6. Rodríguez, D. (2013). *Desarrollo de aplicaciones SIG móviles basadas en web mediante primefaces mobile para el manejo de información de los bienes inmuebles patrimoniales de la ciudad de cuenca* (Tesis de Grado), Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.  
Disponible en: <<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3132>>

7. Gobierno Autónomo municipal de La Paz, Dossier Estadístico. 2011 [fecha de consulta: 29 de Junio de 2016]. Disponible en:

<<https://es.scribd.com/doc/38791848/Dossier-Estadistico-del-Municipio-de-La-Paz>>.

8. Blanco, P., Camarero, J. *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles Introducción al desarrollo con Android y el iPhone*. 2011 [fecha de consulta: 03 de Agosto de 2016]. Disponible en: < [http://www.adamwesterski.com/wp-content/files/docsCursos/Agile\\_doc\\_TemasAnv.pdf](http://www.adamwesterski.com/wp-content/files/docsCursos/Agile_doc_TemasAnv.pdf) >.

9. Lemmens, R., *Cartografía Colaborativa y Crowdsourcing*. 2011 [fecha de consulta: 10 de Septiembre de 2016].

Disponible en: < <https://sites.google.com/site/mapmakerpedia/maps-101/collaborative-mapping-crowdsourcing> >