



---

---

# **Desarrollo de una aplicación informática para realizar cálculos de tiempo de evacuación de zonas de riesgo, bajo la plataforma de .NET**

Víctor Manuel Fraide Arroyo  
Ricardo Eugenio Arredondo Ortiz  
Eric Antonio Ramos Acosta

**Publicación Técnica No. 578  
San Fandila, Qro, 2020**



---

**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**  
**INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Desarrollo de una aplicación informática para  
realizar cálculos de tiempo de evacuación de zonas  
de riesgo, bajo la plataforma de .NET**

**Publicación Técnica No. 578**  
**San Fandila, Qro, 2020**

---



Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Transporte Integrado y Logística, del Instituto Mexicano del Transporte, por M.I. y M.E. Ricardo Eugenio Arredondo Ortiz, M.I. Eric Antonio Ramos Acosta e Ing. Víctor Manuel Fraide Arroyo.

El trabajo es un producto derivado del proyecto de investigación interna TI-03/14, "Análisis de riesgos y evaluación de la vulnerabilidad vial. Propuestas para evacuación de poblaciones en zonas de muy alto riesgo: caso Villahermosa".

Se agradece la valiosa asesoría brindada por M.S.C. José Alejandro Ascencio Laguna, para la instalación del motor de base de datos de MySQL. También se agradece el apoyo del Lic. Felipe Francisco Montiel Olguín, director de la Unidad Académica de Chapulhuacán, de la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji, que permitió el enlace entre dicha universidad y el IMT.

También se destaca el invaluable apoyo del Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue, que fue fundamental para las gestiones internas que facilitaron el trabajo de los involucrados.

La investigación permitió la obtención del grado en Ingeniería en Tecnologías de la Información, por la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji, de Víctor Manuel Fraide Arroyo y el grado de Maestro en Ingeniería en Transporte y Comunicación Terrestre, por la Universidad Autónoma de Guadalajara, Campus Tabasco, de Eric Antonio Ramos Acosta, ambos bajo la dirección y supervisión del investigador Ricardo Eugenio Arredondo Ortiz.

Se agradece el apoyo de Abraham Cortés Ronquillo y de Raúl Beristain Álvarez, para la edición en formato DOCX del documento original, así como las observaciones de Ariadna Sánchez Loo sobre el cumplimiento del formato institucional. Inapreciable el apoyo de Citlaly López Morales, para agregar las correcciones finales al documento editado.



# Contenido

---

1	Definición del proyecto.....	3
1.1	Antecedentes .....	3
1.2	Planteamiento del problema.....	4
1.3	Justificación.....	6
1.4	Objetivo general .....	6
1.5	Objetivos específicos .....	6
2	Marco teórico .....	9
2.1	¿Qué es un GIS (SIG)?.....	9
2.1.1	ArcGIS .....	10
2.1.2	TransCAD.....	12
2.2	Microsoft visual studio C# .....	13
2.2.1	Versiones.....	13
2.2.2	Características de MySQL.....	15
3	Supuestos técnicos.....	17
4	Descripción de la propuesta de solución .....	19
4.1	Propuesta de solución al planteamiento del problema .....	19
4.2	Análisis de la información.....	24
4.3	Procedimientos matemáticos utilizados para el cálculo del tiempo .....	39
4.4	Determinación de requerimientos del sistema .....	42
4.4.1	Requerimientos Funcionales .....	42
4.4.2	Requerimientos no funcionales.....	42
4.5	Características de los requerimientos .....	43
4.6	Definición de los datos de entrada .....	48
4.7	Definición de los datos de salida .....	50
4.8	Diagramas UML .....	54
4.8.1	Diagrama de caso de uso .....	54
4.8.2	Contratos de caso de uso.....	55

4.9	Diagrama de Clases.....	61
4.10	Diagrama de secuencias.....	62
4.11	Diagrama de Objetos .....	67
4.12	Diagramas de estado .....	68
4.13	Diagrama de actividades.....	74
4.14	Diagrama de componentes .....	75
4.15	Diagramas de Colaboración.....	76
4.16	Diagrama de despliegue .....	81
4.17	Diseño de base de datos .....	82
4.17.1	Diagrama Entidad Relación .....	82
4.17.2	Diagrama relacional.....	83
4.17.3	Script de base de datos .....	84
4.18	Diseño de pantallas. ....	86
4.18.1	Descripción de pantallas.....	86
4.19	Codificación de pantallas .....	91
4.19.1	Botón para calcular reporte de velocidades.....	91
4.19.2	Botón para calcular recorrido.....	92
4.19.3	Validación de números decimales en cajas de texto .....	94
4.19.4	Llamado de algunos formularios.....	94
4.19.5	Método de limpieza de cajas de texto.....	95
4.19.6	Método de limpieza en el formulario .....	95
4.19.7	Método de exportación de datos a Excel.....	96
4.19.8	Método para pasar datos de un formulario a otro formulario por medio de los controles.....	97
4.19.9	Envío de datos de formulario .....	97
4.19.10	Método para pasar el tiempo a la calculadora.....	97
4.19.11	Método para pasar las velocidades al panel 1 .....	98
4.19.12	Método de para calcular el tiempo de todos los recorridos de la evacuación.....	99
5	Evaluación de resultados y análisis del producto .....	103
5.1	Programación de pruebas .....	103

---

5.2	Realización de correcciones .....	106
5.3	Estado del Arte.....	107
	Conclusiones.....	111
	Referencias bibliográficas.....	113
	Referencias Web .....	113
	Anexo 2. Recomendaciones técnicas para utilizar el programa .....	119
	Anexo 3. Ficha técnica para la instalación de ArcGIS.....	121
	Sistemas operativos compatibles .....	121
	Requisitos de hardware .....	122
	Requisitos de Software .....	123
	Requisito de Internet Explorer: .....	123
	Requisito de Python para geoprocesamiento: .....	123
	<input type="checkbox"/> Parche de Microsoft WinHelp para Windows 7 y Windows Vista: .....	123
	Anexo 4. Manual del usuario .....	125
	Anexo 5. Manual de instalación de servidor MySQL versión 5.0.18 e instalación de conector para .NET versión 6.0.....	143
	Instalación de MySQL-5.0.18- para Windows 32.....	143
	Instalación de conector .NET.....	153
	Anexo 6. Manual de instalación de la aplicación Calculadora de tiempos de evacuación .....	157

# Índice de figuras

---

Figura 1.1. Mapa de Villahermosa con los puntos de reunión y los refugios previstos para albergues. ....	
Figura 2.1 Arquitectura de un SIG.....	9
Figura 2.2 Uso de capas en el trabajo de un SIG.....	10
Figura 2.3. Vista del ambiente de trabajo de ArcGIS .....	11
Figura 2.4. Ambiente de trabajo de TransCAD.....	12
Figura 4.1. Diagrama de ruta critica .....	24
Figura 4.2 Zona de inundación de Tabasco en 2007: .....	
Figura 4.3. Geo-localización de las Localidades afectadas en 2007 .....	
Figura 4.4. Geo-localización de los templos potencialmente utilizables como refugios .....	
Figura 4.5. Geo-localización de todos los refugios identificados utilizables en la ciudad.....	
Figura 4.6. Geo-localización de los puntos de reunión ubicados en la colonia llamada Gaviotas.....	
Figura 4.7. Mapa de Villahermosa que muestra los puntos de reunión de los lugares de muy alto riesgo y los albergues localizados en zonas de menor riesgo. .	
Figura 4.8. Información creada de la importación de datos del formato kml al formato propio de TransCAD (dbd) .....	35
Figura 4.9. Información de los refugios .....	
Figura 4.10. Matriz de distancia obtenida con TransCAD .....	
Figura 4.11. Matriz de solución del problema de transporte.....	39
Figura 4.12. Diagrama de casos de uso.....	54
Figura 4.13. UML de clases.....	61
Figura 4.14. Diagrama con secuencias de calculadora .....	62
Figura 4.15. Secuencia de formulario para ascensos y descensos.....	63
Figura 4.16. Secuencia para formulario de velocidad .....	64

---

Figura 4.17. Secuencia para formulario de especificaciones .....	65
Figura 4.18. Secuencia de formulario opciones de base de datos .....	66
Figura 4.19. Diagrama de objetos .....	67
Figura 4.20. Diagrama de estado para formulario de especificaciones.....	68
Figura 4.21. Diagrama de estado para formulario de velocidades .....	69
Figura 4.22. Diagrama de estado para formulario principal.....	70
Figura 4.23. Diagrama de estado para formulario principal para el cálculo de un solo recorrido.....	71
Figura 4.24. Diagrama de estado para formulario principal para el cálculo de evacuación completa.....	72
Figura 4.25. Diagrama de estado para formulario principal para datos de las unidades de transporte.....	73
Figura 4.26. Diagrama de actividades.....	74
Figura 4.27 Diagrama de componentes .....	75
Figura 4.28. Diagrama de colaboración en pantalla principal.....	76
Figura 4.29. Diagrama de colaboración para formulario de especificaciones .....	77
Figura 4.30. Diagrama de colaboración para formulario de ascensos y descensos .....	78
Figura 4.31. Diagrama de colaboración para el formulario de borrar datos .....	79
Figura 4.32. Diagrama de colaboración para formulario de carga de archivos ....	80
Figura 4.33. Diagrama de despliegues.....	81
Figura 4.34. Entidad relación.....	82
Figura 4.35. Relacional para base de datos .....	83
Figura 1.36. Componentes de la calculadora de tiempos de evacuación .....	86
Figura 1.37. Formulario para especificaciones de vehículos de evacuación.....	88
Figura 1.38. Formulario para los tiempos de ascenso y descenso a los vehículos de evacuación.....	89
Figura 1.39. Formulario para las velocidades de recorrido de los vehículos de evacuación.....	90

Figura 1.1. Escenario de evacuación utilizando autobuses de transporte público.....109

Figura 1.2. Escenario de evacuación utilizando vehículos particulares, por horas de contingencia.....110

## Índice de tablas

---

Tabla 4.1. Lista de actividades de proyecto .....	20
Tabla 4.2. Diagrama de hitos .....	21
Tabla 4.3. Matriz de secuencias.....	22
Tabla 4.4. Matriz de tiempos .....	23
Tabla 4.5 Relación de escuelas con potencial para funcionar como refugios temporales.....	25
Tabla 4.6 Relación de templos identificados como refugios potenciales.....	26
Tabla 4.7 Características de los requerimientos formulario calculadora .....	43
Tabla 4.8 Características de los requerimientos formulario Velocidades .....	44
Tabla 4.9 Características de los requerimientos formulario de ascenso y descenso de pasajeros.....	45
Tabla 4.10 Características de los requerimientos formulario Visor de datos.....	46
Tabla 4.11 Características de los requerimientos formulario especificaciones .....	47
Tabla 4.12 Datos de entrada formulario calculadora.....	48
Tabla 4.13 Datos de entrada formulario velocidades .....	49
Tabla 4.14 Datos de entrada formulario tiempos de ascenso y descenso .....	49
Tabla 4.15 Datos de salida formulario Calculadora.....	50
Tabla 4.16 Datos de salida formulario vista de datos.....	51
Tabla 4.17 Datos de salida formulario velocidades .....	53
Tabla 4.18 datos de salida formulario tiempos de ascenso y descenso.....	53
Tabla 4.19 Contrato de caso de uso para calculadora .....	55
Tabla 4.20 Contrato caso de uso vista de datos .....	58
Tabla 4.21 Contrato de caso de uso tiempos de ascenso y descenso.....	59
Tabla 4.22 Contrato caso de uso velocidades.....	60
Tabla 23 Programación de pruebas .....	103
Tabla 24 Estado del arte .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>



# Sinopsis

---

Este proyecto presenta el desarrollo de una calculadora de tiempos de evacuación para zonas expuestas a emergencias hidrometeorológicas y es parte del trabajo de investigación denominado “Análisis de riesgos y vulnerabilidad vial en el estado de Tabasco, caso Villahermosa”. La herramienta permite apoyar la toma de decisiones para prevenir posibles desastres futuros que pudiesen acontecer en zonas del país durante los periodos de lluvias, ciclones o huracanes.

El proyecto estima los tiempos de evacuación, usando una metodología para realizar movimientos de grandes masas de personas, desplazándolas por medio de diversas opciones de transporte, desde puntos de recolección específicos hacia albergues previamente identificados, a bajas velocidades y circulando por carriles dedicados a la evacuación. El trabajo presenta el desarrollo de las herramientas computacionales que se vieron involucradas, el cual incluye el análisis de las áreas geo-espaciales y el tratamiento de este tipo de datos e información para la creación de diversos tipos de presentación de la información tales como, mapas, matrices, tablas de datos entre otros.

# Abstract

---

This project presents the development of a calculator for estimating evacuation times, from areas exposed to hydrometeorological emergencies, as part of the research work entitled "Analysis of risks and road vulnerability in the state of Tabasco, Villahermosa case". The tool allows supporting the decision making process to prevent possible future disasters that occur in areas of the country during periods of rain, cyclones or hurricanes.

The project estimates the evacuation times, using a methodology to perform movements of large masses of people, displacing them through various transportation options. . The work presents the development of the computational tools that are involved, which includes the analysis of the geo-spatial areas and the treatment of this type of data and information for the creation of various types of presentation of information such as stories, maps, matrices, data tables, among others.

# Resumen ejecutivo

---

Este proyecto presenta el desarrollo de una calculadora de tiempos de evacuación para zonas expuestas a emergencias hidrometeorológicas y es parte del trabajo de investigación denominado “Análisis de riesgos y vulnerabilidad vial en el estado de Tabasco, caso Villahermosa”. La herramienta permite apoyar la toma de decisiones para prevenir posibles desastres futuros que pudiesen acontecer en zonas del país durante los periodos de lluvias, ciclones o huracanes.

El proyecto estima los tiempos de evacuación, usando una metodología para realizar movimientos de grandes masas de personas, desplazándolas por medio de diversas opciones de transporte, desde puntos de recolección específicos hacia albergues previamente identificados, a bajas velocidades y circulando por carriles dedicados a la evacuación. El trabajo presenta el desarrollo de las herramientas computacionales que se vieron involucradas, el cual incluye el análisis de las áreas geo-espaciales y el tratamiento de este tipo de datos e información para la creación de diversos tipos de presentación de la información tales como, mapas, matrices, tablas de datos entre otros.

El primer capítulo muestra la definición del proyecto, mientras que el segundo presenta el marco teórico utilizado. En el capítulo 3 se presentan los supuestos técnicos y el capítulo 4 describe la propuesta de solución, con el análisis de la información y el procedimiento matemático utilizado para el cálculo del tiempo. En esta parte, se determinan los requerimientos del sistema, tanto funcionales como no funcionales, así como la definición de los datos de entrada y de salida.

El trabajo presenta una extensa descripción de los diagramas UML, de clase, de secuencia y de objetos, para la programación. También se presenta el diagrama de colaboración, despliegue y el diseño de la base de datos, así como el diseño de pantallas y codificación de las mismas.

En el capítulo 5 se hace una evaluación de resultados y el análisis del producto.

En las conclusiones destaca la importancia de utilizar los vehículos de transporte más grandes disponibles, para reducir los tiempos de evacuación.

Los anexos muestran las fichas técnicas para instalar los programas utilizados y los manuales de usuario requeridos.



# Introducción

---

El presente documento es un producto derivado del proyecto de investigación TI-03/14, se titula “Propuestas para evacuación de poblaciones en zonas de muy alto riesgo: Caso Villahermosa” y muestra el desarrollo de una calculadora de tiempos de evacuación para zonas expuestas a muy altos riesgos meteorológicos.

El trabajo presenta la respuesta dada a un problema real que se presenta al sur del país durante la temporada de lluvias, ciclones y huracanes, en donde la experiencia previa de eventos pasados exhibe la necesidad de contar con planes de contingencia para saber qué hacer frente a ciertas situaciones extremas, para lo cual se concibió la idea de poder crear un plan de evacuación que ayude en este tipo de situaciones, para movilizar a la población de estos lugares a los posibles refugios ubicados en las zonas más seguras de la ciudad.

Así mismo, en este desafío se presentaron diversas problemáticas que se tuvieron que resolver por medio de diferentes herramientas informáticas especializadas como lo son: TransCAD, ArcGIS, Google Earth, que permitieron hacer una serie de mapas para la localización de los puntos más importantes, permitiendo establecer una zonificación de Villahermosa por medio de las curvas de nivel, por medio del programa ArcGIS, que permitió analizar una imagen raster la cual contaba con un acercamiento de 60 cm al suelo, lo que permitió hacer la zonificación detallada de la región y recrear la red carretera para poder realizar la resolución del problema de transporte por medio del programa de ruteo denominado TransCAD; éste generó varios archivos con toda la información necesaria para proceder al realizar los cálculos y obtener el tiempo total de la evacuación. Debido a la gran cantidad de datos que se generan, se optó por diseñar la herramienta computacional que aquí se presenta, para realizar estas operaciones de manera rápida y sencilla, permitiendo dar un dato de primera mano para tener una mejor referencia en cuanto a las decisiones que se deben tomar en este tipo de situaciones.



# 1 Definición del proyecto

---

## 1.1 Antecedentes

Dentro del Instituto Mexicano del Transporte se realiza la ardua tarea de encontrar solución a diversas situaciones conflictivas que se presenten en los numerosos sectores involucrados con el transporte, permitiendo encontrar las mejores soluciones apoyados de la tecnología con la que cuentan este Instituto. Uno de esos problemas se presenta en el análisis de riesgos y vulnerabilidad vial, donde México tiene varios casos de emergencias ocurridas de manera periódica en diferentes ciudades. Tal es el caso de la ciudad de Villahermosa, que sufre constantemente de inundaciones catastróficas, como fue el caso de 2007, en donde prácticamente toda la ciudad quedó sumergida bajo el agua.

En este sentido, el IMT emprendió este proyecto de investigación para proponer metodologías para evacuación de poblaciones asentadas en zonas de muy alto riesgo, correspondiendo la dirección de éste a Ricardo E. Arredondo Ortiz; la parte metodológica estuvo a cargo de Eric Antonio Ramos Acosta y la parte de sistemas y programación a Víctor Manuel Fraide Arroyo.

Se sabe que la región de Villahermosa, Tabasco es una de las más vulnerables a inundaciones por su altura con respecto al mar, destacando que no se cuenta con un plan de contingencias antes de que suceda el desastre, con lo cual se hace aún más susceptible a sufrir mayores problemas provocados por las inundaciones en esta zona. Por esta razón, el presente proyecto trata de enmendar esta situación apoyando con un plan de evacuación para este tipo de problemas, que puede ser aprovechado para otras regiones con problemas similares.

Entre los principales retos que atiende esta investigación están el problema de transporte, puesto que la cantidad de personas a mover supera más de 50 mil posibles damnificados, dejando en claro que solo son las de las zonas marcadas de muy alto riesgo; así mismo, este desafío incluye el trazo de las rutas de evacuación bajo ciertas condiciones; de la misma manera, hay que en cuenta que la otra parte a desarrollar es el cálculo de tiempo que tomaría realizar esta evacuación bajo ciertos parámetros.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Una parte fundamental en el análisis de riesgos y evaluación de la vulnerabilidad vial en el estado de Tabasco, consta en la estimación de tiempos de evacuación de la población localizada en las zonas de muy alto riesgo, lo cual se describe a continuación.

En el caso de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, se observa que cada año, en la temporada de lluvias, ciclones y huracanes, su población es afectada por constantes inundaciones, lo que provoca la evacuación tardía de personas damnificadas, a zonas más seguras, aunque éstas ocurren bajo el drama causado por el estrés y la angustia, cuando ya se tienen pérdidas humanas y materiales, como consecuencia de las inundaciones que cubren estas zonas. Por esto, se busca realizar un plan de evacuación que pueda mover a una gran cantidad de personas antes de ser damnificadas, previo a la ocurrencia del evento, haciendo uso del transporte público, por un determinado tiempo, a partir del lanzamiento de alerta por parte de protección civil que sea creíble y certera, apoyada en los pronósticos realizados por la CONAGUA. El principal problema consiste en definir cómo se puede trasladar a estos potenciales damnificados a los refugios con los que se cuenta, dentro de un límite de tiempo, de acuerdo a las previsiones marcadas por la CONAGUA y bajo las reglas de Protección Civil. Estos tiempos dependerán de las rutas de escape a utilizar, las unidades de transporte a desplazar (tanto en capacidad como en frecuencia de éstas), flujo de vehículos por las vías a transitar, velocidad de circulación y, sobre todo, las distancias a cubrir entre los puntos de reunión, en donde se concentrarán a las personas que serán evacuadas y los refugios donde se piensa resguardar a esta población durante el periodo tiempo que dure la emergencia. Para ello, se tiene que calcular el tiempo total de la evacuación, utilizando las variables de distancia, velocidad, total de posibles damnificados, capacidad de albergues, rutas posibles de escape, obteniendo así los ajustes necesarios para lograr la evacuación completa, durante el tiempo establecido.

La figura 1.1. muestra el mapa de la ciudad de Villahermosa, con los puntos de reunión en donde se concentrarían a las personas que deberán ser evacuadas de las zonas de alto riesgo (puntos azules en el mapa), así como los puntos en donde se localizan los albergues potenciales (puntos rojos en el mismo mapa), que podrían recibir a esos potenciales damnificados.



NOTA: Los puntos azules indican puntos de reunión, los puntos verdes las líneas rojas las vialidades de la ciudad.

Fuente: Ramos, Arredondo y Friade (2014)

**Figura 1.1. Mapa de Villahermosa con los puntos de reunión y los refugios previstos para albergues.**

## **1.3 Justificación**

Dentro del Instituto Mexicano del Transporte se realizan varias investigaciones que dan solución a problemas relacionados con el transporte, permitiendo de esta manera el mejor desarrollo de la sociedad mexicana. Tal es el caso del proyecto “Análisis de riesgos y evaluación de la vulnerabilidad vial. Propuestas para evacuación de poblaciones en zonas de muy alto riesgo: caso Villahermosa”; en el cual se busca solucionar el problema de la evacuación de los posibles damnificados de las zonas de muy alto riesgo de esta localidad, razón por la cual se ha decidido crear una herramienta que permita el cálculo aproximado del tiempo total evacuación de las poblaciones de esta región, considerando diversos escenarios, buscando con ello que los cálculos de tiempo se hagan de manera rápida, eficiente y oportuna en varios ambientes, permitiendo así la obtención de información que posibilite la previsión de algunas contingencias que se puedan presentar en el momento de la evacuación.

Con este programa de cálculo se estima tener un margen de referencia sobre el tiempo total de la evacuación, permitiendo hacer simulaciones de tránsito para distintas condiciones que otorguen un margen de tiempo apto para llevar a cabo la evacuación de una manera adecuada y organizada, a partir del lanzamiento de la alerta que daría Protección Civil, con la información de CONAGUA. Con esta herramienta se podrá apoyar a los tomadores de decisiones, para estimar tiempos de evacuación y así tener un mejor control del tiempo en el cual se llevarán a cabo las actividades de manera tal que la coordinación sea eficiente. También se contará con un marco de referencia que podrá ayudar a anticipar cuáles podrían ser los tiempos de evacuación, en caso de que los escenarios cambien de manera drástica, por lo cual se puede decir que esta herramienta será usada también para tener una toma de decisiones adecuada, de acuerdo a las situaciones que se pudiesen presentar durante la emergencia.

## **1.4 Objetivo general**

Realizar una aplicación informática para estimar tiempos de evacuación, entre puntos de reunión y refugios preestablecidos, siguiendo ciertos parámetros o situaciones para diferentes escenarios de evacuación.

## **1.5 Objetivos específicos**

1. Construir una calculadora de tiempo estimado de los puntos de reunión hacia los refugios, que permita calcular los tiempos de evacuación, con distintas velocidades (velocidad mínima, media o alta) y diferentes capacidades de autobuses.

2. Obtención del resumen completo con los tiempos de todos los recorridos a realizarse en la evacuación.
3. Construcción de una base de datos, utilizando los resultados del análisis del problema de transporte, arrojados por el programa TransCAD.
4. Carga de datos por medio de archivos de texto plano, creados desde el programa de TransCAD
5. Exportación a formato de Excel para la posterior manipulación de la información



## 2 Marco teórico

---

### 2.1 ¿Qué es un GIS (SIG)?

Es el acrónimo de Sistema de Información Geográfica (del inglés *Geographic Information System*), que se basa en la integración de equipos y programas computacionales, así como datos geográficos organizados como se muestra en la figura 2.1, permitiéndole al usuario la captura, almacenamiento, manipulación, análisis y despliegue de esta información, con la finalidad de dar solución a problemas complejos, que van desde planificación de ciudades hasta problemas relacionados con la mercadotecnia. Para este proyecto, se utilizó la herramienta para la solución de un problema de transporte, el cual se explicó mejor en el apartado de planteamiento del problema.

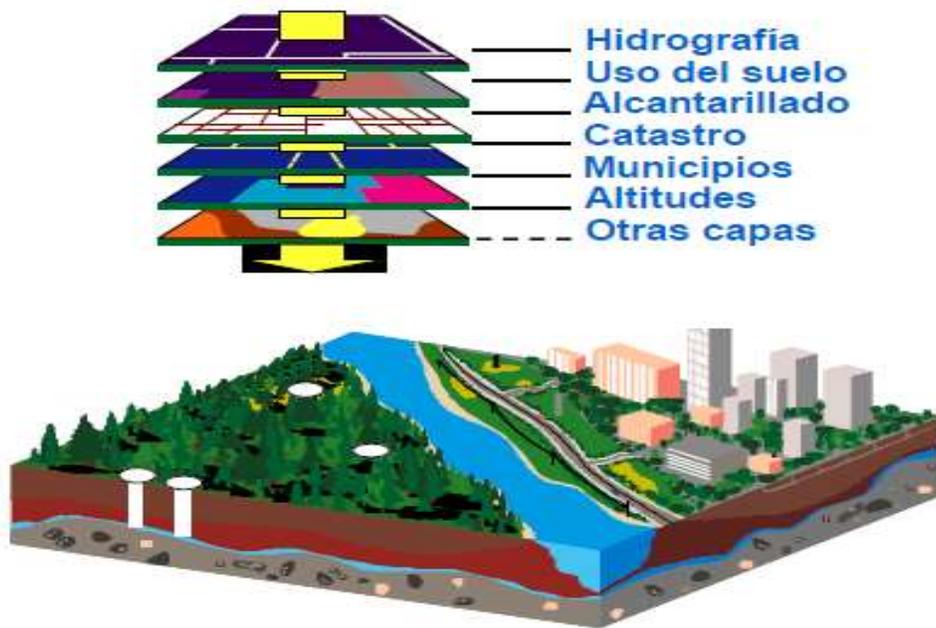
### Arquitectura de un SIG



Fuente: [http://www.edomex.gob.mx/portalgem/municipio-electronico/doc/pdf/PPT\\_Seminario%20Jose%20Manuel.pdf](http://www.edomex.gob.mx/portalgem/municipio-electronico/doc/pdf/PPT_Seminario%20Jose%20Manuel.pdf)

Figura 2.1 Arquitectura de un SIG

El funcionamiento de este tipo de programas es con base en la creación de capas que contienen cierto tipo de información específica permitiendo, de esta manera, hacer consultas que permitan manejar más rápidamente la información contenida en dichos archivos y que se representa de manera gráfica en la figura 2.2.



Fuente: [http://www.edomex.gob.mx/portalgem/municipio-electronico/doc/pdf/PPT\\_Seminario%20Jose%20Manuel.pdf](http://www.edomex.gob.mx/portalgem/municipio-electronico/doc/pdf/PPT_Seminario%20Jose%20Manuel.pdf)

**Figura 2.2 Uso de capas en el trabajo de un SIG**

Dentro de la gran variedad de softwares existentes para la creación de mapas, proyecciones geográficas, entre otros, se destacan dos que han sido utilizados para la realización de este proyecto, permitiendo la ubicación de algunos puntos sobre el mapa; así mismo, han permitido la realización de cálculo de distancia sin estar presentes en el lugar físico, para dar un marco de referencia con respecto al tiempo de traslado de un punto a otro en las localidades de Villahermosa Tabasco, de los cuales se da una pequeña descripción a continuación.

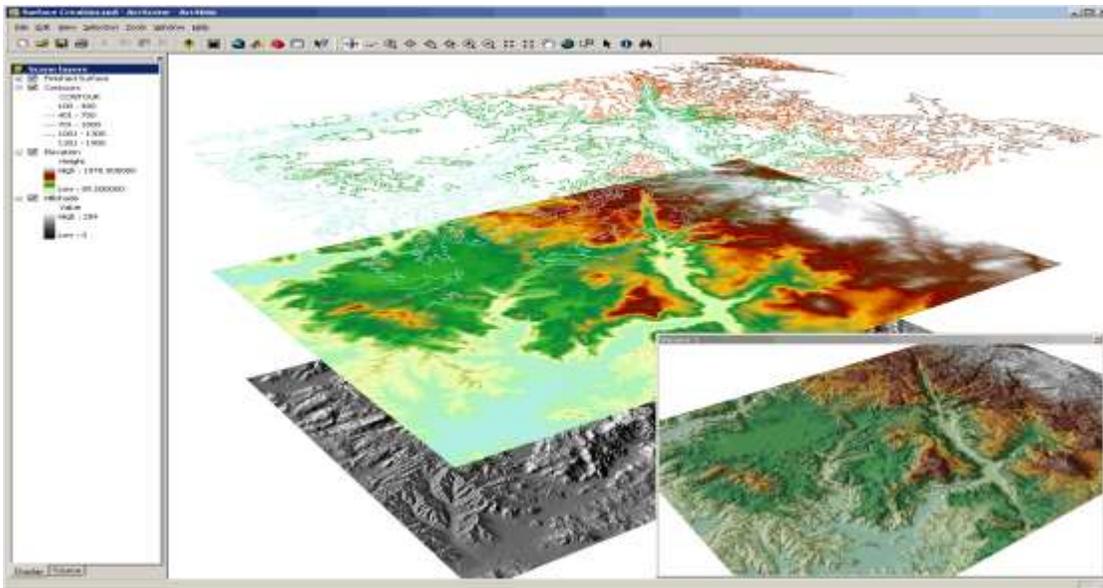
### **2.1.1 ArcGIS**

ArcGIS es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por la empresa ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para crear, analizar, almacenar y difundir datos, modelos, tratamiento, diseño, mapas y globos en 3D, publicación e impresión de información geográfica. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como *ArcGIS Server*, para la

publicación y gestión web, o *ArcGIS Móvil* para la captura y gestión de información en campo.

*ArcGIS Desktop*, la familia de aplicaciones SIG de escritorio, es una de las más ampliamente utilizadas, incluyendo en sus últimas ediciones las herramientas *ArcReader*, *ArcMap*, *ArcCatalog*, *ArcToolbox*, *ArcScene* y *ArcGlobe*, además de diversas extensiones. *ArcGISfor Desktop* se distribuye comercialmente bajo tres niveles de licencias que son, en orden creciente de funcionalidades (y coste): *ArcView*, *ArcEditor* y *ArcInfo*.

Sistema de información, **ArcGIS**, es accesible desde clientes desktop, navegadores web y terminales móviles que se conectan a servidores de departamento, corporativos o con arquitecturas de computación en la nube (*Cloud Computing*).



Fuente [http://www.unsa.edu.pe/infounsa/wp-content/uploads/2012/11/surface\\_creation.gif](http://www.unsa.edu.pe/infounsa/wp-content/uploads/2012/11/surface_creation.gif)

**Figura 2.3. Vista del ambiente de trabajo de ArcGIS**

Para los desarrolladores, **ArcGIS** proporciona herramientas que les permitirán crear sus propias aplicaciones.

Requerimientos técnicos de ArcGIS para Desktop (Anexo 3)

## 2.1.2 TransCAD

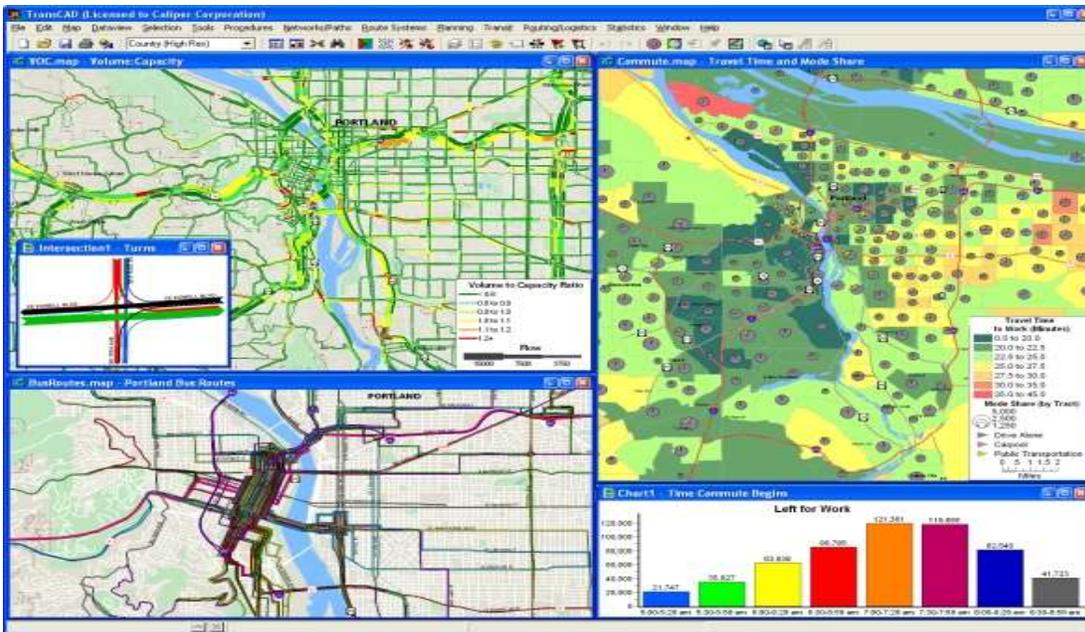
Es un sistema de información geográfica (SIG) diseñado especialmente para profesionales de transporte con el objeto de almacenar, mostrar y analizar datos de transporte.

TransCAD, a diferencia de los demás paquetes informáticos de transporte, combina en una sola plataforma integrada las propiedades de un SIG y las capacidades de modelación del transporte. TransCAD puede usarse para todos los modos de transporte y a cualquier escala geográfica o nivel de detalle que TransCAD proporciona.

Es una poderosa plataforma SIG con extensiones específicas para modelos de transporte.

Herramientas de análisis diseñadas para el transporte, mapeo y visualización.

- Aplicaciones para módulos de creación de rutas, previsión de la demanda de viajes, transporte público, logística y gestión del territorio



Fuente: <http://www.caliper.com/TransCAD/introduccion.htm>

**Figura 2.4. Ambiente de trabajo de TransCAD**

TransCAD tiene aplicaciones para todos los tipos y modos de transporte y es ideal para construir bases de datos y sistemas de apoyo en los procesos de decisión sobre inversiones.

- Se ejecuta en ambiente Microsoft Windows bajo todos los estándares informáticos conocidos en la actualidad. Este hecho tiene dos beneficios importantes:
- Se puede adquirir e instalar TransCAD a un costo inferior al de cualquier otro SIG integrado y modelo de transporte.
- No se tiene que construir innecesariamente aplicaciones personalizadas o complicados módulos de intercambio de datos para realizar el análisis de transporte con datos SIG.

Este SIG requiere muy pocos recursos del equipo, es por ello que, a continuación, se dan sus especificaciones técnicas para su instalación dentro de cualquier equipo de cómputo:

Requerimientos técnicos TransCAD (Anexo 3)

## 2.2 Microsoft visual studio C#

*Microsoft Visual Studio* es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows. Soporta varios lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET, aunque actualmente se han desarrollado las extensiones necesarias para muchos otros.

*Visual Studio* permite a los desarrolladores crear aplicaciones, sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET (a partir de la versión net 2002). Así se pueden crear aplicaciones que se intercomunicuen entre estaciones de trabajo, páginas web y dispositivos móviles.

### 2.2.1 Versiones

- *Microsoft Visual Studio 6*
- *Microsoft Visual Studio .NET 2002*
- *Microsoft Visual Studio .NET 2003*
- *Microsoft Visual Studio 2005*
- *Microsoft Visual Studio 2008*
- *Microsoft Visual Studio 2010*

A partir de la versión 2005 Microsoft ofrece gratuitamente las *Express Editions*. Éstas son varias ediciones básicas separadas por lenguajes de programación o plataforma enfocadas para novatos y entusiastas. Estas ediciones son iguales al entorno de desarrollo comercial pero sin características avanzadas. Las ediciones que hay son:

- *Visual Basic Express Edition*
- *Visual C# Express Edition*

- *Visual C++ Express Edition*
- *Visual J# Express Edition* (Desapareció en Visual Studio 2008)
- *Visual Web Developer Express Edition* (para programar en ASP.NET)
- *Visual F#* (Apareció en Visual Studio 2010, es parecido al J#)

Adicionalmente, Microsoft ha puesto, gratuitamente, a disposición de todo el mundo una versión reducida de MS SQL Server llamada SQL Server Express Edition cuyas principales limitaciones son que no soporta bases de datos superiores a 4 GB de tamaño, únicamente utiliza un procesador y un Gb de Ram, y no cuenta con el Agente de SQL Server.

En el pasado se incluyeron los siguientes productos:

- *Visual InterDev*
- *Visual J++*
- *Visual FoxPro*
- *Visual SourceSafe*

*Visual Studio 2005* se empezó a comercializar a través de Internet a partir del 4 de octubre de 2005 y llegó a los comercios a finales del mes de octubre en inglés. En castellano no salió hasta el 4 de febrero de 2006. Microsoft eliminó .NET, pero eso no indica que se alejara de la plataforma .NET, de la cual se incluyó la versión 2.0. La actualización más importante que recibieron los lenguajes de programación fue la inclusión de *tipos genéricos*, similares en muchos aspectos a las plantillas de C++. Con esto se consiguió encontrar muchos más errores en la compilación en vez de en tiempo de ejecución, incitando a usar comprobaciones estrictas en áreas donde antes no era posible. C++ tiene una actualización similar con la adición de C++/CLI como sustituto de C# manejado.

Se incluye un diseñador de implantación, el cual permite que el diseño de la aplicación sea validado antes de su implantación. También se incluye un entorno para publicación web y pruebas de carga para comprobar el rendimiento de los programas bajo varias condiciones de carga.

*Visual Studio 2005* también añade soporte de 64-bit. Aunque el entorno de desarrollo sigue siendo una aplicación de 32 bits. *Visual C++ 2005* soporta compilación para x86-64 (AMD64 e Intel 64) e IA-64 (Itanium). El SDK incluye compiladores de 64 bits así como versiones de 64 bits de las librerías.

*Visual Studio 2005* tiene varias ediciones radicalmente distintas entre sí: Express, Standard, Professional, Tools for Office y 5 ediciones *Visual Studio TeamSystem*. Estas últimas se proporcionaban conjuntamente con suscripciones a MSDN cubriendo los 4 principales roles de la programación: *Architects*, *Software*

*Developers, Testers, y DatabaseProfessionals*. La funcionalidad combinada de las 4 ediciones *TeamSystem* se ofrecía como la edición *Team Suite*.

*Tools for the Microsoft Office System* está diseñada para extender la funcionalidad a Microsoft Office.

Las ediciones Express se han diseñado para principiantes, aficionados y pequeños negocios, todas disponibles gratuitamente a través de la página de Microsoft e incluye una edición independiente para cada lenguaje: *Visual Basic*, *Visual C++*, *Visual C#*, *Visual J#* para programación .NET en Windows, y *Visual Web Developer* para la creación de sitios web ASP.NET. Las ediciones express carecen de algunas herramientas avanzadas de programación así como de opciones de extensibilidad.

Se lanzó el *service Pack 1* para *Visual Studio 2005* el 14 de Diciembre de 2006. La versión interna de *Visual Studio 2005* es la 8.0, mientras que el formato del archivo es la 9.0.

*Microsoft Visual C# 2005* es un lenguaje de programación diseñado para crear una amplia gama de aplicaciones que se ejecutan en .NET Framework. C# es simple, eficaz, con seguridad de tipos y orientado a objetos. Con sus diversas innovaciones, C# permite desarrollar aplicaciones rápidamente y mantiene la expresividad y elegancia de los lenguajes de tipo C.

*Visual Studio* admite Visual C# con un editor de código completo, plantillas de proyecto, diseñadores, asistentes para código, un depurador eficaz y fácil de usar, además de otras herramientas. La biblioteca de clases .NET Framework ofrece acceso a una amplia gama de servicios de sistema operativo y a otras clases útiles y adecuadamente diseñadas que aceleran el ciclo de desarrollo de manera significativa

## 2.2.2 Características de MySQL

La siguiente lista describe algunas de las características más importantes del software de base de datos MySQL. Consulte “Mapa de desarrollo de MySQL” para más información acerca de las características actuales y próximas.

- Interioridades y portabilidad
- Escrito en C y en C++
- Probado con un amplio rango de compiladores diferentes
- Funciona en diferentes plataformas. Consulte “Sistemas operativos que MySQL soporta”.
- Usa GNU *Automake*, *Autoconf*, y *Libtool* para portabilidad.

- APIs disponibles para C, C++, Eiffel, Java, Perl, PHP, Python, Ruby, y Tcl. Consulte *APIs de MySQL*.
- Uso completo de *multi-threaded* mediante *threads* del kernel. Pueden usarse fácilmente *multipleCPUs* si están disponibles.
- Proporciona sistemas de almacenamientos transaccionales y no transaccionales.
- Usa tablas en disco B-tree (MyISAM) muy rápidas con compresión de índice.
- Relativamente sencillo de añadir otro sistema de almacenamiento. Esto es útil si desea añadir una interfaz SQL para una base de datos propia.
- Un sistema de reserva de memoria muy rápido basado en threads.
- Joins muy rápidos usando un multi-join de un paso optimizado.
- Tablas hash en memoria, que son usadas como tablas temporales.
- Las funciones SQL están implementadas usando una librería altamente optimizada y deben ser tan rápidas como sea posible

Normalmente no hay reserva de memoria tras toda la inicialización para consultas.

- El código MySQL se prueba con *Purify* (un detector de memoria perdida comercial) así como con *Valgrind*, una herramienta <http://www.mysql.com/products/>, <http://dev.mysql.com/downloads/>

### 3 Supuestos técnicos

---

El problema presentado en el proyecto de análisis de riesgos y vulnerabilidad en el estado de Tabasco, caso Villahermosa, plantea la necesidad de estimar el tiempo total de una evacuación completa de población localizada en las zonas de alto riesgo, para lo cual se requiere la creación de una herramienta independiente que pueda realizar estos cálculos a través de la obtención de datos generados por el programa TransCAD, que de manera particular proporciona las distancias de recorrido y la generación de las matrices correspondientes a las mismas. Así mismo, TransCAD ayuda a la resolución del problema del transporte entre los refugios y los puntos de reunión establecidos previamente, por lo que se busca integrar esta herramienta de cálculo a TransCAD, para permitir aprovechar las virtudes del programa mismo.

Para lograrlo, fue necesario identificar cada uno de los posibles refugios, así como los puntos de reunión para la recolección de los posibles damnificados de la zona de interés. También se puede utilizar una hoja de cálculo en Excel, que pueda realizar estos cálculos por medio de fórmulas insertadas en las celdas, pero teniendo cuidado de que éstas pueden generar errores al momento de introducir caracteres no válidos para las operaciones.

Otra de las soluciones a este problema es el desarrollo de una herramienta por medio del GISDK (*Geographic Information System Develop Kit's*) lo cual por medio de una librería es capaz de enlazarse a diferentes lenguajes de programación, permitiendo con esta opción un mejor desarrollo de las herramientas a utilizar para la solución de problemas específicos, a partir de una situación o de un proyecto determinado.

La mejor solución posible para este problema, considerando las limitaciones de tiempo que se tiene para la realización de la herramienta, es la realización de una aplicación para el entorno descrito, desarrollada en el lenguaje de programación **C#** descrito anteriormente, para anexarlo como una herramienta externa e independiente al programa, que le permita la realización de los cálculos necesarios para obtener un pronóstico del tiempo determinado, con base en las variables de distancia, velocidad y tiempos de ascenso y descenso del pasaje en los puntos de reunión así como en los refugios. De igual manera se podrá generar un reporte en el cual se muestre una tabla comparativa entre los tiempos de evacuación obtenidos para diferentes situaciones.

La aplicación puede ser capaz de obtener la información de diferentes archivos cargados de diferentes rutas o la misma ruta localizada en el equipo, lo cual sirve como una ventaja, aunque será necesario hacer una exportación de datos al

formato \*.CSV, en texto plano separado por comas, el cual contendrá todos los datos en forma de tabla, permitiendo una mejor ordenación de los mismos al momento de cargarlos al formulario, para la realización de las operaciones correspondientes en el pronóstico del tiempo para la evacuación, mismo que se podrá visualizar por medio de un reporte, el cual contendrá toda la información de los cálculos.

## **4 Descripción de la propuesta de solución**

---

### **4.1 Propuesta de solución al planteamiento del problema**

En el proyecto de *Análisis de riesgos y vulnerabilidad en el estado de Tabasco, Caso Villahermosa*, se busca evacuar a una población localizada en las zonas de más alto riesgo, que se estima entre 54,000 y 58,000 habitantes, de acuerdo a los cálculos realizados por Ramos, Arredondo y Fraide (2014) en la parte de análisis y en la que este documento aporta la herramienta para el cálculo de tiempos de evacuación, partiendo de la captura de datos sobre albergues, puntos de reunión y curvas de nivel.

De los puntos de reunión, se buscan las rutas para acceso a los refugios ubicados en zonas más seguras de la misma localidad; así mismo, se realiza una solución optimizada sobre cómo hacer la correcta asignación de todas estas personas a los albergues más cercanos, dentro de las zonas seguras.

De las anteriores necesidades surge el problema que busca minimizar el tiempo para realizar los cálculos del tiempo total de evacuación, que puede ser sumamente laborioso y, sobre todo, consumir el escaso tiempo que se tiene antes de la emergencia y que puede llevar a un desastre mucho mayor. Para solventar este problema, se construye una calculadora que permita saber el tiempo de evacuación de una determinada población a cierto número de refugios, partiendo de puntos de encuentro determinados por las autoridades correspondientes, utilizando los vehículos de transporte públicos disponibles en la localidad.

Para lo anterior se realizan las siguientes tablas que contienen las actividades que permiten la elaboración de esta herramienta de toma de decisiones, así como el diagrama de hitos, las matrices de tiempos y secuencias, además del diagrama de ruta crítica considerado.

**Tabla 4.1. Lista de actividades de proyecto**

No.	Actividades	Abreviaturas
1	Presentación en el IMT	PE
2	Descripción de Problema	DP
3	Descripción Objetivo	DB
4	Factibilidades	FC
5	Roles del equipo	RE
<b>Análisis</b>		
6	Análisis preliminar	AP
7	Evaluación preliminar	AEC
8	Asesorías	AET
9	Análisis de información	AI
10	Requerimientos funcionales	RFN
11	Requerimientos no funcionales	RNF
12	Características de los requerimientos	SRQ
13	Definición de los datos de entrada	DDE
14	Definición de los datos de salida	DDS
15	Diagramas UML	UML
<b>Diseño</b>		
16	Diseño de la base de datos	DBD
17	Diagrama entidad-relación	DER
18	Diagrama relacional	DR
19	Script de la base de datos	SBD
20	Diccionario de datos	DD
21	Diseño de pantallas	DEP
22	Descripción de las pantallas	DIP
23	Codificación de las pantallas	CP
<b>Pruebas</b>		
24	Cronogramas de actividades de pruebas	CAP
25	Planeación de las pruebas	PP
26	Reporte de los resultados de las pruebas	RRP
<b>Implementación</b>		
27	Cronogramas de actividades de implementación	CAI
28	Reporte de los resultados de implementación	RRI

Fuente: Ramos 2013, Arredondo y Fraide, 2014

Tabla 4.2. Diagrama de hitos

Actividad	Fecha de Inicio	Fecha de termino	Días
Recabar información	4 de febrero	6 de febrero	3
Entrevista	7 de febrero	8 de febrero	2
Evaluación preliminar	11 de febrero	12de febrero	2
Análisis de información	13 de febrero	14de febrero	2
Situación actual de la empresa	15de febrero	15de febrero	1
Elaborar propuesta de solución	18de febrero	19 de Febrero	2
Justificación	20 de Febrero	20 de Febrero	1
Presentación de marco teórico	21 de Febrero	21 de Febrero	1
Diagramas UML	22 de Febrero	25 de Febrero	2
Elaboración de base de datos	26 de Febrero	28 de Febrero	3
Reconocimiento de la base de datos	1 de marzo	7 de Marzo	5
Diseño de interfaz	8 de Marzo	19 de Marzo	8
Codificación de pantallas	20 de marzo	16 de abril	20
Programación de pruebas	17 de abril	17 de abril	1
Realización de pruebas	18 de abril	22 de abril	3
Elaboración de reportes de prueba	23 de abril	24 de abril	2
Correcciones de fallos y errores	25 de abril	29 de abril	3
Empaquetado de la aplicación	30 de abril	2 de Mayo	2
Manual técnico	3 de Mayo	6 de Mayo	2
Manual de usuario	7 de Mayo	9 de Mayo	3
Recomendaciones	10 de Mayo	14 de Mayo	3
Integración de documentación	15 de Mayo	17 de Mayo	3
Entrega de reporte final y aplicaciones terminadas	20 de Mayo	22de Mayo	3

Fuente: Ramos 2013, Arredondo y Fraide, 2014

**Tabla 4.3. Matriz de secuencias**

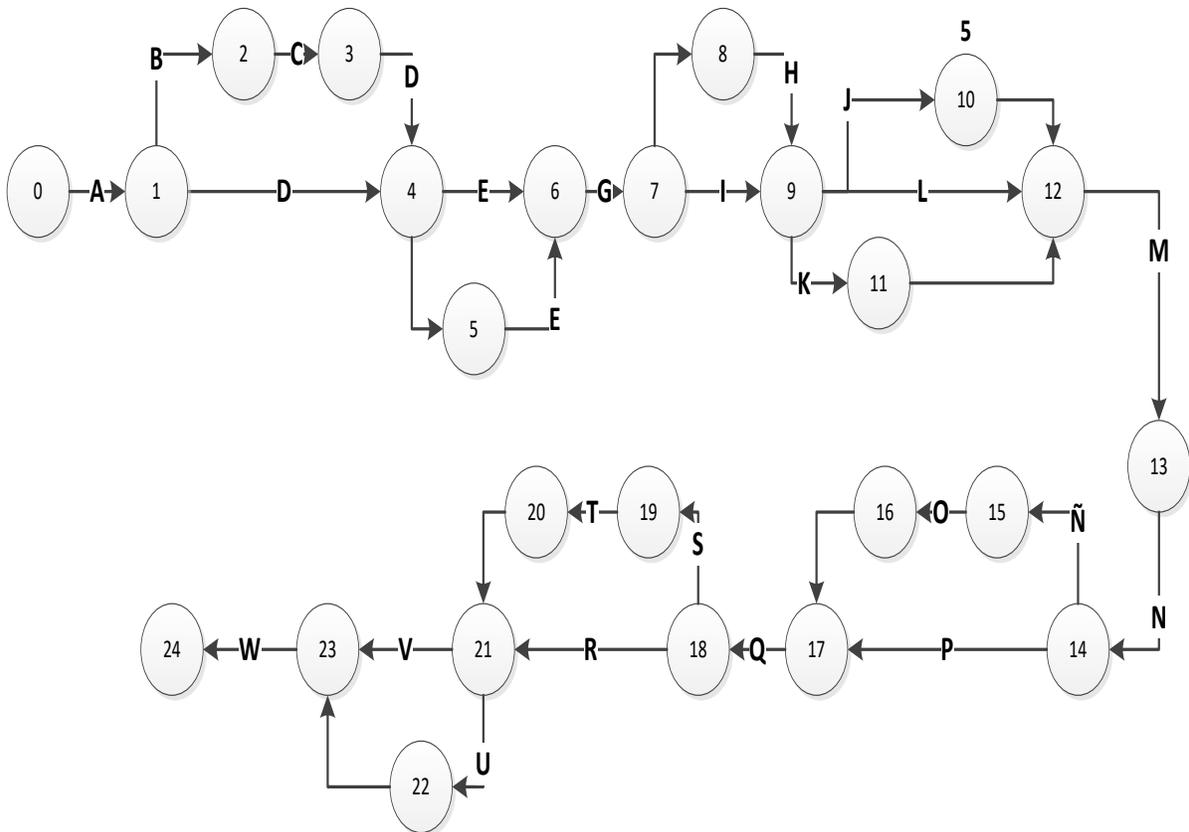
<b>Actividad</b>	<b>Secuencia</b>
0	A
A	B,C
B	D
C	D
D	E
E	G,H
G	I
H	I
I	J
J	K,L
K	M
L	M
M	N
N	Ñ
Ñ	O
O	P
P	Q
Q	R
R	S,T
S	U
T	U
U	V
V	W
W	--

Fuente: Ramos 2013, Arredondo y Fraide, 2014

**Tabla 4.4. Matriz de tiempos**

Actividad	Tiempo
A	3
B	2
C	2
D	2
E	1
G	2
H	1
I	1
J	2
K	3
L	5
M	8
N	20
Ñ	1
O	3
P	2
Q	3
R	2
S	2
T	3
U	3
V	3
W	3

Fuente: Ramos 2013, Arredondo y Fraide, 2014



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.1. Diagrama de ruta crítica

## 4.2 Análisis de la información

Una de las primeras actividades realizadas en el proyecto general, fue la recopilación de la información necesaria para poder llegar a una resolución la cual incluyó la identificación de las curvas de nivel de la ciudad, la ubicación de las zonas de alto riesgo y los sitios de refugio. Para su mejor comprensión, se necesitó capacitación para el uso del software elegido (ArcGis), así como la creación del concentrado de los refugios no inundables en la Zona de Villahermosa. Esto en un principio es para darle albergue hasta a 100,000 personas, aproximadamente, con lo cual se procedió a realizar una lista de los refugios seleccionados entre escuelas, templos, auditorios, teatros y otros centros de reunión, que satisfagan los requisitos para albergar a refugiados por un tiempo indeterminado, que podrían servir como albergues. Esta lista se resume en la Tabla 4.5 siguiente.

**Tabla 4.5 Relación de escuelas con potencial para funcionar como refugios temporales**

CCT	TUR NO	NOM_TURNO	NOM_CCT	A_T
27DDI0005M	1	MATUTINO	CENDI II SECRETARIA DE EDUCACION	83.00
27EDI0002O	1	MATUTINO	EVA SAMANO DE LOPEZ MATEOS	207.00
27EDI0003N	1	MATUTINO	MARINA CORTAZAR VDA DE ESCOBAR	236.00
27EDI0019O	1	MATUTINO	CENDI JULIETA CAMPOS DE GONZALEZ PEDRERO	176.00
27NDI0006S	1	MATUTINO	CENDI PEMEX VILLAHERMOSA	189.00
27NDI0005T	1	MATUTINO	NELLY GIORGANA FERNANDEZ	138.00
27EDI0017Q	5	CONTINUO	CENDI ISSET NUM. V	227.00
27EDI0004M	1	MATUTINO	JOSE MARIA PINO SUAREZ	168.00
27DDI0006L	1	MATUTINO	CENDI III SECRETARIA DE EDUCACION	97.00
27EDI0013U	1	MATUTINO	ISSET NUM. 2	130.00
27DDI0002P	1	MATUTINO	CENDI I LUCIA DE LOS SANTOS DE LA CRUZ	113.00
27EDI0005L	1	MATUTINO	JOSEFINA VICENS	179.00
27EDI0020D	1	MATUTINO	CENDI ISSET NUM. IV	150.00
27DJN0028T	1	MATUTINO	ISABEL DIAZ DE BARTLETT	243.00
27DJN0050V	1	MATUTINO	JUAN ENRIQUE PESTALOZZI	83.00
27DJN0139Y	1	MATUTINO	CONCEPCION NELLY GARCIA CANEPA	223.00
27DJN0156O	1	MATUTINO	BENITO JUAREZ GARCIA	259.00
27DJN0163Y	1	MATUTINO	MARIA MONTESSORI	101.00
27DJN0369Q	1	MATUTINO	CARMEN CADENA DE BUENDIA	216.00
27DJN0706A	1	MATUTINO	OCTAVIO PAZ	102.00

Fuente: Ramos 2013, Arredondo y Fraide, 2014

Así mismo, se realizó una lista con las posibles instalaciones de las entidades religiosas que se encuentran presentes en Villahermosa, seleccionado aquellas que pueden servir como posibles albergues para la contingencia. Con esta información se procede al análisis de las siguientes imágenes proporcionadas por algunos organismos gubernamentales como el INEGI, en el caso del polígono de la inundación de 2007, el cual se puede ver a continuación:

**Tabla 4.6 Relación de templos identificados como refugios potenciales**

Albergue	Responsable	Enlace	Capacidad (# de personas)		
			Instalada	Histórica	Existente
La voz de la piedra angular. Periférico Carlos Pellicer Cámara frente a las ferreterías frente a la ferretería "su perico "	Lic. Benjamín Cruz Alfaro	Lic. Jorge González Ruiz	3500	2493	328
La de la piedra angular. Rranchería Emiliano Zapata, se entró a un costado de la unidad de ciencias biológicas	Lic. Benjamín Cruz Alfaro	Lic. Jorge González Ruiz	1500	750	415
Iglesia nacional presbiteriana. Escuela preparatoria Gregorio Méndez paseo Usumacinta. # 505, casi esquina con avenida 27 de febrero	Lic. Benjamín Cruz Alfaro	Lic. Jorge González Ruiz	1200	848	100
Iglesia Jesucristo de los santos de los últimos días. Velódromo de la ciudad deportiva frente al estadio de béisbol en la colonia Atasta	Lic. José Fernando Chiu Jiménez	Lic. Miguel A. González	150	91	Noventa y cuatro

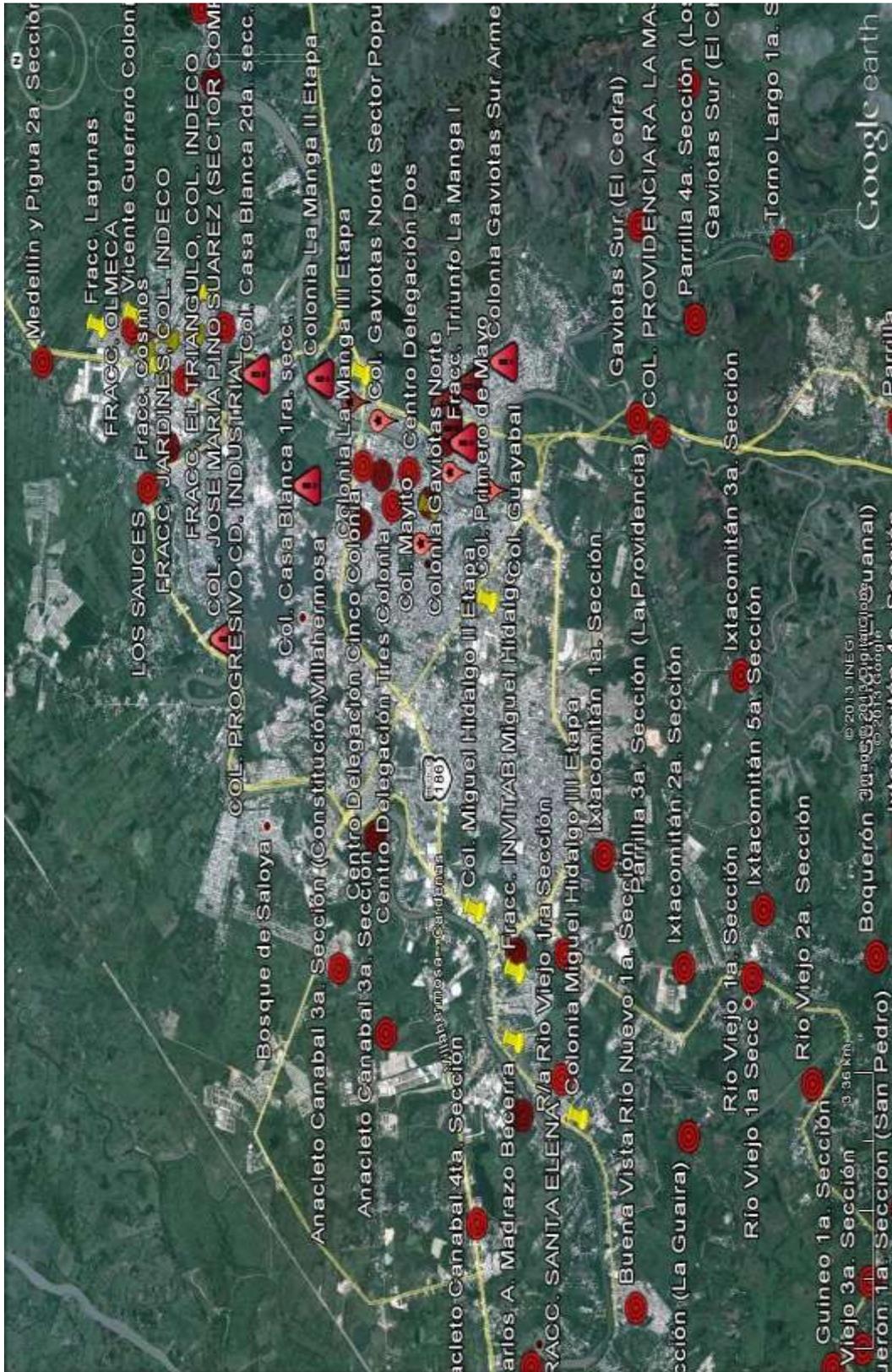
Fuente: Ramos 2013, Arredondo y Fraide, 2014

Posteriormente, se procedió a localizar las zonas afectadas y a clasificarlas con referencia a sus curvas de nivel, considerando su altura respecto al nivel del mar, la cual se contrastó con la información de las zonas inundadas en la última experiencia trágica de la ciudad, ocurrida en 2007 y que se muestra en la figura 4.2. En el mapa de la figura 4.3. se muestran las colonias ubicadas en las zonas de riesgo.



Fuente: Ramos, Arredondo y Fraide , 2014

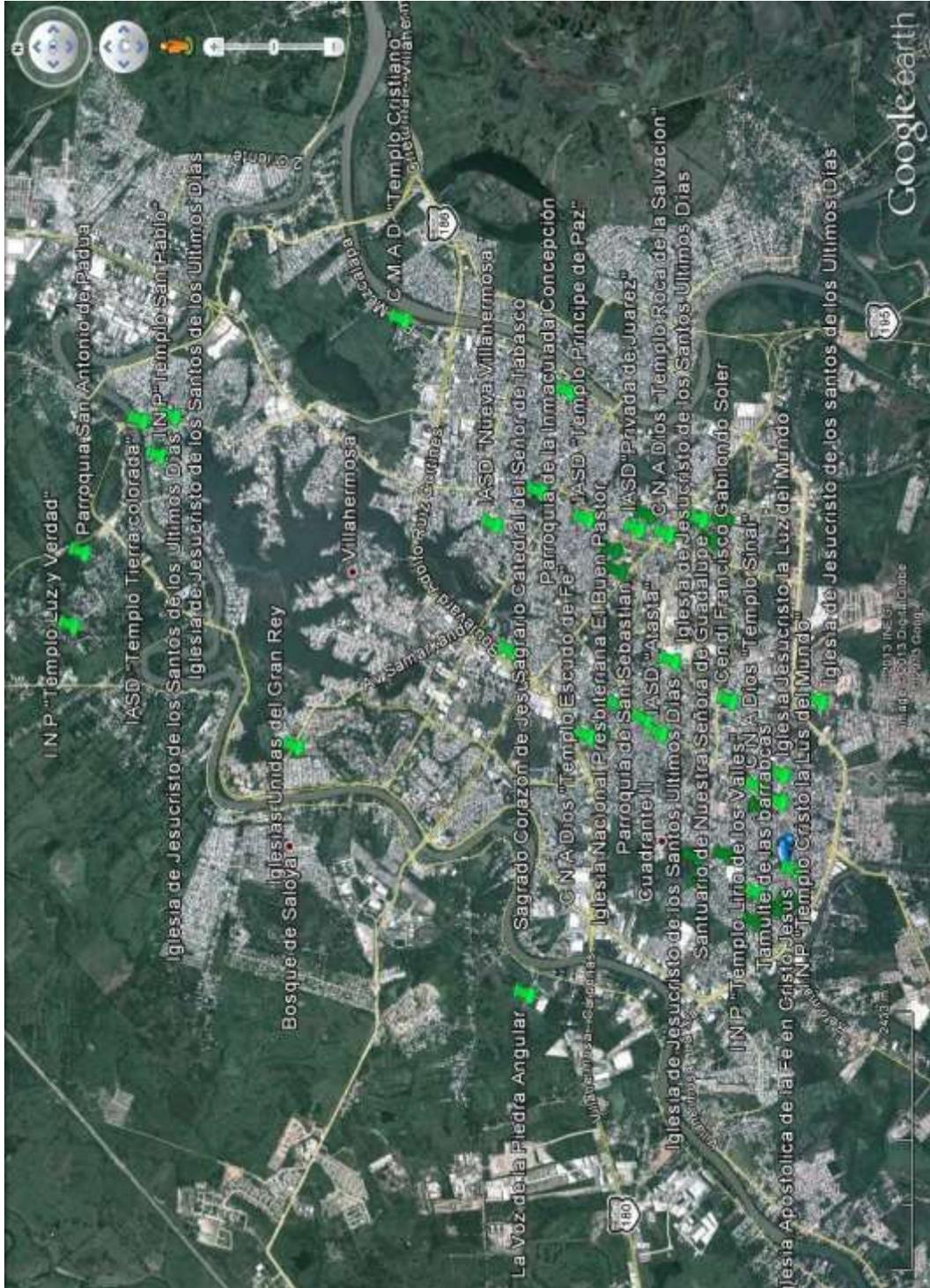
Figura 4.2 Zona de inundación de Tabasco en 2007:



Fuente: Ramos, Arredondo y Fraide , 2014

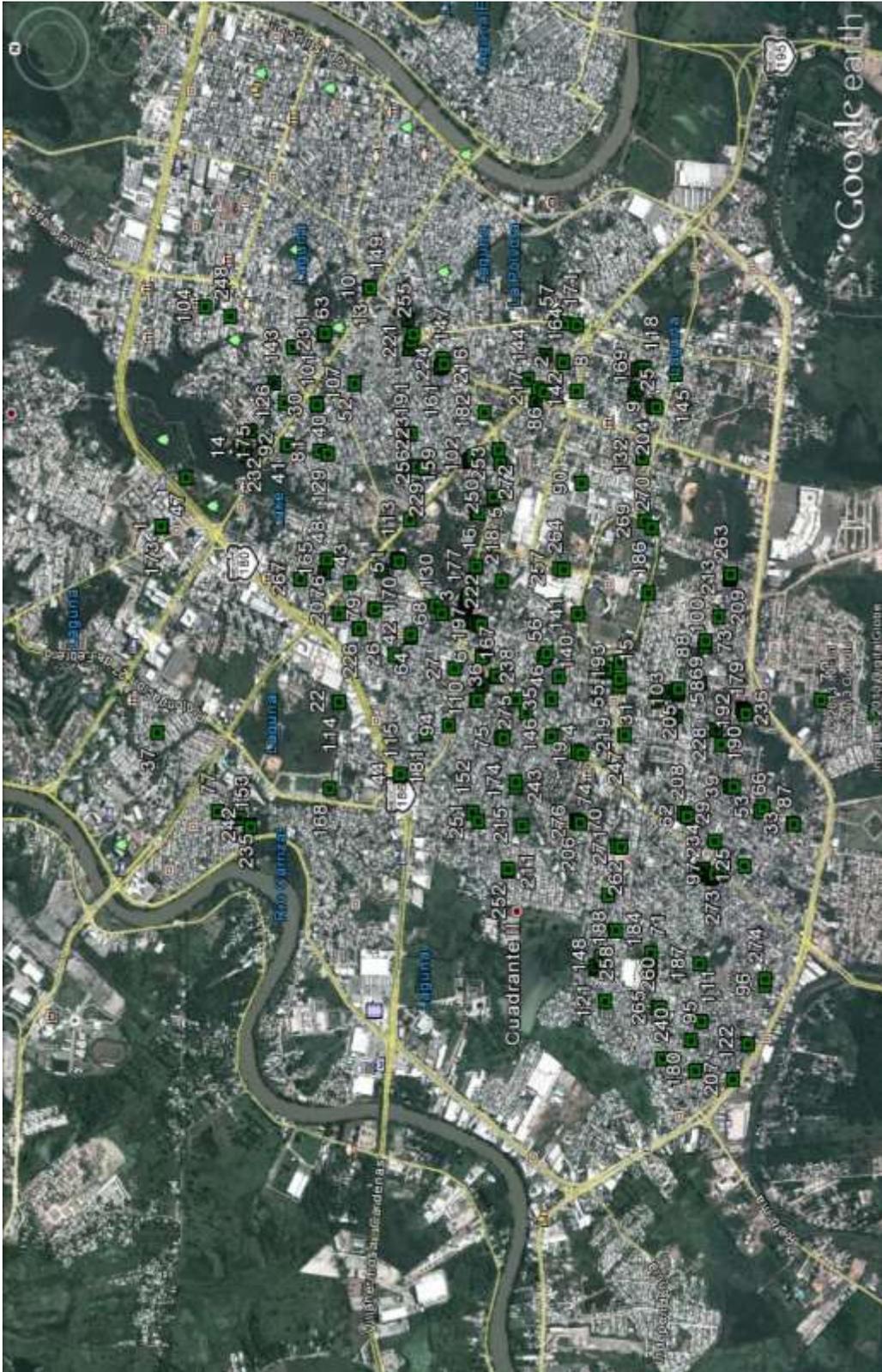
Figura 4.3. Geo-localización de las Localidades afectadas en 2007

Acto seguido y f con fundamento en la información proporcionada por los diferentes organismos gubernamentales y descentralizados del estado, se consiguió ubicar los lugares que pueden fungir como albergues en situación de desastre, para mantener a salvo a la población, quedando de la siguiente manera:



Fuente: Ramos, Arredondo y Fraide , 2014

Figura 4.4. Geo-localización de los templos potencialmente utilizables como refugios



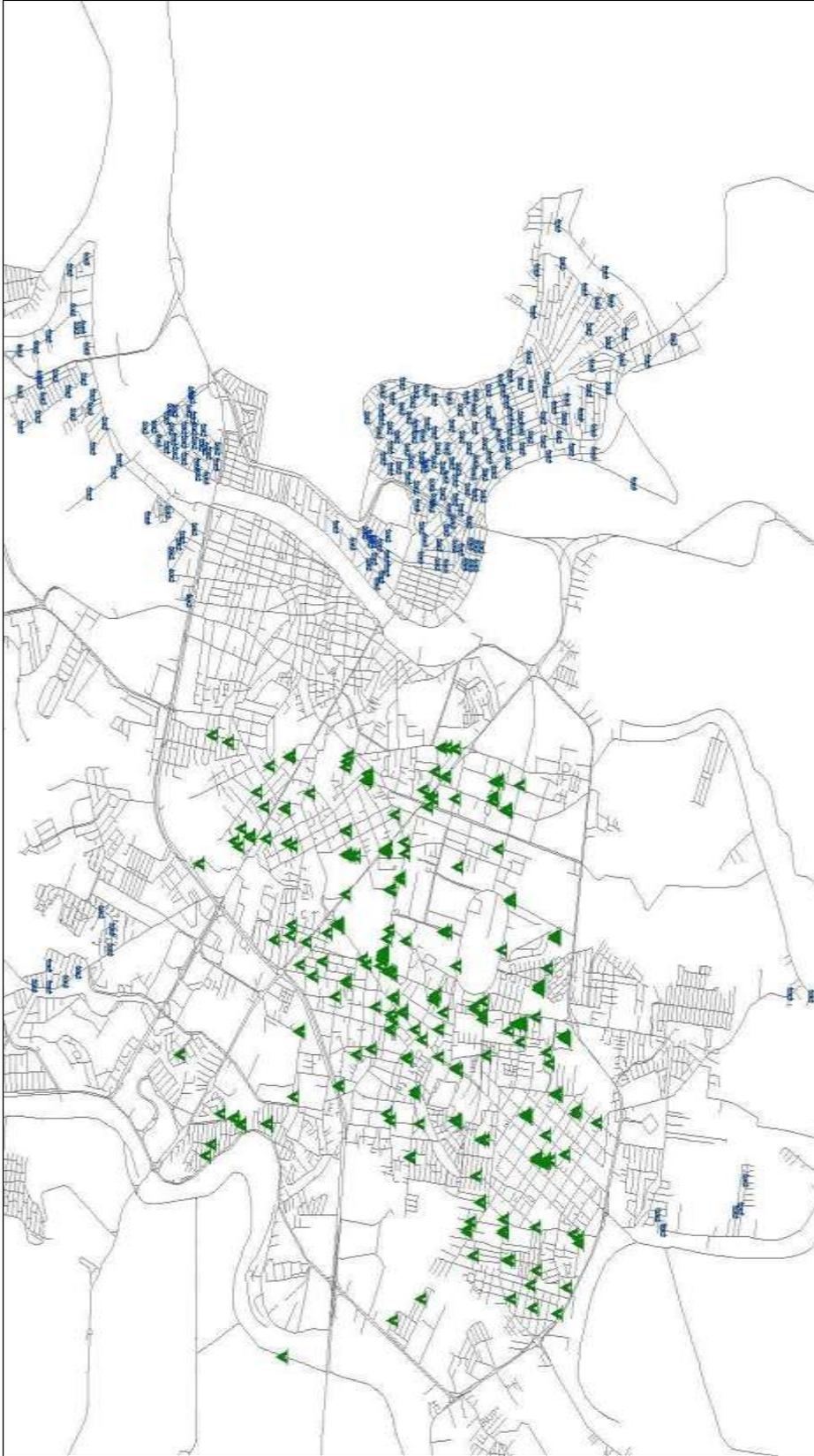
Fuente: Ramos, Arredondo y Fraide , 2014

Figura 4.5. Geo-localización de todos los refugios identificables utilizables en la ciudad

De la misma manera <,se localizaron los refugios, se procedió a realizar una búsqueda de manera amplia de las zonas afectadas, con la finalidad de localizar en ellas puntos de encuentro para poder reunir a un determinado número de personas para su desalojo de las zonas de peligro, por medio del transporte a utilizar para el desalojo, haciendo mención que los puntos de reunión son espacios con capacidad para concentrar hasta 250 personas por cada punto, como se muestra en la siguiente figura 4.6.



En estos puntos de reunión, se procedió a obtener la información más relevante, proporcionada por el INEGI, sobre su exacta localización dentro de cada uno de los mapas realizados. Así mismo, toda la información se trasladó a otro programa, denominado TransCAD, en su versión 4.8, para la creación de matrices origen-destino, que permitan realizar los cálculos de tiempo de recorrido y con ello los tiempos para la evacuación. Esta información se muestra en el mapa de la figura 4.7, que indica los puntos de reunión de los lugares de muy alto riesgo y los albergues localizados en zonas de menor riesgo



Fuente: Ramos, Arredondo y Fraide , 2014

**Figura 4.7. Mapa de Villahermosa que muestra los puntos de reunión de los lugares de muy alto riesgo y los albergues localizados en zonas de menor riesgo.**

Para poder procesar la información de los mapas anteriores, estos se exportaron con el programa denominado ArcMap con la extensión \*.kml a formato \*.dbf para obtener la información de los archivos que se crearon con *Google Earth*, dándose como resultado la tabla de la figura 4.8 siguiente.

ID	PS	LONGITUDE	LATITUDE	NAME	CAPACIDAD
76	-52959703	17947566	P7-Col. Sabina		250.00
75	-52956998	17946276	P6-Col. Sabina		250.00
79	-52951439	17954531	P10-Col. Sabina		250.00
78	-52951660	17955089	P9-Col. Sabina		250.00
77	-52959475	17954170	P8-Col. Sabina		250.00
74	-52946916	17943589	P4-Col. Sabina		250.00
73	-52947937	17947520	P3-Col. Sabina		250.00
71	-52946771	17948774	P1-Col. Sabina		250.00
72	-52946651	17950479	P2-Col. Sabina		250.00
80	-52962981	17960085	P11-Col. Sabina		250.00
81	-52961933	17961284	P12-Col. Sabina		250.00
205	-52943582	18009333	P5-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
206	-52942190	18005799	P10-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
204	-52945770	18009551	P8-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
208	-52945128	18008559	P12-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
203	-52946217	18010990	P7-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
202	-52946105	18012182	P6-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
209	-52944682	18010335	P13-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
207	-52941026	18006990	P11-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
201	-52937930	18018832	P5-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
200	-52936665	18018325	P4-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
199	-52935549	18018547	P3-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
198	-52934423	18018931	P2-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
197	-52933688	18019185	P1-Joaquín Mañá-a Pino Suarez Ta Etapa		250.00
39	-52917165	17976124	P1-El Triunfo La Manga I		250.00
42	-52917158	17976955	P4-El Triunfo La Manga I		250.00
44	-52917032	17977086	P6-El Triunfo La Manga I		250.00
40	-52915860	17975718	P2-El Triunfo La Manga I		250.00
41	-52915775	17976138	P3-El Triunfo La Manga I		250.00
45	-52916034	17977339	P7-El Triunfo La Manga I		250.00
43	-52915633	17976586	P5-El Triunfo La Manga I		250.00
97	-52914156	17976681	P16-Gaviotas Nte. Sec. Esplanada		250.00
47	-52917149	17978966	P9-El Triunfo La Manga I		250.00
48	-52917083	17979252	P10-El Triunfo La Manga I		250.00
46	-52915801	17977948	P8-El Triunfo La Manga I		250.00
49	-52916557	17980573	P11-El Triunfo La Manga I		250.00
52	-52915706	17979143	P14-El Triunfo La Manga I		250.00
51	-52914704	17978542	P13-El Triunfo La Manga I		250.00
50	-52914124	17977965	P12-El Triunfo La Manga I		250.00
53	-52915428	17980295	P15-El Triunfo La Manga I		250.00
55	-52914541	17980543	P17-El Triunfo La Manga I		250.00
61	-52918361	17984180	P4-El Triunfo La Manga II		250.00
60	-52917872	17983776	P3-El Triunfo La Manga II		250.00
59	-52917417	17983371	P2-El Triunfo La Manga II		250.00
58	-52916473	17983345	P1-El Triunfo La Manga II		250.00
68	-52917065	17984812	P11-El Triunfo La Manga II		250.00
67	-52916646	17984368	P10-El Triunfo La Manga II		250.00
57	-52915113	17983316	P19-El Triunfo La Manga I		250.00
62	-52915702	17983983	P5-El Triunfo La Manga II		250.00

ID	REF	LONGITUDE	LATITUDE	NOMBRE	CAP	OPEN	CLOSE	TIME	DELIVERY	DIPICK	UP	DE	FIXED	T
257	-92968936	17969594	BENITO JUAREZ GARCIA		259.000000000000	0	2400	259.00	250.00	3.00000				
225	-92960256	17971601	C N A Dios "Monte de los Olivos"		200.000000000000	0	2400	200.00	250.00	3.00000				
151	-92966873	17968795	Albergue 18 de Marzo		120.000000000000	0	2400	120.00	250.00	3.00000				
119	-92963035	17967089	Iglesia Apostolica de la Fe en Cristo Jesus		100.000000000000	0	2400	100.00	250.00	3.00000				
354	-92963521	17967856	La Voz de la Piedra Angular		350.000000000000	0	2400	350.00	250.00	3.00000				
294	-92963174	17968310	16 DE SEPTIEMBRE		408.000000000000	0	2400	408.00	250.00	3.00000				
117	-92966639	17971829	Iglesia de Dios en Mexico E.C.		100.000000000000	0	2400	100.00	250.00	3.00000				
138	-92965708	17971272	I N P "Templo Lirio de los Valles"		110.000000000000	0	2400	110.00	250.00	3.00000				
305	-92967614	17973343	PROFRA. EUGENIA LEON PUIG		441.000000000000	0	2400	441.00	250.00	3.00000				
302	-92967674	17980675	JOSE PAGES LLERGO		439.000000000000	0	2400	439.00	250.00	3.00000				
342	-92965015	17973479	CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS NUM. 163		850.000000000000	0	2400	850.00	250.00	3.00000				
335	-92964998	17973636	CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS NUM. 163		720.000000000000	0	2400	720.00	250.00	3.00000				
334	-92963082	17974026	SECUNDARIA TECNICA 11		716.000000000000	0	2400	716.00	250.00	3.00000				
343	-92962918	17973996	SECUNDARIA TECNICA 11		898.000000000000	0	2400	898.00	250.00	3.00000				
150	-92964673	17976417	I N P "Templo Ebaneser"		120.000000000000	0	2400	120.00	250.00	3.00000				
189	-92962982	17976952	REGULO TORPEY ANDRADE		154.000000000000	0	2400	154.00	250.00	3.00000				
197	-92962041	17976939	BEATRIZ ZENTELLA DE TRUJILLO		159.000000000000	0	2400	159.00	250.00	3.00000				
229	-92969169	17982971	CELIA GARDU-O DIAZ CHAVEZ		201.000000000000	0	2400	201.00	250.00	3.00000				
352	-92971629	17992029	La Voz de la Piedra Angular		1500.000000000000	0	2400	1500.00	250.00	3.00000				
233	-92962741	17971368	CARMEN CADENA DE BUENEDIA		216.000000000000	0	2400	216.00	250.00	3.00000				
196	-92967694	17968978	I N P "Templo Cristo la Luz del Mundo"		130.000000000000	0	2400	130.00	250.00	3.00000				
107	-92955515	17966346	LICEO ANGLÓ MEXICA		92.0000000000000	0	2400	92.00	250.00	3.00000				
36	-92959472	17966407	LICEO ANGLÓ MEXICA		30.0000000000000	0	2400	30.00	250.00	3.00000				
83	-92954854	17968143	TOMAS GARRIDO CANARAL		76.0000000000000	0	2400	76.00	250.00	3.00000				
242	-92958302	17970733	PIASET		231.000000000000	0	2400	231.00	250.00	3.00000				
353	-92958120	17970204	Parroquia del Señor de Tumulte y Gran Poder		2000.000000000000	0	2400	2000.00	250.00	3.00000				
245	-92958132	17970649	PIASET		237.000000000000	0	2400	237.00	250.00	3.00000				
120	-929560078	17970563	Iglesia Jesucristo la Luz del mundo		100.000000000000	0	2400	100.00	250.00	3.00000				
282	-92957821	17971178	PROFR. CEFERINO VAZQUEZ OSORIO		346.000000000000	0	2400	346.00	250.00	3.00000				
287	-92958104	17971395	PROFR. MANUEL DE JESUS GARCIA OSORIO		367.000000000000	0	2400	367.00	250.00	3.00000				
274	-92957958	17971283	DOLORES OCA-A B.		316.000000000000	0	2400	316.00	250.00	3.00000				
291	-92957893	17971234	MANUEL DIAZ PRIETO		379.000000000000	0	2400	379.00	250.00	3.00000				
293	-92956389	17970573	C N A Dios "Templo Simar"		400.000000000000	0	2400	400.00	250.00	3.00000				
78	-92955116	17972040	INSTITUTO PATRIA NUEVA		72.0000000000000	0	2400	72.00	250.00	3.00000				
258	-92955082	17972080	INSTITUTO PATRIA NUEVA		259.000000000000	0	2400	259.00	250.00	3.00000				
113	-92954983	17972195	INSTITUTO PATRIA NUEVA		97.0000000000000	0	2400	97.00	250.00	3.00000				
31	-92954940	17972245	INSTITUTO PATRIA NUEVA		25.0000000000000	0	2400	25.00	250.00	3.00000				
61	-92954621	17967974	TOMAS GARRIDO CANARAL		51.0000000000000	0	2400	51.00	250.00	3.00000				
44	-92953579	17969573	JOSE JOAQUIN FERNANDEZ DE LIZARDI		36.0000000000000	0	2400	36.00	250.00	3.00000				
43	-92953571	17969640	JOSE JOAQUIN FERNANDEZ DE LIZARDI		36.0000000000000	0	2400	36.00	250.00	3.00000				
102	-92953553	17969779	JOSE JOAQUIN FERNANDEZ DE LIZARDI		90.0000000000000	0	2400	90.00	250.00	3.00000				
285	-92951395	17970239	DIANA LAURA RIQUEAS VIUDA DE COLOSIO		365.000000000000	0	2400	365.00	250.00	3.00000				
264	-92950629	17970503	DIANA LAURA RIQUEAS VIUDA DE COLOSIO		278.000000000000	0	2400	278.00	250.00	3.00000				
224	-92949810	17968920	COLEGIO ARJI		199.000000000000	0	2400	199.00	250.00	3.00000				
238	-92949707	17968996	COLEGIO ARJI		226.000000000000	0	2400	226.00	250.00	3.00000				
236	-92949644	17969042	COLEGIO ARJI		224.000000000000	0	2400	224.00	250.00	3.00000				
300	-92949537	17969121	COLEGIO ARJI		436.000000000000	0	2400	436.00	250.00	3.00000				
122	-92949554	17972647	Condi Francisco Gabilondo Sotol		100.000000000000	0	2400	100.00	250.00	3.00000				

Fuente: Ramos, Arredondo y Fraide , 2014

Figura 4.9. Información de los refugios

Después de esto, se procedió a sacar la distancia de todos los puntos de reunión a los refugios, obteniendo como resultado la figura 4.10, que muestra una matriz con 313 refugios x 234 puntos de reunión, para las zonas de muy alto riesgo.



Después de concentrar toda la información obtenida acerca del problema, se procedió a darle solución al problema del transporte, utilizando el programa TransCAD; lo que arrojó como resultado una matriz con la distribución más efectiva sobre los puntos de reunión y los albergues a los cuales deberían ir, que se ilustra en la figura 4.11.

	7833	7771	8501	8595	21336	21337	21338	21339	21340	21341	21342	21343	21344	21345	21346	21347
12387																
12389																
12392																
12585																
20456																
20958																
20962																
21656									250.00							
21658									250.00							
21659									250.00							
21660									250.00							
21662									250.00							
21663																
21664																
21666																
21667																
21668									250.00							
21669									250.00							
21671																
21672																
21674																
21676																
21678																
21680																
21682																
21684																
21686																
21688															139.00	
21689															187.00	
21691																
21693																
21695																
21697																
21699																
21701																
21703																
21705																
21707																
21709																
21710																
21712																
21714																
21716																
21718																
21720																
21721																
21723																
21725																

La solución al problema del cálculo de tiempo se basa en la siguiente ecuación matemática; donde la respuesta al problema es la sumatoria de los tiempos totales de las etapas en las cuales se desarrolla el proyecto, dando como resolución la siguiente expresión matemática

:

$$X = \sum_T (Tap + Tdp + T\_Recs + Pa + Ca + Aa + Eapr)$$

La cual se desglosa de la siguiente manera para poder realizar los cálculos correctos con la aplicación de escritorio que se desarrolló, cuya la finalidad es automatizar los cálculos matemáticos en la obtención del tiempo total de evacuación de una determinada población ya distribuida en albergues.

Fórmulas derivadas de la ecuación principal

El grupo de formulaciones creadas para poder aplicarlos a la programación de esta calculadora se divide en cuatro partes de suma importancia para la realización de este procedimiento, que a continuación se procede a describirlas una a una.

Comenzando con la que se considera la fórmula base para poder realizar las operaciones matemáticas de este problema. Esta calcula el número de viajes o vueltas a realizar, para transporte de cierto número de personas destinadas a un refugio, dividiendo entre la multiplicación de la capacidad máxima del vehículo por el número de unidades destinadas a un punto de reunión, dando origen a la siguiente ecuación matemática.

$$Nv = \left\{ \left( \frac{Ppr}{Pu.Nu} \right) \right\}$$

*Dónde:*

*Nv = Numero de vueltas que realizará el vehículo de transporte, de los puntos de reunión a los refugios.*

*Ppr = Personas por punto de reunión que serán trasladadas a un determinado refugio.*

*Pu = Número máximo de personas por unidad de transporte*

*Nu = Número de unidades designadas por punto de reunión para hacer el desalojo*

El siguiente par de notaciones matemáticas se utiliza para determinar el tiempo de carga y descarga de pasajeros tomando en cuenta el número de vueltas que realiza cada autobús de su origen a su destino, multiplicando esta cantidad por el tiempo destinado al descenso y ascenso de pasajeros en el origen y destino de cada recorrido.

Dónde:

*X=* es la variable tiempo total de cada

*Tap=* Tiempo total de ascenso de pasaje

*Tdp=* Tiempo total de descenso de pasaje

*T\_Recs=* Tiempo total de recorridos

*Pa=* periodo de alertamiento

*Ca=* Concentración de autobuses

*Aa=* Asignación de autobuses

*Eapr=* Envío de autobuses a puntos de reunión

$$T_{ap} = \left\{ \left( \frac{P_{pr}}{P_u \cdot N_u} \right) (A_p) \right\} \quad T_{dp} = \left\{ \left( \frac{P_{pr}}{P_u \cdot N_u} \right) (D_p) \right\}$$

*T<sub>ap</sub>* = Tiempo de Carga de pasajeros

*T<sub>dp</sub>* = Tiempo de descarga de pasajeros

*A<sub>p</sub>* = Tiempo destinado para el ascenso de pasajeros

*D<sub>p</sub>* = Tiempo destinado para el descenso de pasajeros

La siguiente ecuación permite calcular el tiempo realizado en un recorrido, ya sea desde un punto de origen a un punto destino o viceversa. Así mismo, servirá para presentar esta información ante el usuario de una manera más atractiva para él, esta misma interpreta de la siguiente manera el tiempo total de los recorridos que es igual a la división del número de personas por punto de reunión, entre las personas por unidad de transporte multiplicado por el número de unidades enviadas a cada punto de reunión, multiplicado por dos. A esto después se le resta uno, multiplicado por la división de distancia entre velocidad y el resultado de esto multiplicado por 60, para convertirlo a minutos.

$$T_{Recs} = \left( \left( \left( \frac{P_{pr}}{P_u N_u} \right) 2 \right) - 1 \left( \frac{d}{v} \right) \right) 60$$

**Donde:**

*T<sub>Recs</sub>* = tiempo realizado por recorrido

*d* = Distancia

*v* = Velocidad

- ✓ El número **dos** es una constante debido a que una vuelta está compuesta por dos recorridos, entonces la distancia a considerar tiende a incrementarse
- ✓ El número **uno** es una constante en la cual se resta debido a que no se tome en cuenta el primer recorrido, debido a que éste se realiza en un tiempo mayor a los demás.
- ✓ El número **60** es la constante de minutos pues el resultado se presentará en esta unidad.

## 4.4 Determinación de requerimientos del sistema

### 4.4.1 Requerimientos Funcionales

- Deberá ser capaz de cargar valores para diferentes variables, por medio de formularios diferentes.
- En la ventana Principal se cargarán todos los datos para proceder con las operaciones.
- Calculará el tiempo total del recorrido que tiene que hacer el autobús en una distancia determinada de un punto a otro de la zona, así como también lo podrá hacer de manera general con todos los datos con la finalidad de generar un pronóstico que ayude a saber el tiempo total de la evacuación de la población
- Exportar la matriz de tiempo a Excel

### 4.4.2 Requerimientos no funcionales

- Herramienta diseñada para trabajar bajo Windows XP sp 3 o superior
- Diseñada con *Visual Studio Express 2010*
- Plataforma Visual C# .NET
- Motor de base de datos MySQL

## 4.5 Características de los requerimientos

**Tabla 4.7 Características de los requerimientos formulario calculadora**

<b>Nombre</b>	<b>Calculadora</b>
<b>Descripción</b>	Es la pantalla principal de la aplicación donde se concentrarán las variables para poder realizar los cálculos
<b>Estado</b>	Aprobado
<b>Costo</b>	\$ 1000.00
<b>Nivel de prioridad</b>	Alta aquí se realizarán la mayor parte de las operaciones a ejecutar en el programa
<b>Nivel de riesgo</b>	Crítico si esta pantalla no existiese o le faltaran datos no se podrían realizar los cálculos adecuados para poder realizar las operaciones

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Tabla 4.8 Características de los requerimientos formulario Velocidades**

<b>Nombre</b>	<b>Cargar Velocidades</b>
<b>Descripción</b>	Esta pantalla solo consta de tres cajas de texto en las cuales se les asignará los diferentes rangos de velocidades con las cuales se correrá la simulación para los cálculos
<b>Estado</b>	Aprobado
<b>Costo</b>	\$ 300. <sup>00</sup>
<b>Nivel de prioridad</b>	Medio ya que sin esta ventana no se podrá dar valor a las variables de velocidades
<b>Nivel de riesgo</b>	Significativo, si por algún motivo no se cargan bien los datos se ocasionarán errores en el momento de hacer los cálculos correspondientes

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Tabla 4.9 Características de los requerimientos formulario de ascenso y descenso de pasajeros**

<b>Nombre</b>	<b>Tiempo de ascenso y descenso de pasajeros</b>
<b>Descripción</b>	Esta pantalla solo consta de dos cajas de texto en las cuales se les asignarán los tiempos de descenso y ascenso a las unidades de transporte, los cuales son una de las variables más recurrentes en el problema del tiempo de evacuación.
<b>Estado</b>	Aprobado
<b>Costo</b>	\$ 300. <sup>00</sup>
<b>Nivel de prioridad</b>	Medio, pues sin este formulario se ahorra un gran tiempo al momento de introducir esta variable ya que es la más recurrente en el formulario principal
<b>Nivel de riesgo</b>	Significativo debido a que carga variables para poder realizar los cálculos del tiempo por medio de la evacuación

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Tabla 4.10 Características de los requerimientos formulario Visor de datos**

<b>Nombre</b>	<b>Visor de datos</b>
<b>Descripción</b>	Esta ventana permitirá ver todos los datos de los cálculos ya realizados al igual que realizará algunas matrices en las cuales se sobre pondrán algunos datos para una mejor visualización de la información
<b>Estado</b>	Aprobado
<b>Costo</b>	\$ 500. <sup>00</sup>
<b>Nivel de prioridad</b>	Alto ya que ésta es la encargada de mostrar los resultados de la información por medio de matrices y reportes, así como también los podrá exportara Excel
<b>Nivel de riesgo</b>	Crítico, en dado el caso de que se presente un error no se podrán ver los resultados de las operaciones realizadas por el sistema

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Tabla 4.11 Características de los requerimientos formulario especificaciones

<b>Nombre</b>	<b>Especificaciones de vehículos</b>
<b>Descripción</b>	Esta pantalla solo consta de dos cajas de texto en las cuales se les asignará la capacidad de los transportes y en el segundo se cargará el número de vehículos a enviar por punto de reunión
<b>Estado</b>	Aprobado
<b>Costo</b>	\$ 300. <sup>00</sup>
<b>Nivel de prioridad</b>	Medio ya que sin esta ventana no se podrá dar valor a las variables de capacidad de carga y número de vehículos
<b>Nivel de riesgo</b>	Significativo, si por algún motivo no se cargan bien los datos se ocasionarán errores en el momento de hacer los cálculos correspondientes

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

## 4.6 Definición de los datos de entrada

Tabla 4.12 Datos de entrada formulario calculadora

Nombre	Tipo
Alertamiento	Numérico. Se introducirá el tiempo en el cual se dará a conocer la alarma
Concentración de autobuses	Numérico. Se introducirá el tiempo estimado en el cual se concentrarán las unidades en un punto determinado
Asignación de autobuses	Numérico. Se colocará el tiempo que se tardará en asignarle un destino a cada unidad
Envío de autobuses a reunión	Numérico. Se colocará el tiempo aproximado de arribo a los puntos de reunión
Ascenso de pasajeros	Numérico. Tiempo que tardan los pasajeros en subir la unidad
1er. recorrido a refugios	Numérico. Tiempo que tarda en trasladarse del punto de reunión al refugio
Descenso de pasaje	Numérico. Tiempo que tardan los pasajeros en bajar de la unidad
1er. recorrido a punto de reunión	Numérico tiempo que tarda en trasladarse del refugio al punto reunión
.Ascenso de pasaje	Numérico. Tiempo que tardan los pasajeros en subir la unidad
2° recorrido a refugios	Numérico. Tiempo que tarda en trasladarse del punto de reunión al refugio
Descenso de pasaje	Numérico. Tiempo que tardan los pasajeros en bajar de la unidad
2° recorrido a punto de reunión	Numérico tiempo que tarda en trasladarse del refugio al punto reunión

Ascenso de pasaje	Numérico. Tiempo que tardan los pasajeros en subir la unidad
3er. recorrido a refugios	Numérico. Tiempo que tarda en trasladarse del punto de reunión al refugio
Descenso de pasaje	Numérico. Tiempo que tardan los pasajeros en bajar de la unidad

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Tabla 4.13 Datos de entrada formulario velocidades**

Nombre	Tipo
Velocidad máxima	Numérico. Se colocará la velocidad máxima de circulación de los autobuses
Velocidad media	Numérico. Se colocará la velocidad media de circulación de las unidades de transporte
Velocidad mínima	Numérico. Se colocarán la velocidad mínima de circulación

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Tabla 4.14 Datos de entrada formulario tiempos de ascenso y descenso**

Nombre	Tipo
Tiempo de ascenso	Numérico. Se introducirá el tiempo de ascenso del pasaje en los puntos de reunión
Tiempo de descenso	Numérico. Se introducirá el tiempo de descenso en los refugios

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

## 4.7 Definición de los datos de salida

Los datos de salida del sistema se obtendrán al activar los procedimientos del sistema, en donde los datos serán visibles o serán impresos según sea el caso.

Los datos de salida se obtendrán de acuerdo con los datos de entrada.

**Tabla 4.15 Datos de salida formulario Calculadora**

Origen
Destino
Alertamiento
Concentración de autobuses
Asignación de autobuses
Envío de autobuses a reunión
Ascenso de pasajeros
1er. recorrido a refugios
Descenso de pasaje
1er. recorrido a punto de reunión
Ascenso de pasaje
2° recorrido a refugios
Descenso de pasaje
2° recorrido a punto de reunión
Ascenso de pasaje

3er. recorrido a refugios
Descenso de pasaje
Velocidad
Tiempo total estimado

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Tabla 4.16 Datos de salida formulario vista de datos**

Origen
Destino
Alertamiento
Concentración de autobuses
Asignación de autobuses
Envío de autobuses a reunión
Ascenso de pasajeros
1er. recorrido a refugios
Descenso de pasaje
1er. recorrido a punto de reunión
Ascenso de pasaje
2° recorrido a refugios
Descenso de pasaje
2° recorrido a punto de reunión

Ascenso de pasaje
3er. recorrido a refugios
Descenso de pasaje
Velocidad
Tiempo total estimado por unidad
Tiempo total estimado de toda la flota

**Tabla 4.17 Datos de salida formulario velocidades**

velocidad máxima
Velocidad media
Velocidad mínima

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

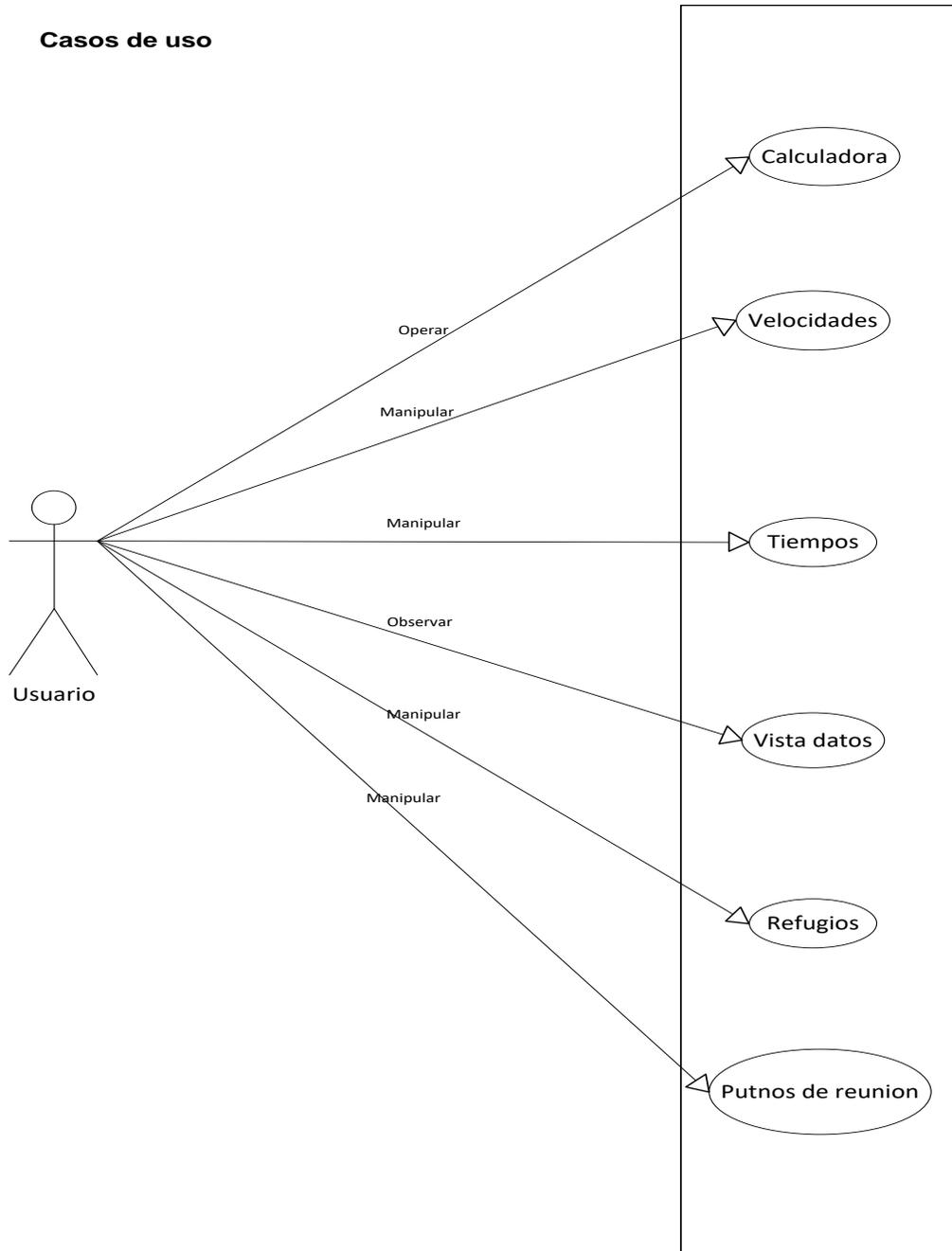
**Tabla 4.18 Datos de salida formulario tiempos de ascenso y descenso**

Tiempo de ascenso
Tiempo de descenso

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

## 4.8 Diagramas UML

### 4.8.1 Diagrama de caso de uso



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.12. Diagrama de casos de uso.

## 4.8.2 Contratos de caso de uso

Tabla 4.19 Contrato de caso de uso para calculadora

<b>Nombre:</b>	Calculadora
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Descripción:</b>	<p>Ésta será la ventana principal de la protección la cual se encargará de hacer los cálculos correspondientes para la presión del tiempo total de la evacuación, contendrá 15 cajas de texto en las cuales se captura la información con respecto al tiempo que será utilizado para ciertas situaciones, de los cuales seis de ellos serán rellenados de manera automática con el botón ascenso y descenso de pasajeros, mientras que los otros serán llenados manualmente. Estas cajas tendrán un formato Arial de 12 puntos, también tendrán un número determinado de caracteres para evitar errores en las operaciones.</p> <p>Contará también con cuatro <i>Radio Buttons</i> los cuales le permitirán elegir la velocidad con la cual se han de llevar a cabo las operaciones, si así lo decide el usuario podrá realizar el cálculo completo con las tres velocidades.</p> <p>Esta ventana contará con 6 botones los cuales se encargarán de realizar diferentes acciones: el primer botón es el de ascenso y descenso de pasajeros que llamará a un formulario que se encargará de llenar la baja texto de manera automática dando los parámetros de ascenso y descenso una sola vez.</p> <p>El botón de ciudades de recorrido se encargará de cargar las velocidades para realizar las operaciones, las cuales</p>

	<p>estarán en un contenedor del lado izquierdo de la pantalla, éstas estarán agregadas al valor de los radios están en esta parte del formulario.</p> <p>Tendrá un botón el cual se encargará de ejecutar el comando para realizar las operaciones correspondientes de un solo punto de reunión a un refugio.</p> <p>El siguiente botón quedará habilitado para realizar los cálculos completos y mostrarlos en un <i>dataset</i> que se encontrará en otro formulario.</p> <p>El botón cerrar se encargará de cerrar la aplicación.</p> <p>El siguiente par de botones pueden hacer un recorrido por los registros de la tabla virtual para seleccionar los datos de uno de los registros para realizar las operaciones correspondientes a este único recorrido.</p> <p>El color del fondo de este formulario será gris claro, además de que cada caja de texto estará acompañada de su correspondiente etiqueta que indicará qué tipo de dato es el que se esté introduciendo en la caja de texto.</p>
<b>Responsabilidades:</b>	Cargar los datos necesarios para realizar operaciones correspondientes y obtener los tiempos parciales y totales de los recorridos de los autobuses del punto de reunión a los refugios
<b>Tipo:</b>	Ventana de sistema
<b>Referencias cruzadas:</b>	VisitaSD
<b>Excepciones:</b>	No haber iniciado la aplicación

<b>Salida:</b>	Dar clic botón salir
<b>Precondiciones:</b>	Dar clic en el en el icono correspondiente a la aplicación
<b>Pos condiciones:</b>	VisitaSD

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Tabla 4.20 Contrato caso de uso vista de datos**

<b>Nombre:</b>	Vista DS
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Descripción:</b>	Esta ventana contendrá un <i>data grit view</i> en el cual se podrán mostrar los resultados de las operaciones realizadas en el formulario Calculadora, así también comprenderá dos botones uno de los cuales ayudarán a exportar estos datos a Excel, mientras que el otro botón cerrará la vista de los datos y esta ventana.
<b>Responsabilidades:</b>	Visualizar los datos arrojados por las operaciones correspondientes del formulario Calculadora, de la misma manera se mostrarán algunas matrices.
<b>Tipo:</b>	Ventana de sistema
<b>Referencias cruzadas:</b>	
<b>Excepciones:</b>	Dar clic en el botón calcular
<b>Salida:</b>	Dar clic en el botón cerrar
<b>Precondiciones:</b>	Dar clic en el botón calcular
<b>Pos condiciones:</b>	Calculadora

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Tabla 4.21 Contrato de caso de uso tiempos de ascenso y descenso

<b>Nombre:</b>	<b>Agregar tiempo</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Descripción:</b>	<p>Esta ventana contendrá dos cajas de texto, las cuales emplearan fuente Arial de número 12, al igual que las etiquetas que indicarán el tipo de dato a cargar en dichas cajas; así mismo, contendrá dos botones uno con la opción agregar tiempos el cual capturará los datos introducidos en las cajas de texto y cerrará formulario, mientras tanto el otro botón se encargará de cancelar la de cargar los datos y dar inmediatamente el formulario sin hacer ningún cambio a la información.</p> <p>Este formulario tendrá el color de estándar de Windows.</p>
<b>Responsabilidades:</b>	Agregar los tiempos de descenso y ascenso de pasaje en las unidades de transporte asignadas a un punto de reunión
<b>Tipo:</b>	Ventana de sistema
<b>Referencias cruzadas:</b>	Calculadora
<b>Excepciones:</b>	No haber en seleccionar la opción ascenso y descenso de pasajeros
<b>Salida:</b>	Dar clic en la opción a salir
<b>Precondiciones:</b>	Seleccionar la opción ascenso y descenso de pasajeros
<b>Pos condiciones:</b>	Calculadora

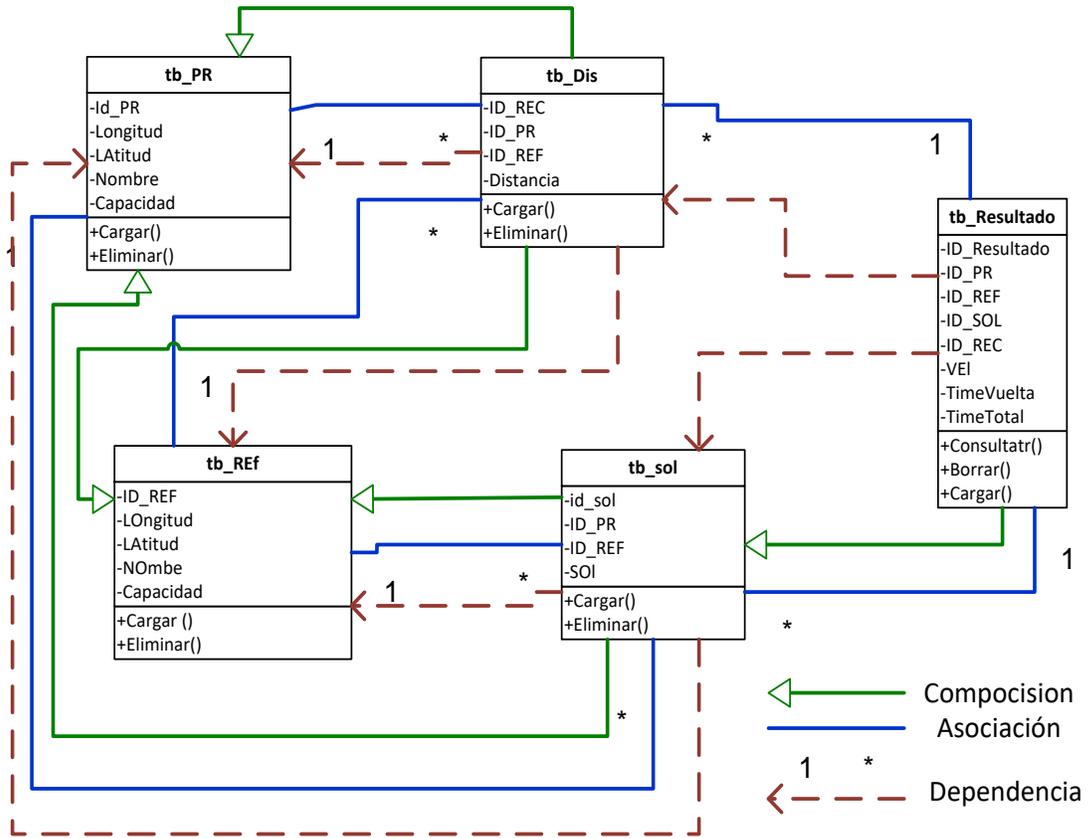
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Tabla 4.22 Contrato caso de uso velocidades**

<b>Nombre:</b>	<b>Agregar velocidad</b>
<b>Actores:</b>	Usuario
<b>Descripción:</b>	Esta ventana contendrá tres cajas de texto en las cuales se podrán capturar las diferentes velocidades con las cuales se pueden realizar las operaciones correspondientes, los cuales tendrán las siguientes especificaciones: Letra del número doce, también contendrá dos botones los cuales tendrán las operaciones, el primero al momento de darle clic cargará los valores de las velocidades formulario calculadora en forma automática, mientras tanto el otro botón se encargará de cancelar las acciones hechas anteriormente y cerrará el formulario
<b>Responsabilidades:</b>	Se encargará de pasar los valores de las velocidades a formulario calculadora
<b>Tipo:</b>	Ventana de sistema
<b>Referencias cruzadas:</b>	Calculadora
<b>Excepciones:</b>	No haber presionado el botón agregar velocidades
<b>Salida:</b>	Dar clic en el con cancelar
<b>Precondiciones:</b>	Dar clic en el botón agregar velocidad
<b>Pos condiciones:</b>	Calculadora

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

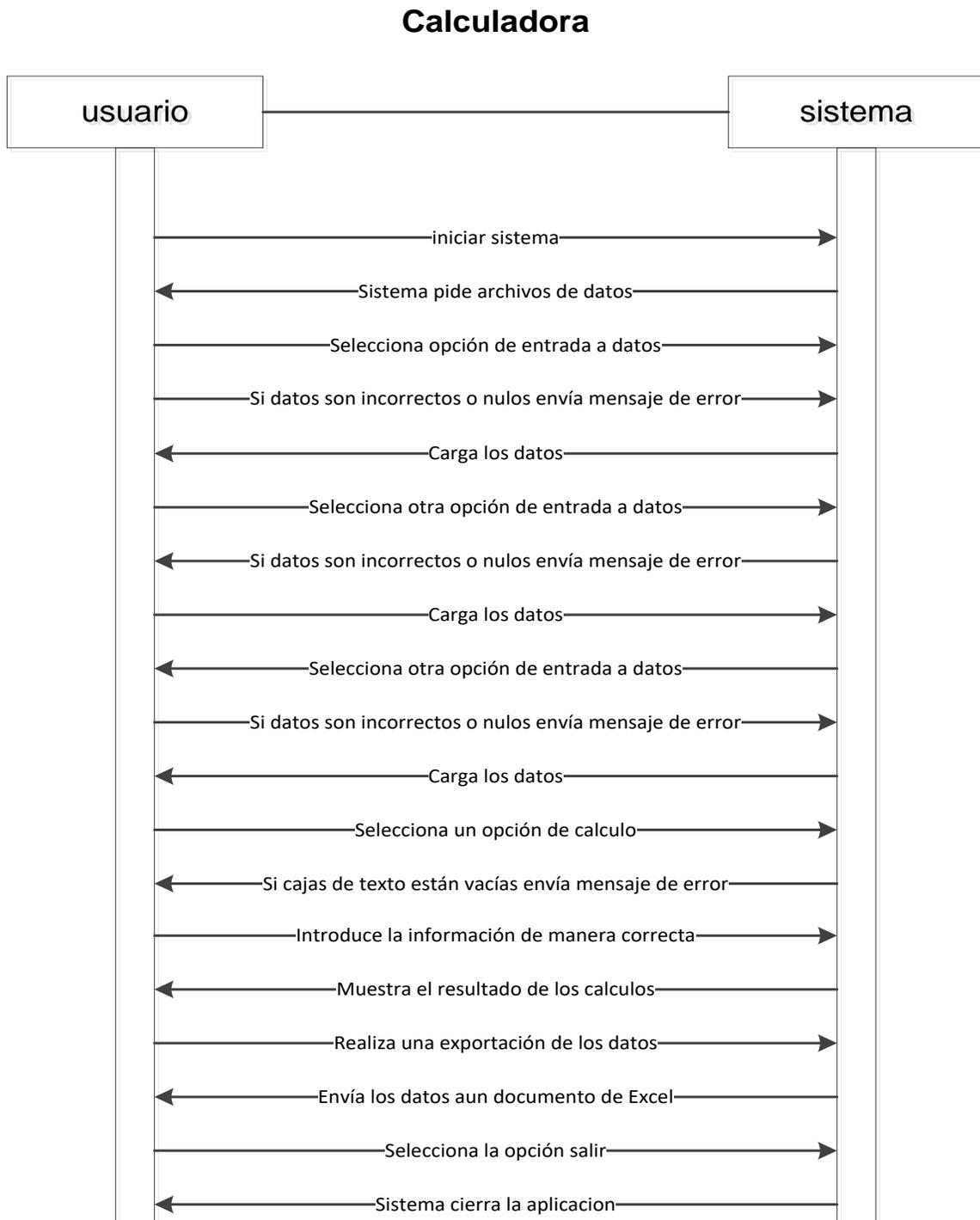
## 4.9 Diagrama de Clases



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

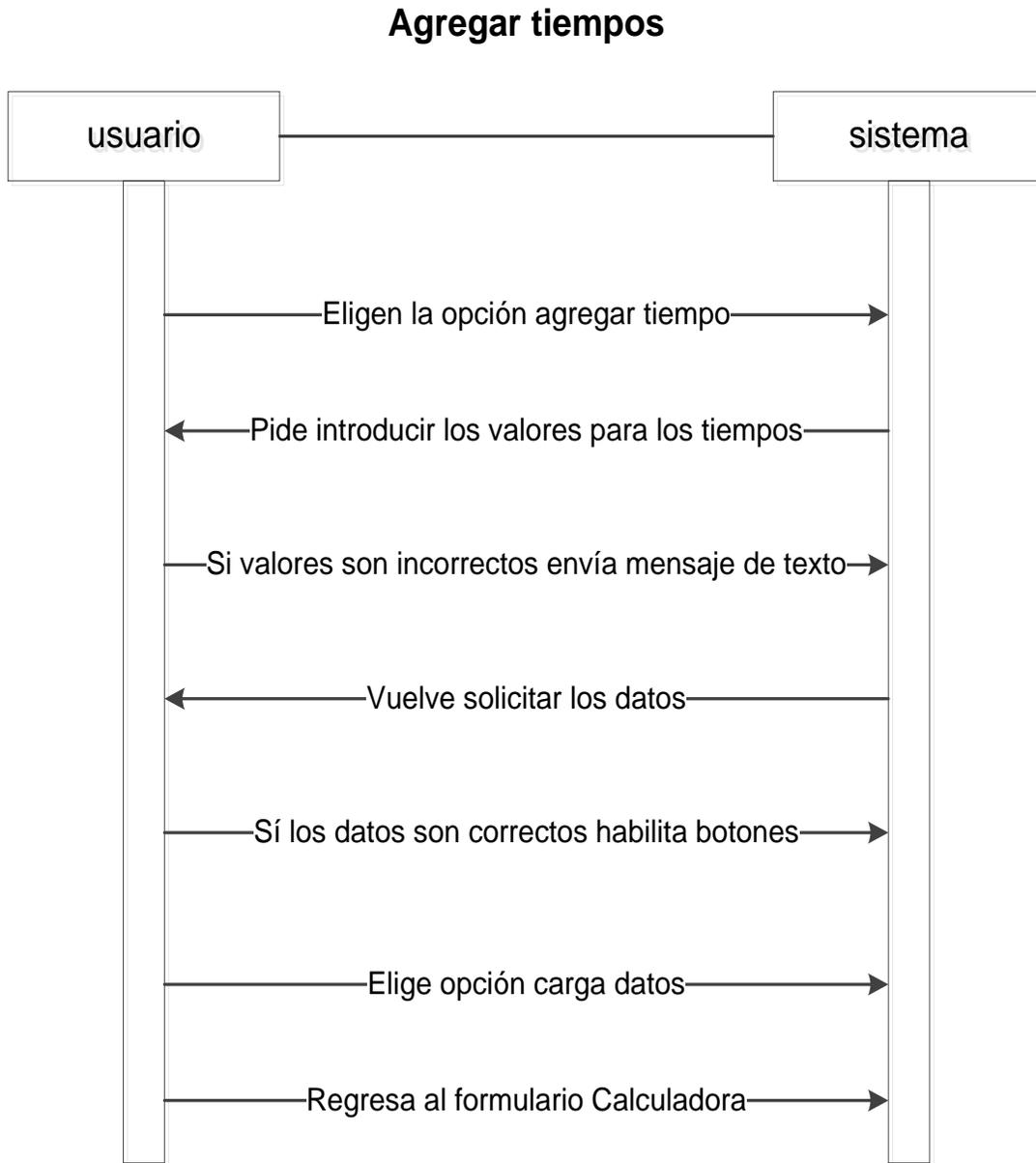
Figura 4.13. UML de clases

## 4.10 Diagrama de secuencias



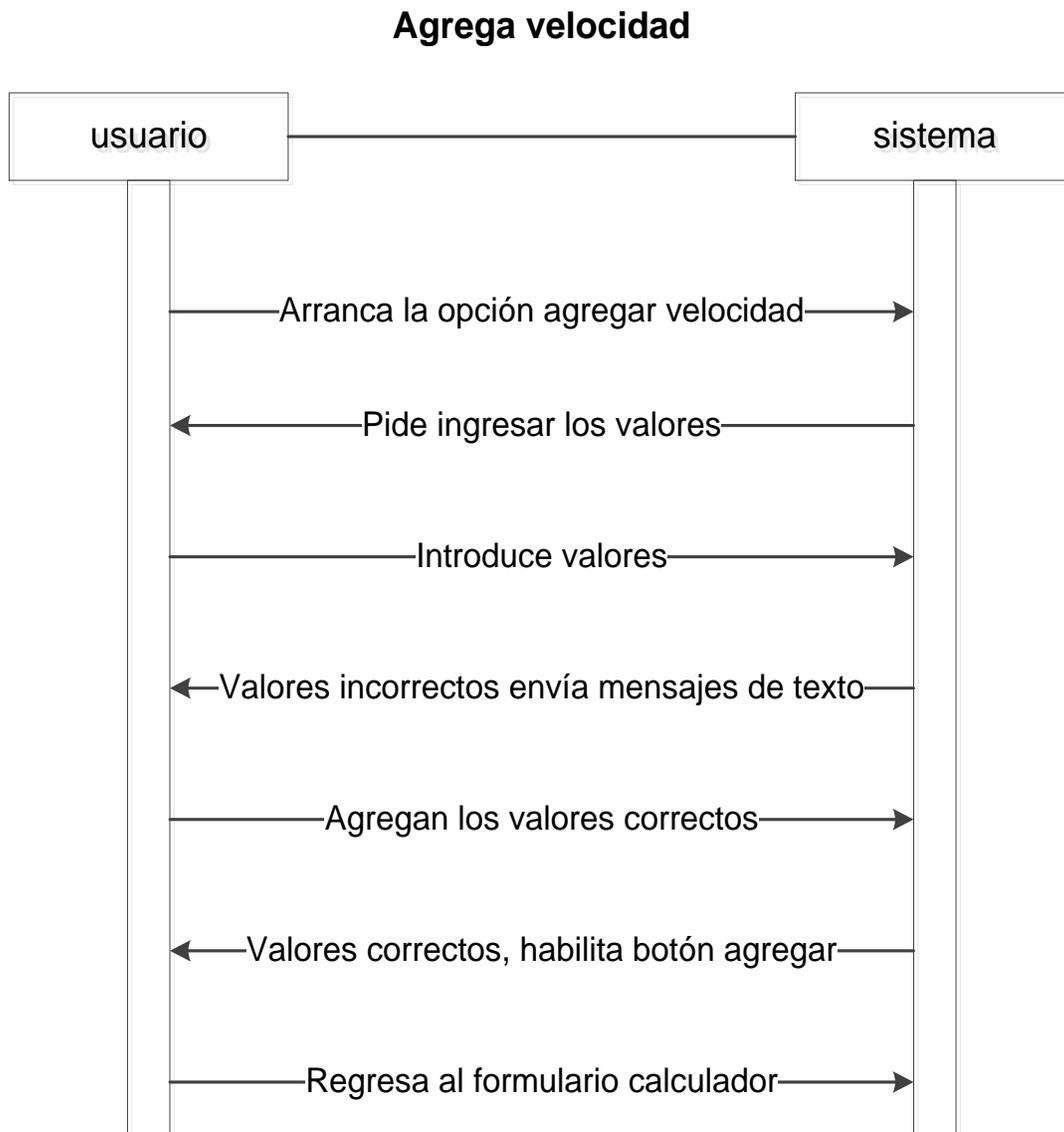
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.14. Diagrama con secuencias de calculadora



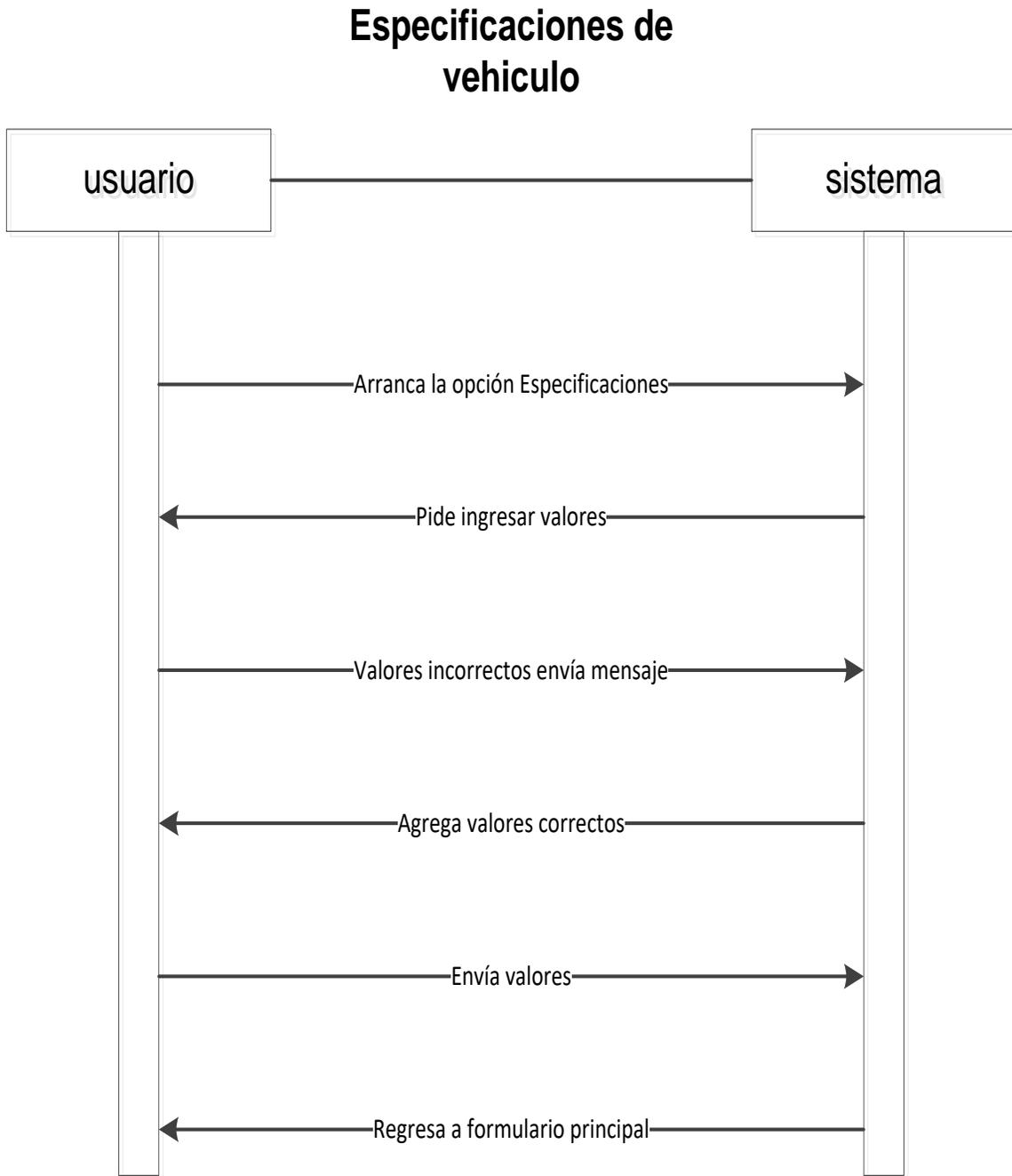
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Figura 4.15. Secuencia de formulario para ascensos y descensos**



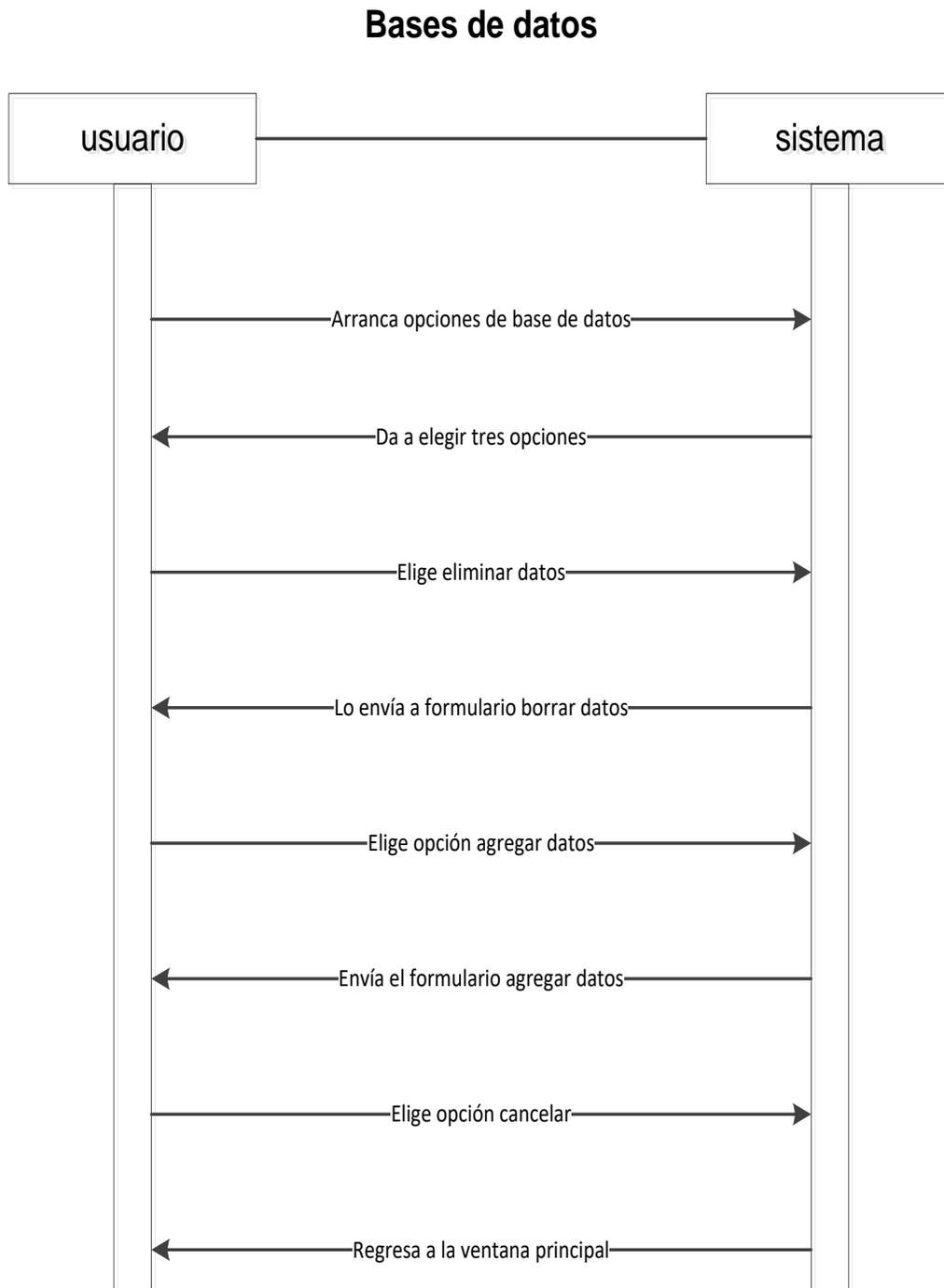
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Figura 4.16. Secuencia para formulario de velocidad**



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

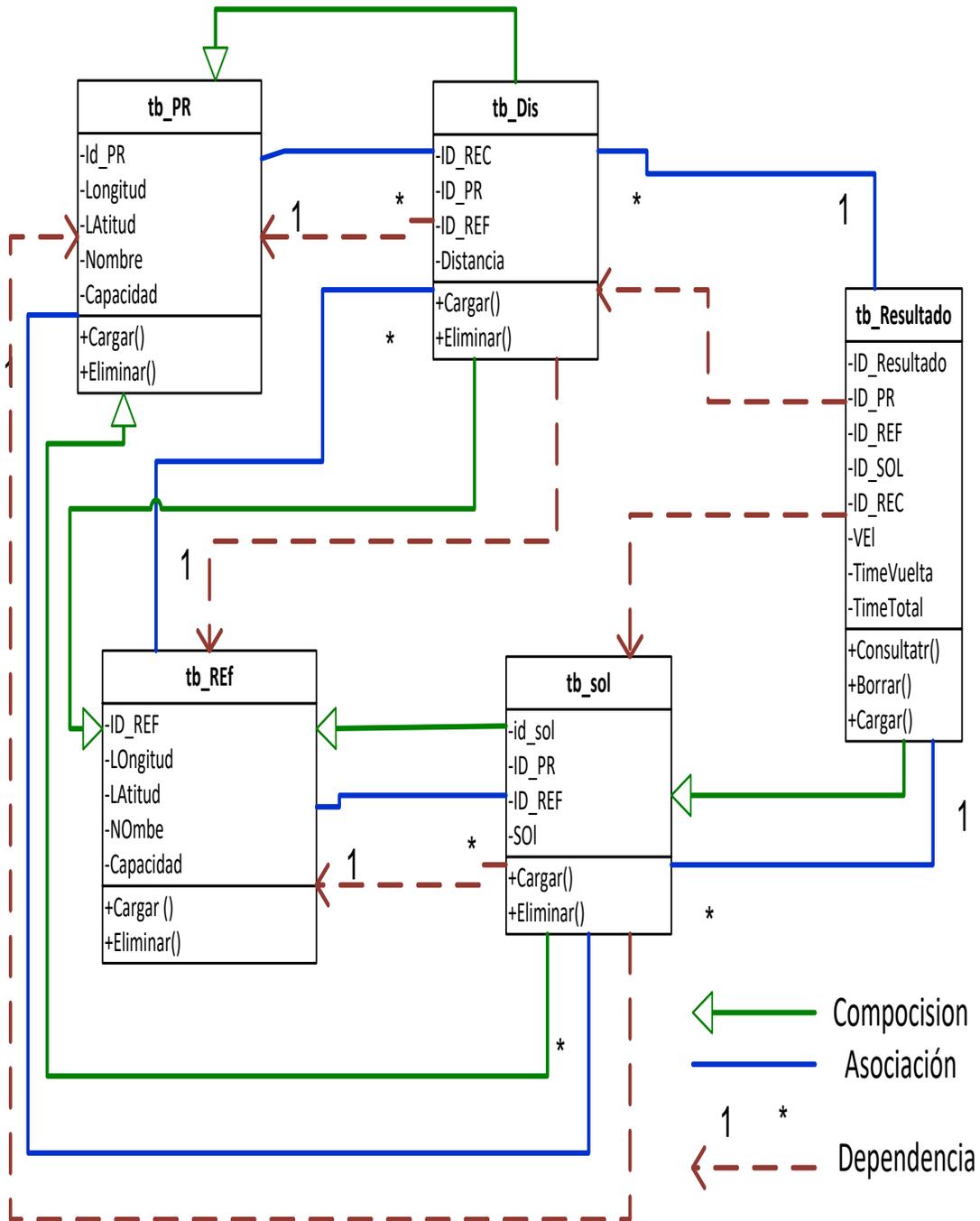
**Figura 4.17. Secuencia para formulario de especificaciones**



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.18. Secuencia de formulario opciones de base de datos

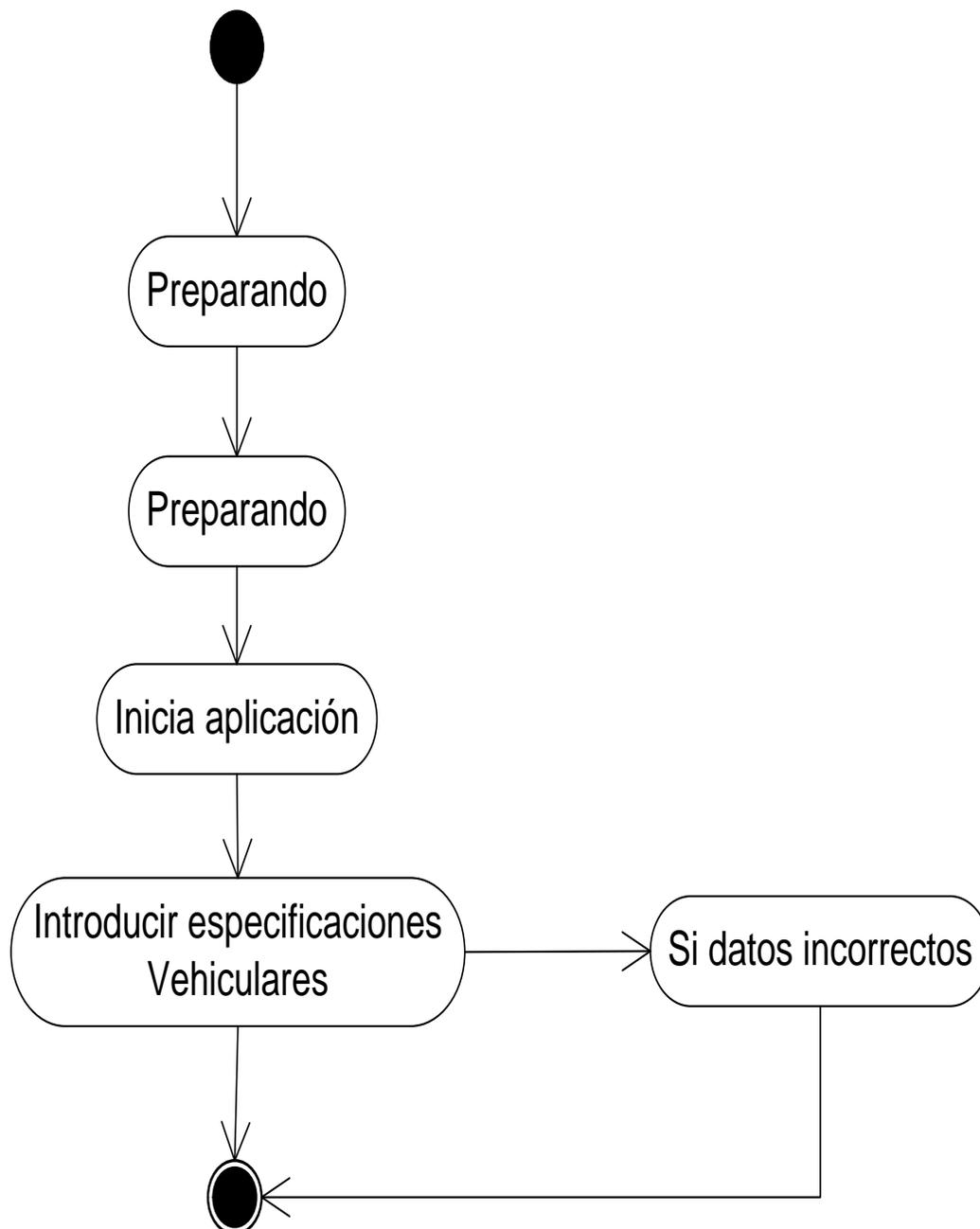
## 4.11 Diagrama de Objetos



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

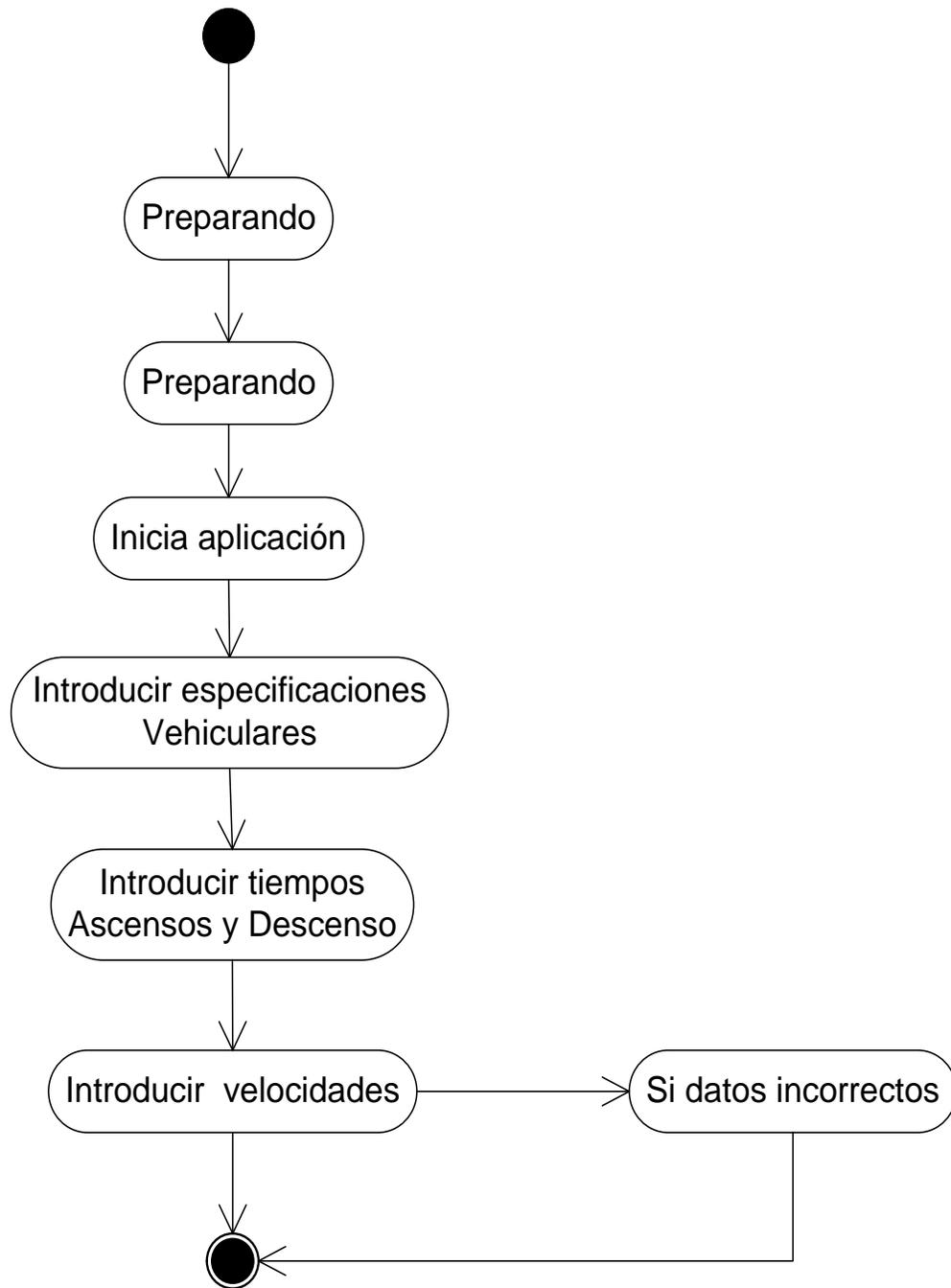
Figura 4.19. Diagrama de objetos

## 4.12 Diagramas de estado



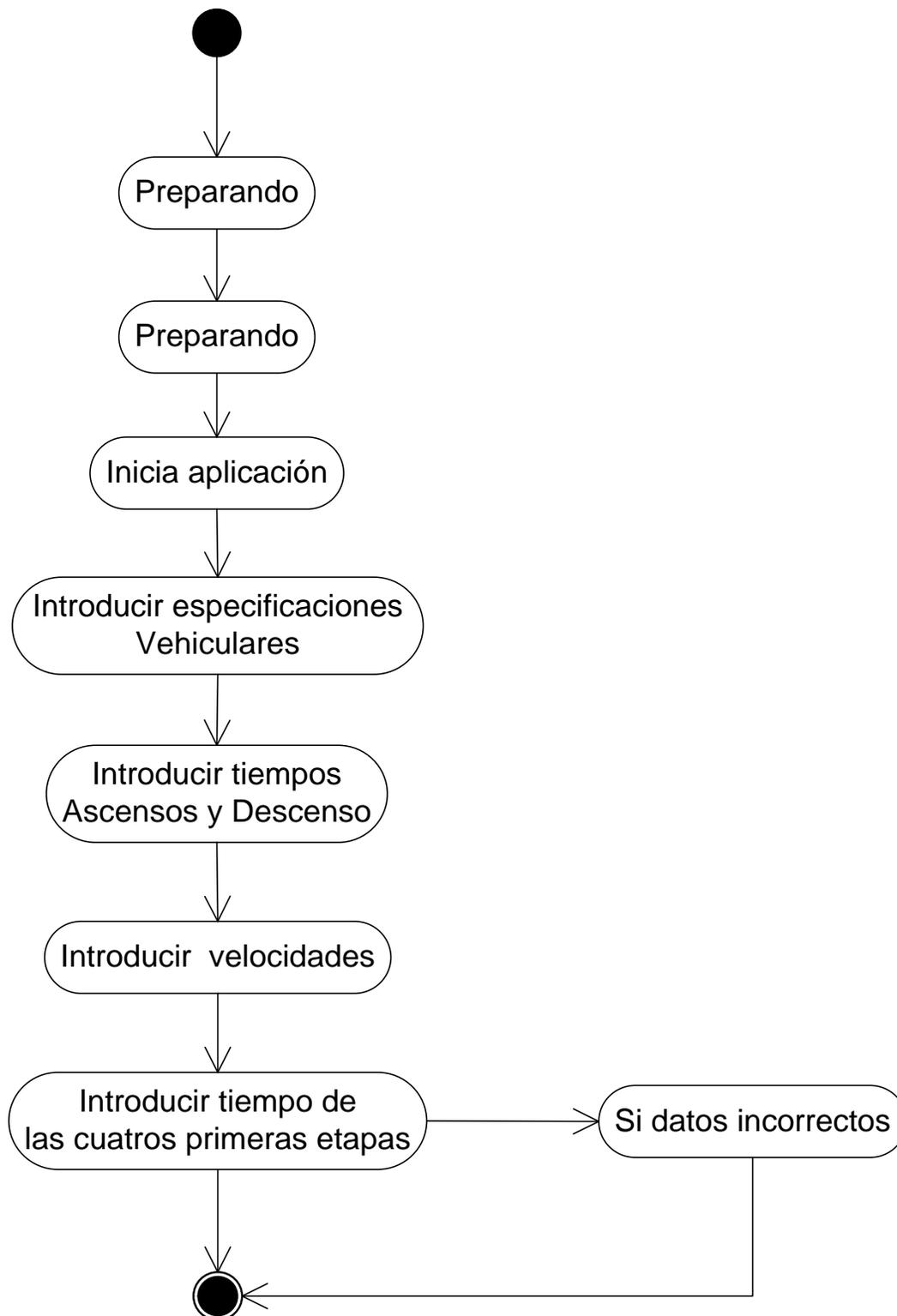
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.20. Diagrama de estado para formulario de especificaciones



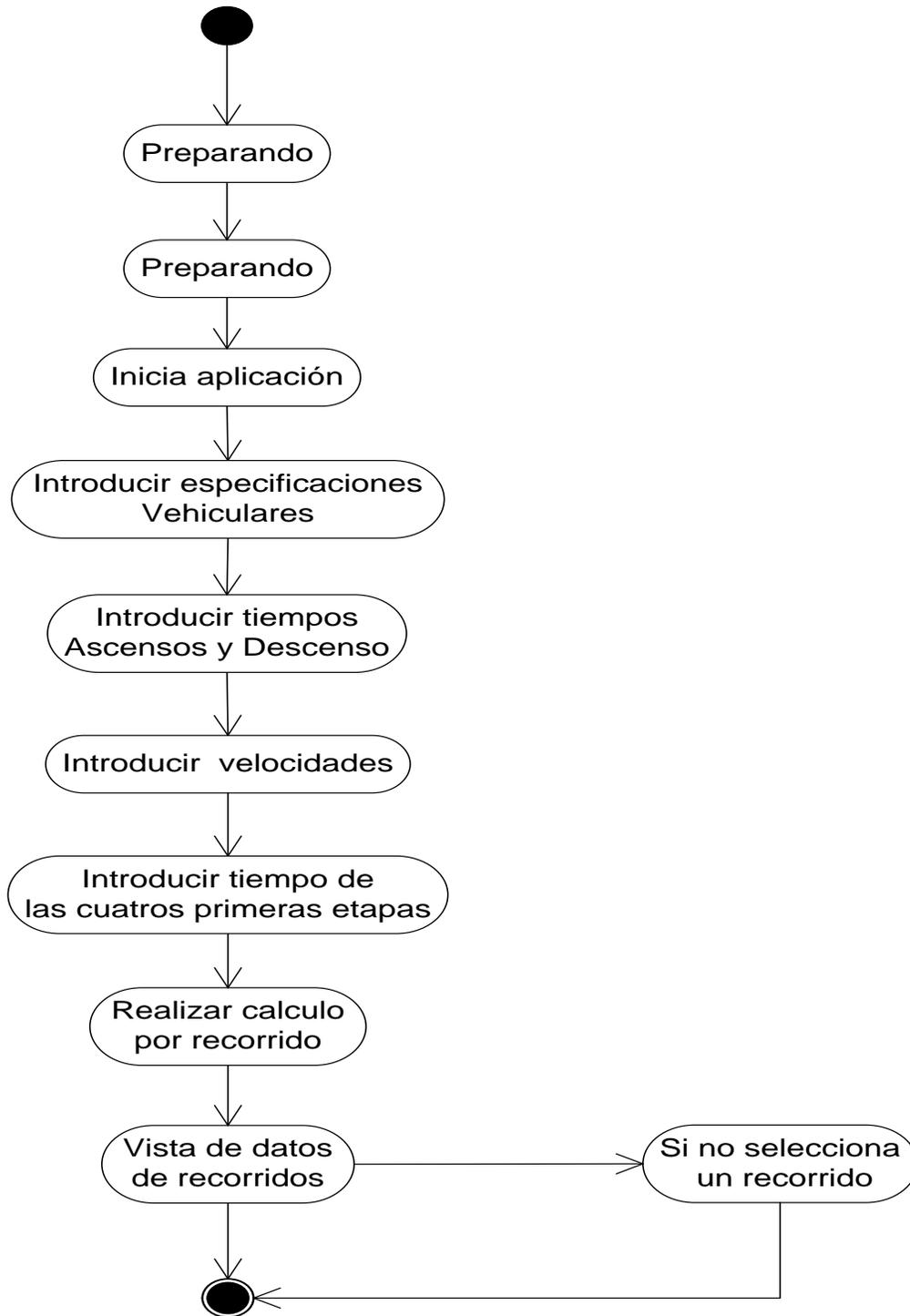
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.21. Diagrama de estado para formulario de velocidades



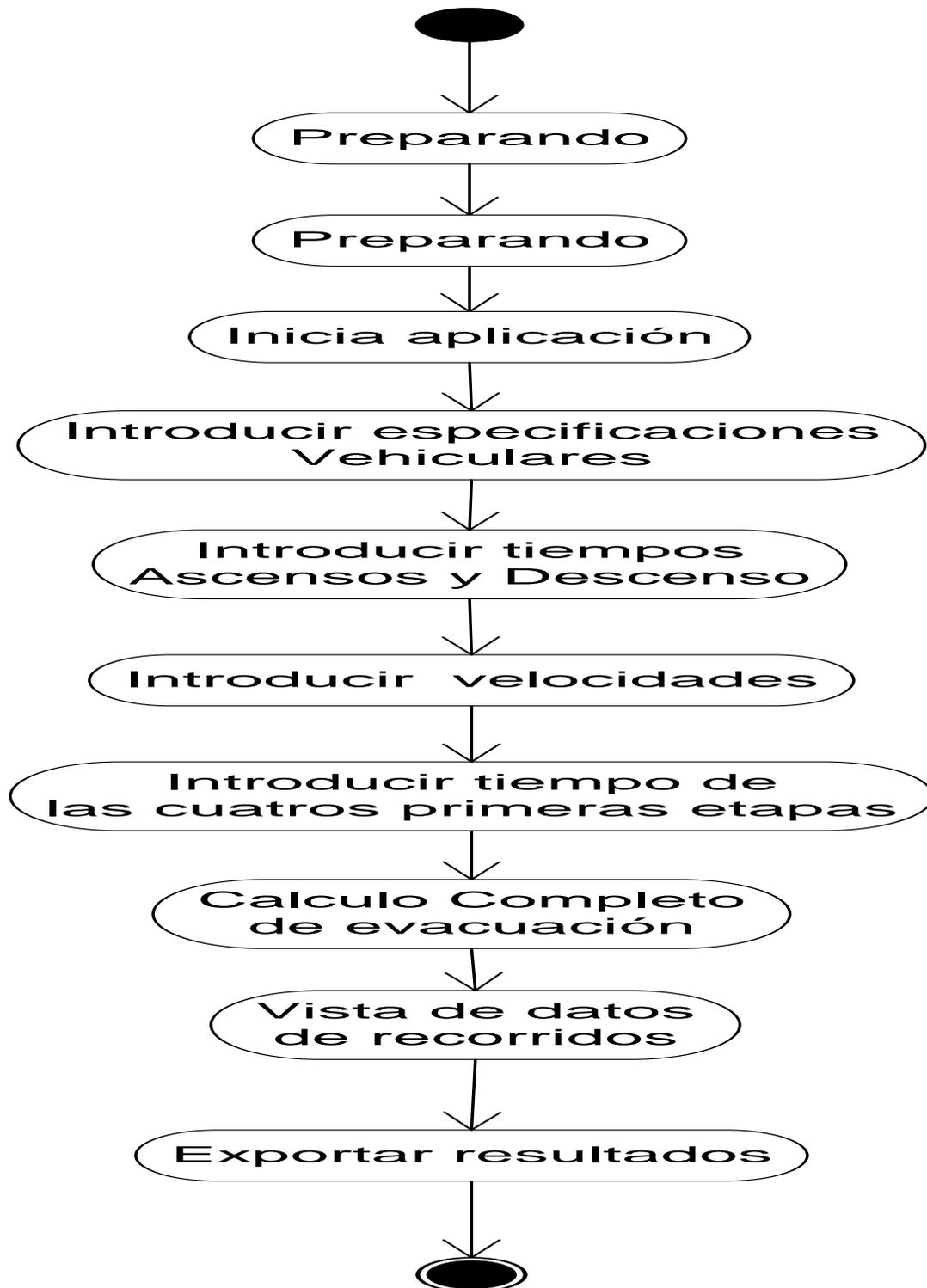
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Figura 4.22. Diagrama de estado para formulario principal**



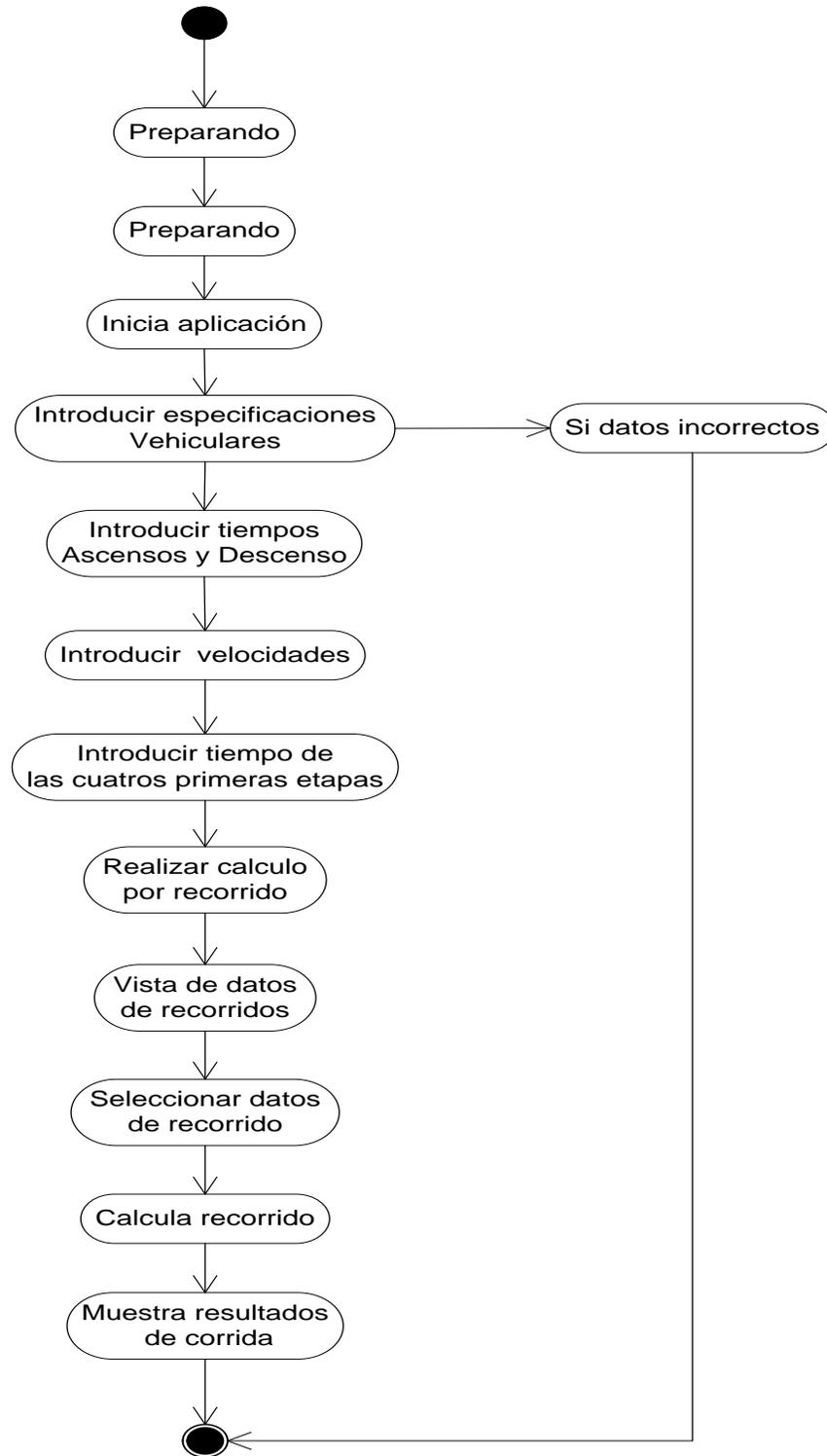
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.23. Diagrama de estado para formulario principal para el cálculo de un solo recorrido



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

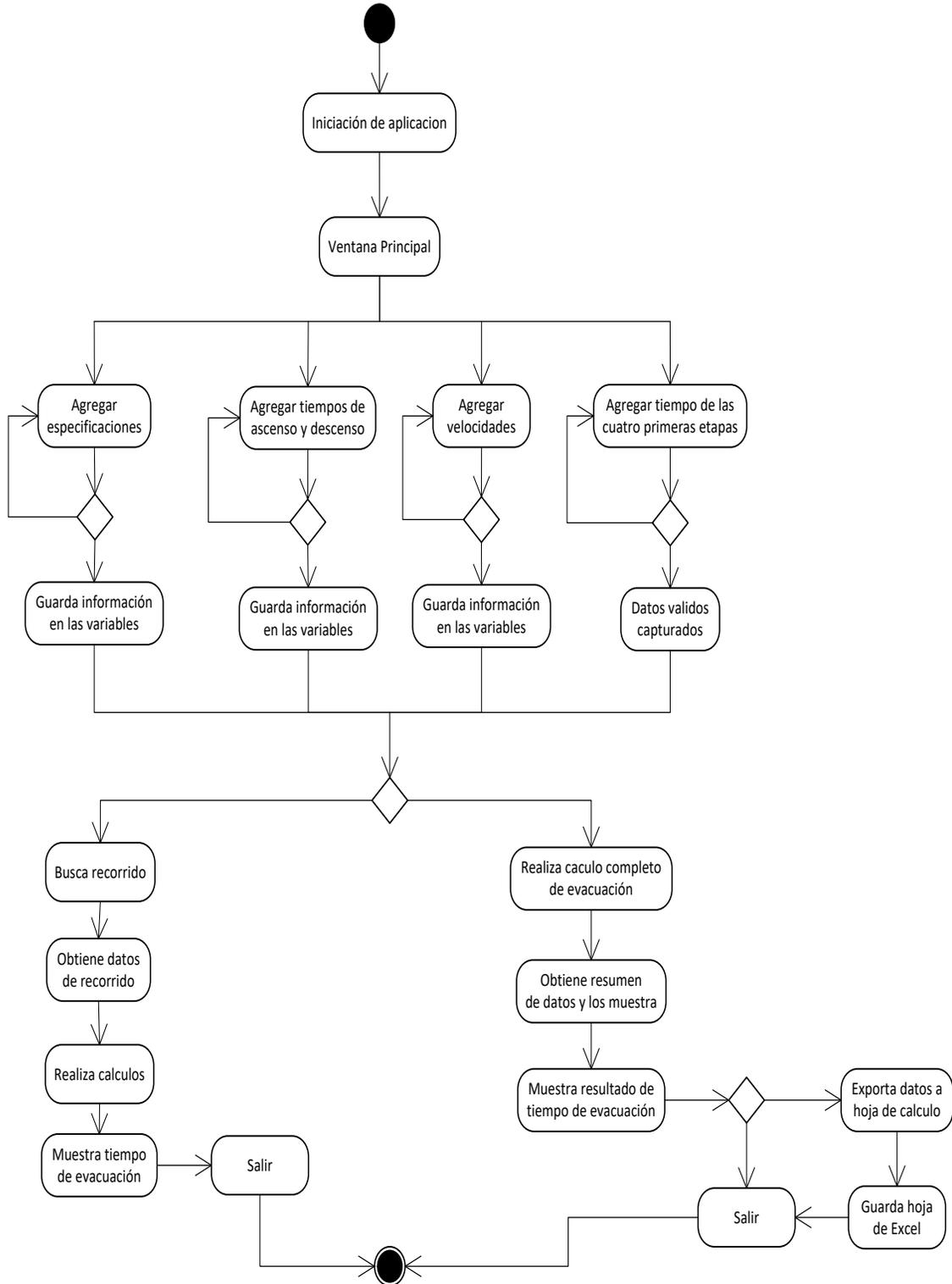
Figura 4.24. Diagrama de estado para formulario principal para el cálculo de evacuación completa



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Figura 4.25. Diagrama de estado para formulario principal para datos de las unidades de transporte**

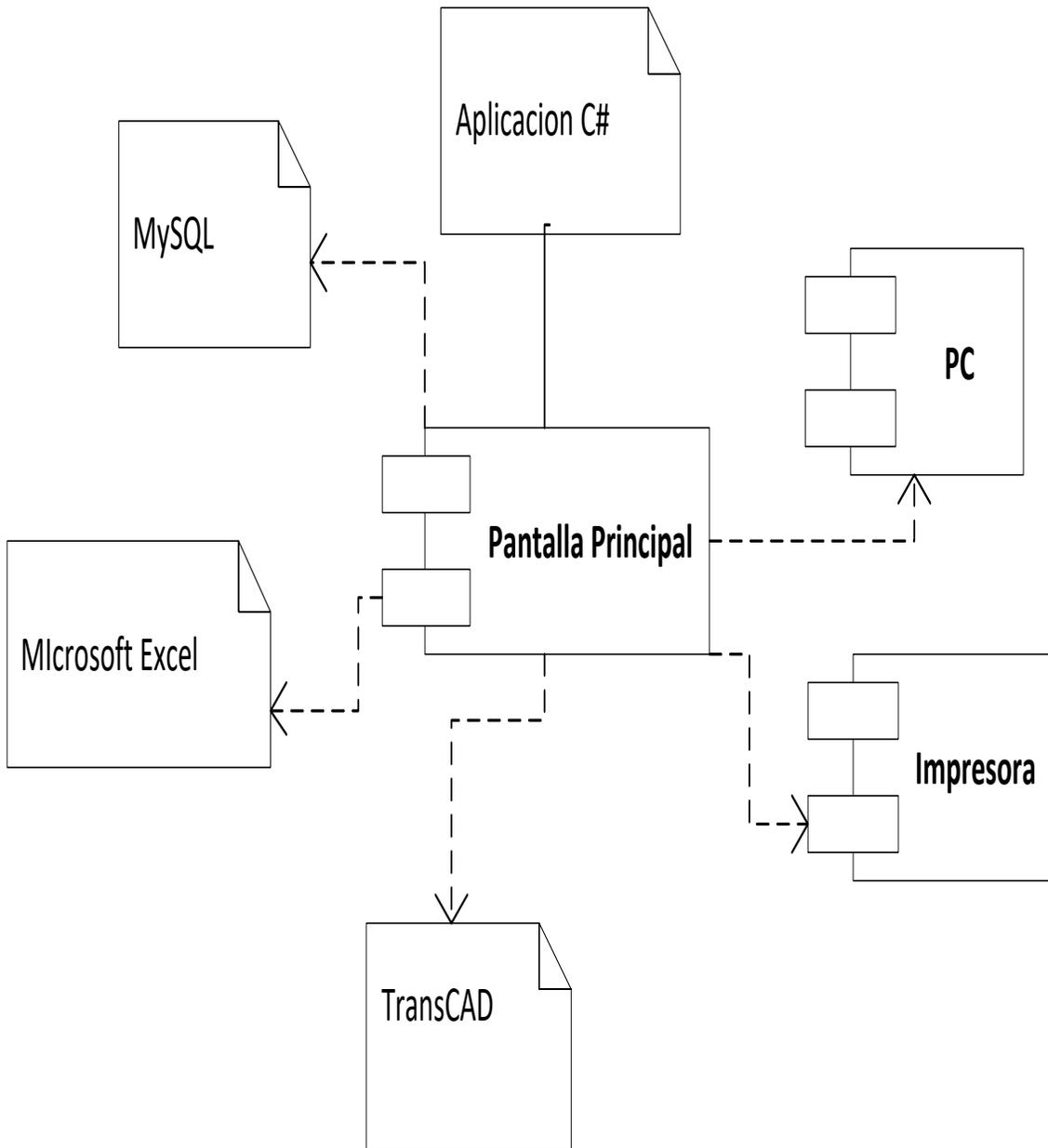
## 4.13 Diagrama de actividades



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.26. Diagrama de actividades

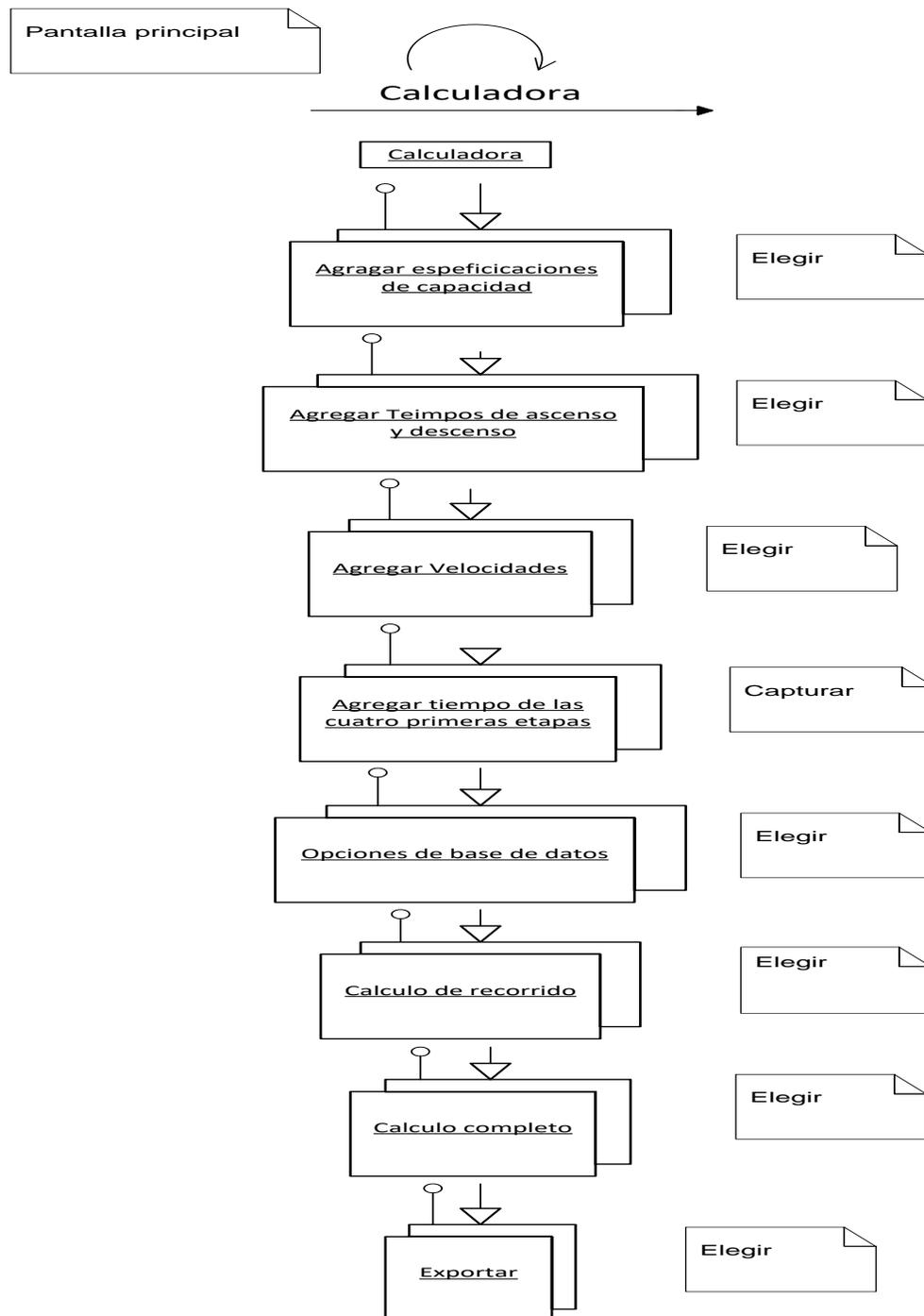
## 4.14 Diagrama de componentes



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

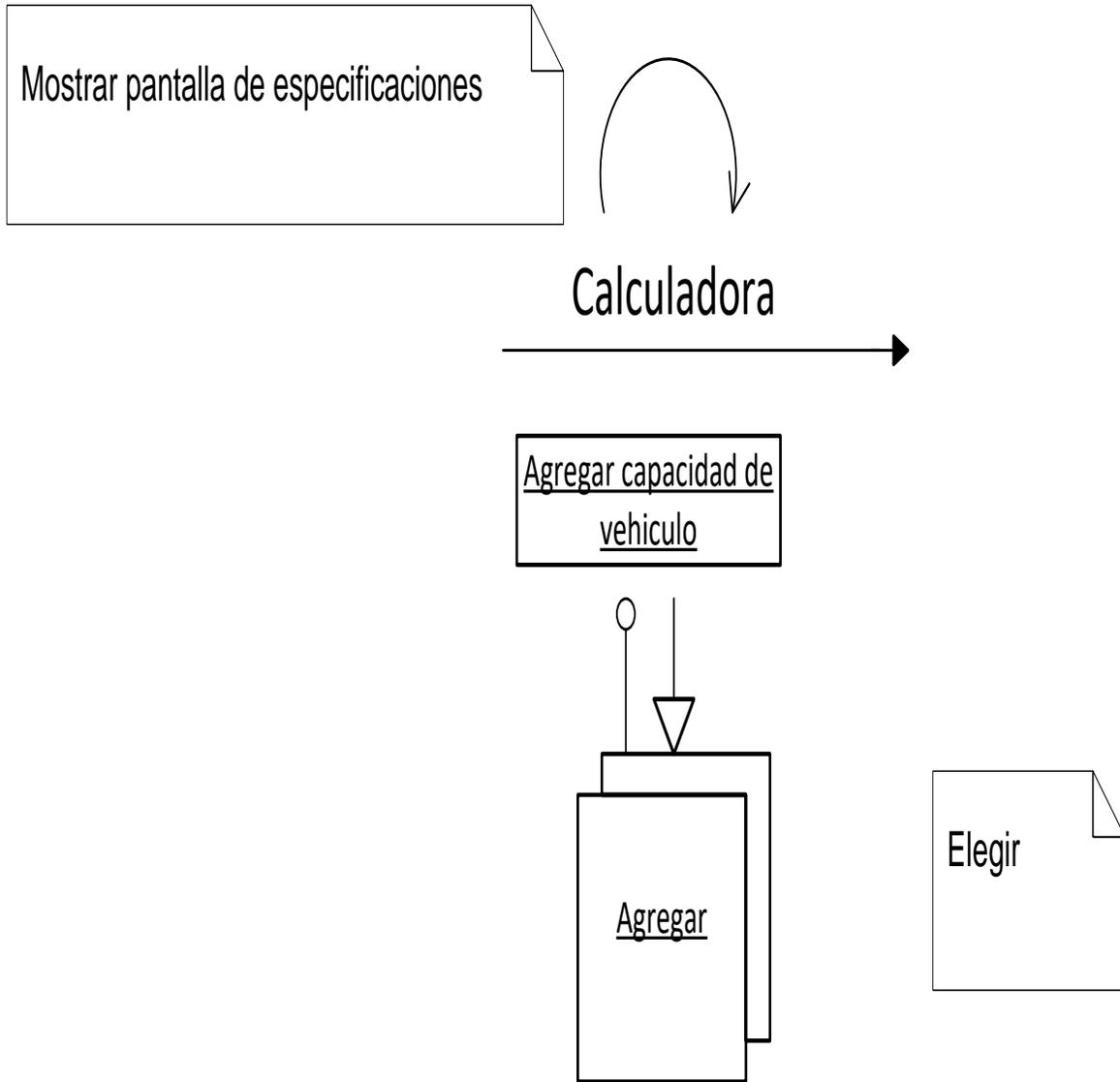
Figura 4.27 Diagrama de componentes

## 4.15 Diagramas de Colaboración



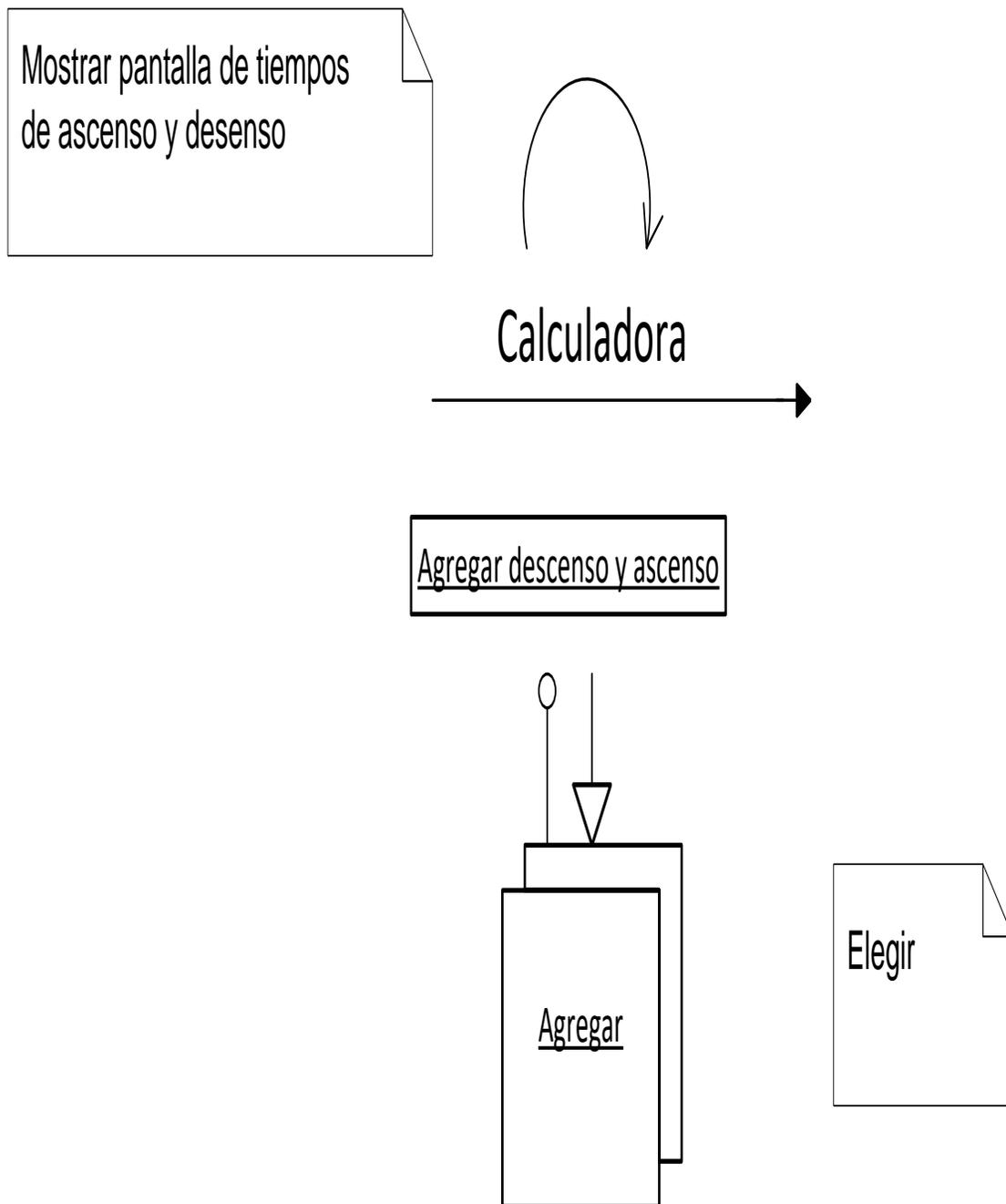
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.28. Diagrama de colaboración en pantalla principal



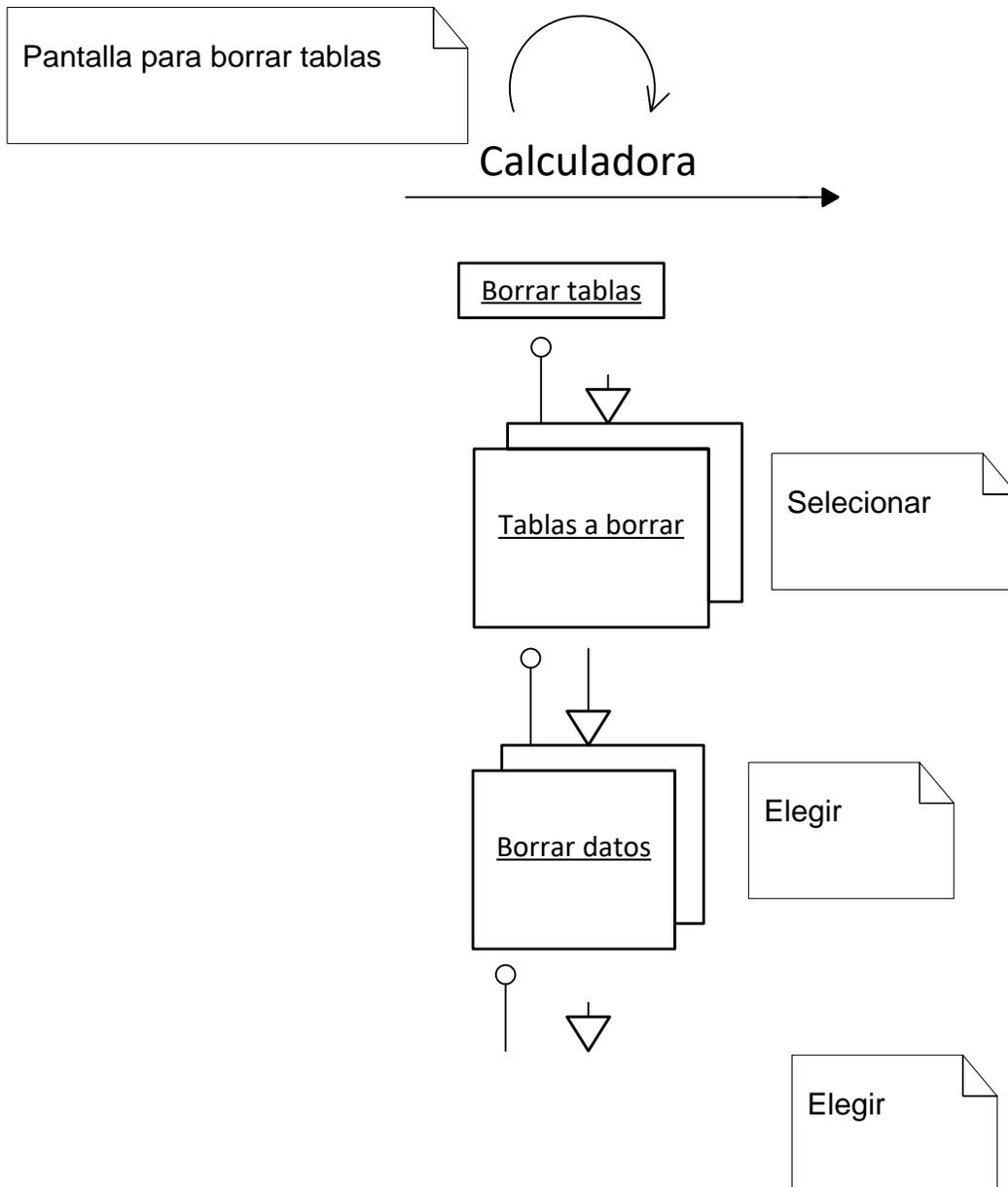
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.29. Diagrama de colaboración para formulario de especificaciones



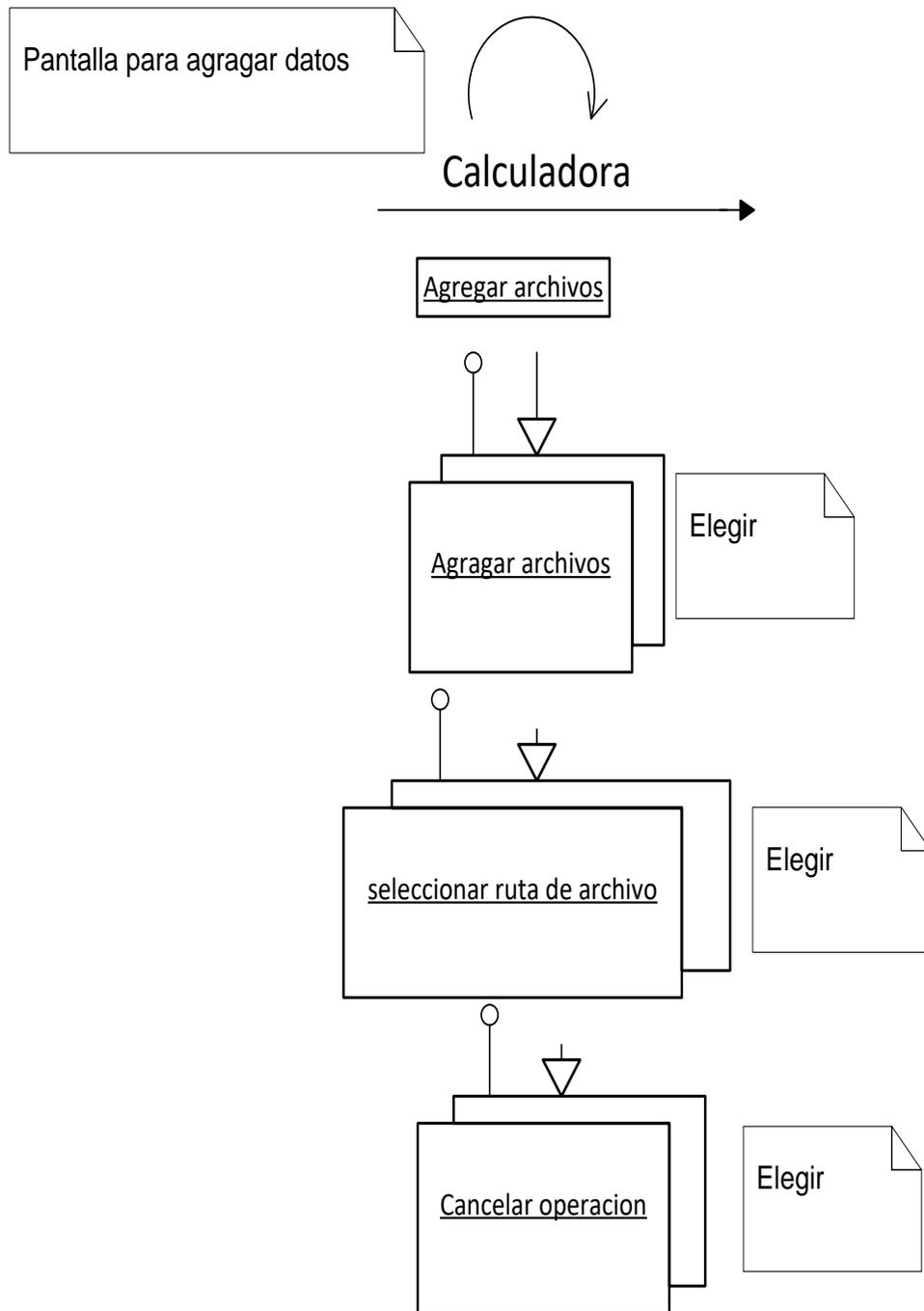
Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Figura 4.30. Diagrama de colaboración para formulario de ascensos y descensos**



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

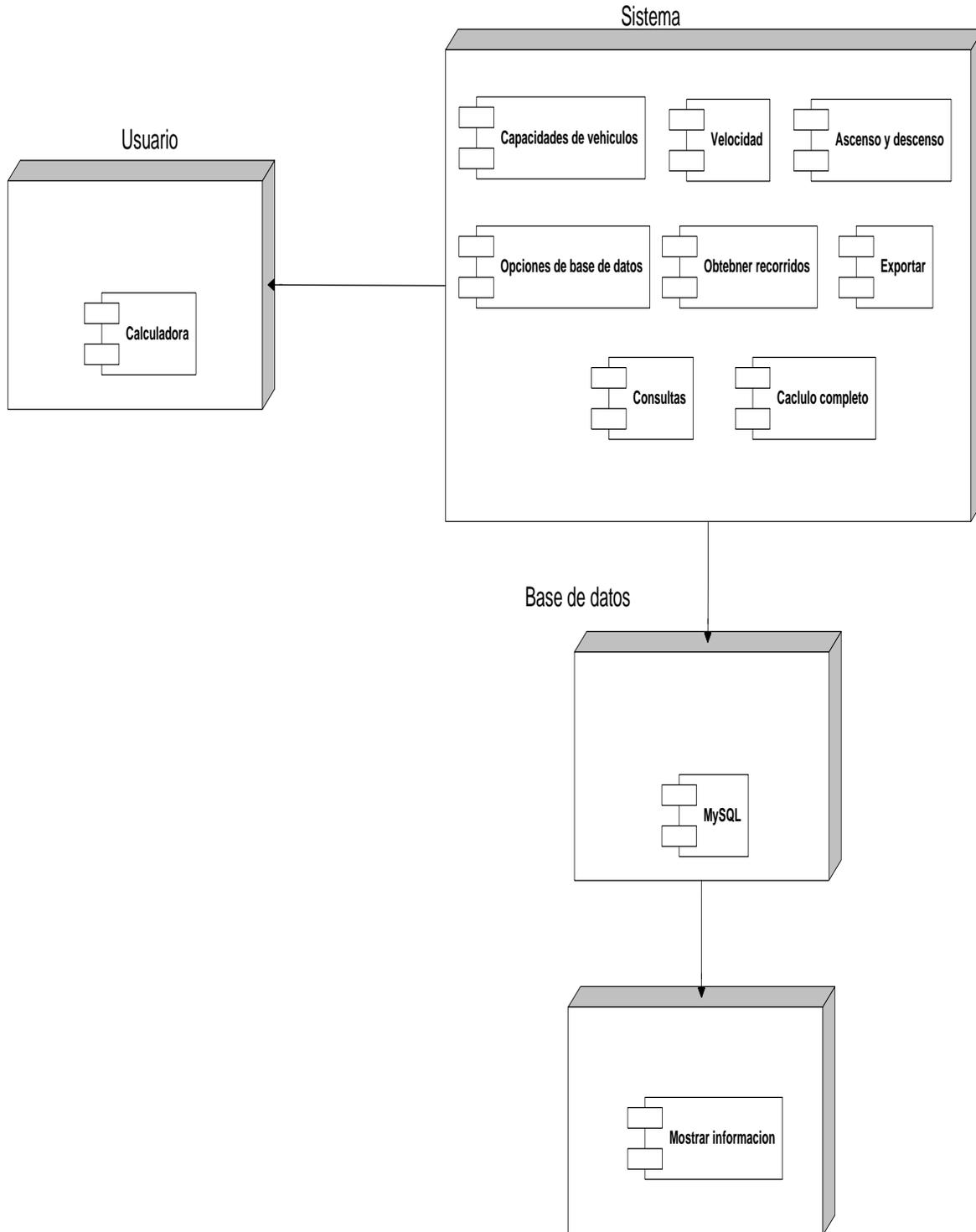
Figura 4.31. Diagrama de colaboración para el formulario de borrar datos



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.32. Diagrama de colaboración para formulario de carga de archivos

## 4.16 Diagrama de despliegue

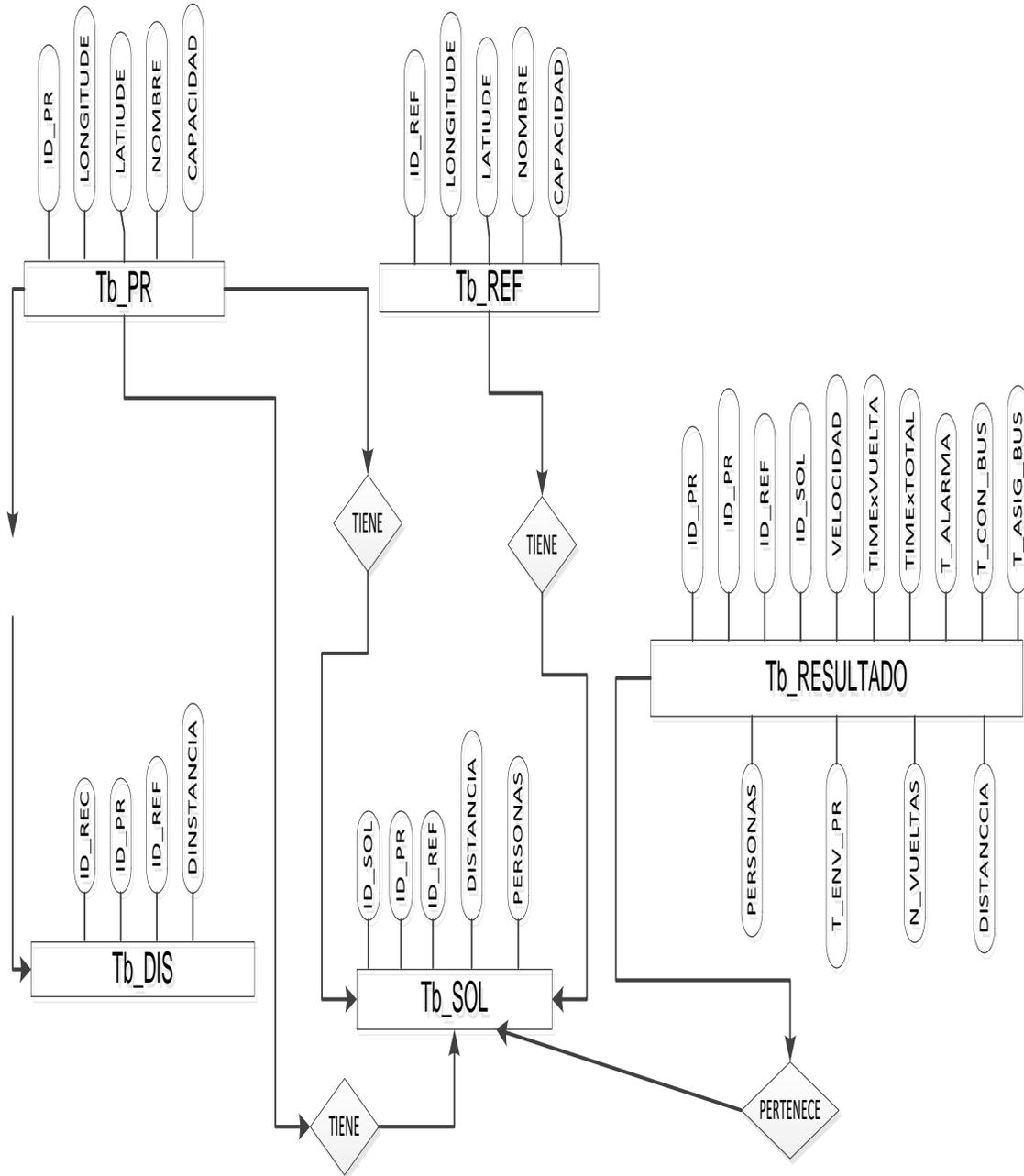


Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.33. Diagrama de despliegues

## 4.17 Diseño de base de datos

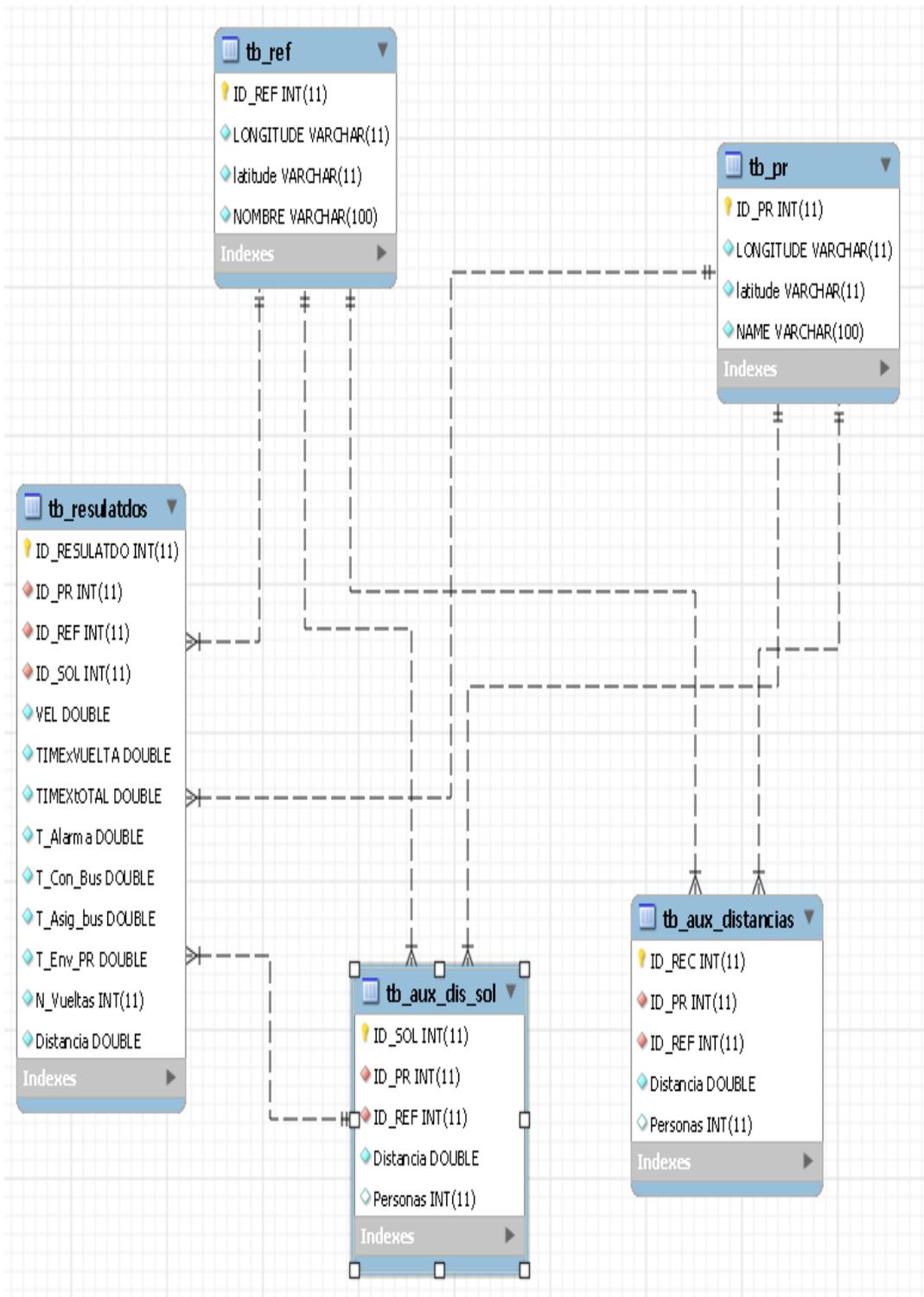
### 4.17.1 Diagrama Entidad Relación



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.34. Entidad relación.

## 4.17.2 Diagrama relacional



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.35. Relacional para base de datos

### **4.17.3 Script de base de datos**

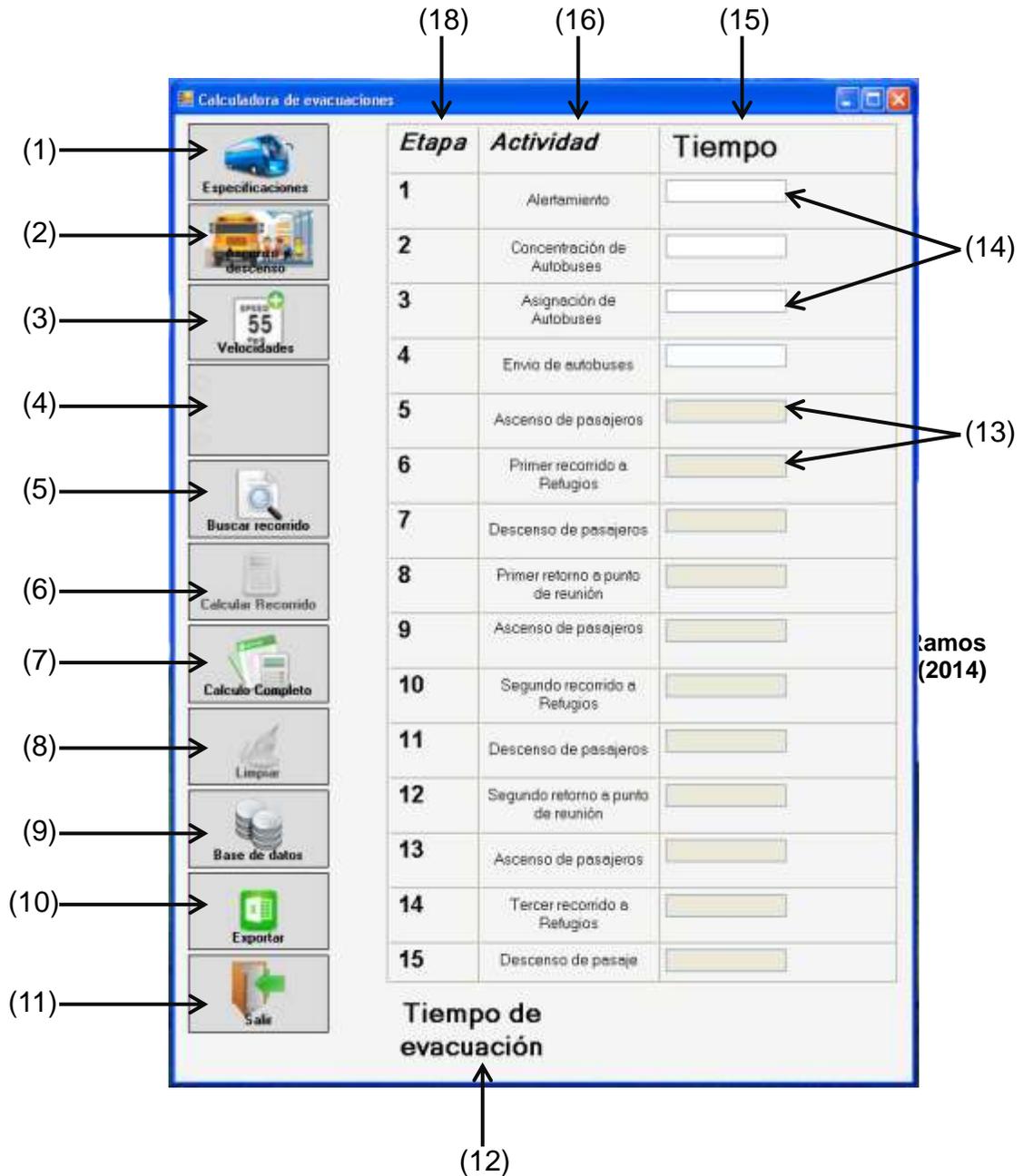
```
Create table tb_PR (  
ID_PR integer not null primary key,  
LONGITUDE varchar (11) not null,  
latitude varchar(11) not null,  
NAME varchar(100) not null  
);  
  
create table tb_REF(  
ID_REF integer not null primary key,  
LONGITUDE varchar(11) not null,  
latitude varchar(11) not null,  
NOMBRE varchar(100) not null  
);  
  
create table tb_Aux_Dis_Sol(  
ID_SOL integer primary key auto_increment,  
ID_PR integer not null,  
ID_REF integer not null,  
Distancia real not null,  
Personas integer null,  
foreign key(ID_PR) references tb_PR(ID_PR),  
foreign key(ID_REF) references tb_REF(ID_REF)  
);  
  
create table tb_Aux_Distancias(  
ID_REC integer primary key auto_increment,
```

```
ID_PR integer not null,  
ID_REF integer not null,  
Distancia real not null,  
Personas integer null,  
foreign key(ID_PR) references tb_PR(ID_PR),  
foreign key(ID_REF) references tb_REF(ID_REF)  
);  
  
create table tb_Resulatdos(  
ID_RESULATDO integer primary key auto_increment,  
ID_PR integer not null,  
ID_REF integer not null,  
ID_SOL integer not null,  
VEL double not null,  
TIMExVUELTA double not null,  
TIMEXtOTAL double not null,  
T_Alarma double not null,  
T_Con_Bus double not null,  
T_Asig_bus double not null,  
T_Env_PR double not null,  
N_Vueltas integer not null,  
Distancia real not null,  
foreign key(ID_PR) references tb_PR(ID_PR),  
foreign key(ID_REF) references tb_REF(ID_REF),  
foreign key(ID_SOL) references tb_Aux_Dis_Sol(ID_SOL)  
);
```

## 4.18 Diseño de pantallas.

### 4.18.1 Descripción de pantallas.

#### 4.18.1.1 Formulario Calculadora



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

Figura 4.36. Componentes de la calculadora de tiempos de evacuación

1. Botón especificación de capacidad.
2. Botón de ascenso y descenso de tiempos.
3. Botón de agregar velocidades.
4. Panel que contiene los valores de velocidades.
5. Botón que llama a un formulario de búsquedas de recorridos.
6. Botón Calcular recorrido.
7. Botón que obtiene el cálculo completo y el tiempo completo de la evacuación.
8. Este botón se encarga de limpiar la calculadora después de hacer los cálculos.
9. Este botón llama a la ventana de opciones para la base de datos.
10. Este botón exporta toda la información a Excel para su posterior manipulación.
11. Botón que se encarga de cerrar la aplicación.
12. Etiqueta que señala dónde aparecerá el resultado de las operaciones.
13. Cajas de texto de solo lectura, son para visualización de la información.
14. Cajas de texto que capturan las primeras cuatro etapas de la evacuación.
15. Columna que indica el tiempo a capturar y mostrar.
16. Columna que indica el nombre de cada etapa de la evacuación.
18. Columna que indica el número de la etapa en la evacuación.

#### 4.18.1.2 Formulario de especificaciones de capacidad

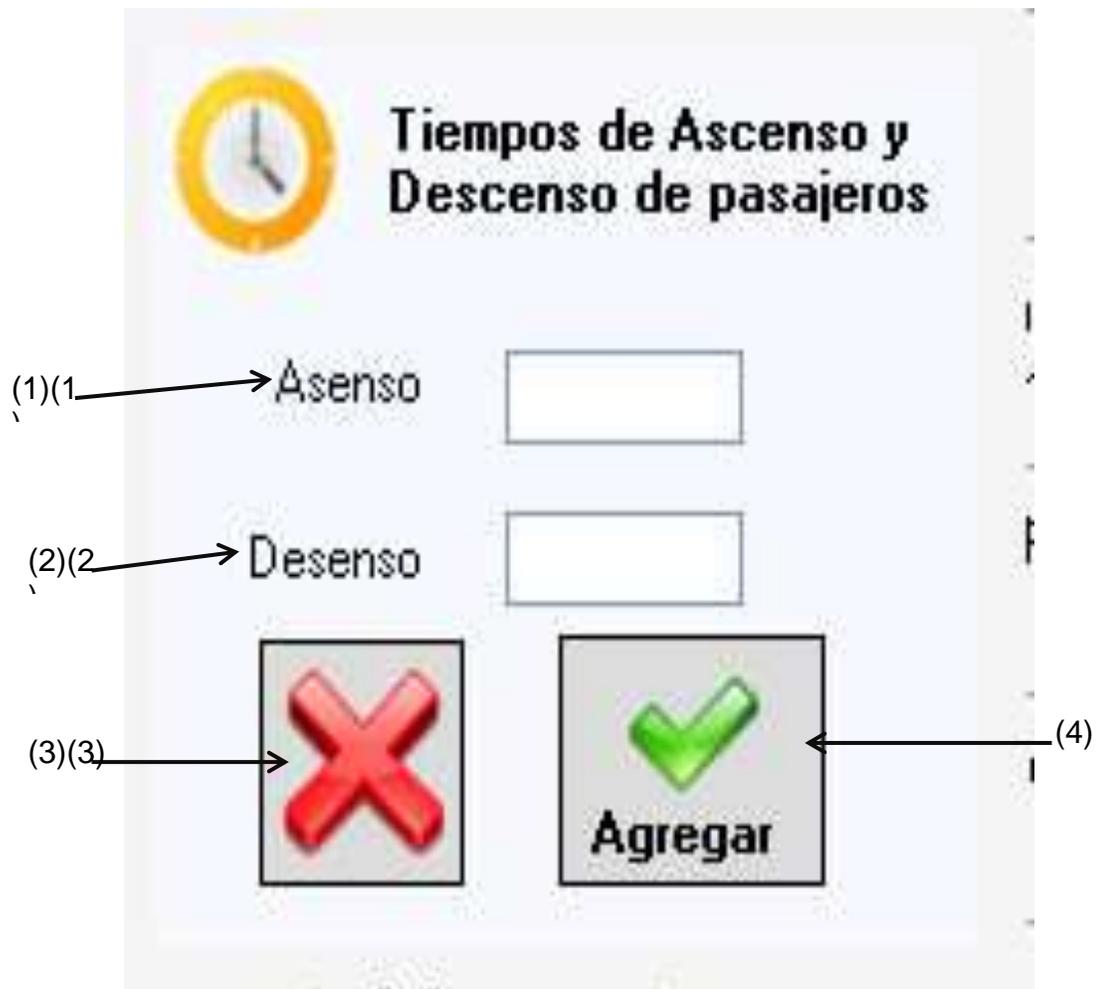
The image shows a web form titled "Especificaciones de Vehiculos a usar" (Specifications of Vehicles to be used). At the top left is an illustration of a yellow bus. Below the title are two input fields: "Capacidad de pasajeros por unidad" (Passenger capacity per unit) with the value "45" and "Unidades Asignadas por punto de reunion" (Units assigned per meeting point) with the value "1". Below these fields are two buttons: a red "X" button (cancel) and a green checkmark button labeled "Agregar" (Add). Arrows point from the text labels to the input fields, and an arrow points from the number "(4)" to the "Agregar" button.

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Figura 4.37. Formulario para especificaciones de vehículos de evacuación**

1. En esta caja de texto se introducirá la capacidad máxima de personas que puede llevar un vehículo.
2. En esta caja de texto se colocará el número de unidades que se enviarán a cada punto de reunión.
3. Botón cancelar cierra la aplicación.
4. Botón agregar carga los datos a las variables para poder realizar las operaciones.

### 4.18.1.3 Formulario agregar tiempo



Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Figura 4.38. Formulario para los tiempos de ascenso y descenso a los vehículos de evacuación**

1. Caja de texto que captura el tiempo de ascenso de los pasajeros.
2. Caja de texto que captura el tiempo de descenso de los pasajeros.
3. Botón cancelar cierra la aplicación.
4. Botón agregar carga los datos a las variables para poder realizar las operaciones.

#### 4.18.1.4 Formulario cargar velocidades

The image shows a software interface window titled "Velocidades de recorrido". At the top, there are three speedometer icons. Below them are three text input fields. The first is labeled "Vel. Minima" and contains the number "10". The second is labeled "Vel. Media" and contains "20". The third is labeled "Vel. Maxima" and contains "30". Below the input fields are two buttons: a red "X" button on the left and a green checkmark button on the right labeled "Agregar". Five numbered arrows point to these elements: (1) points to the "Vel. Minima" input, (2) to "Vel. Media", (3) to "Vel. Maxima", (4) to the red "X" button, and (5) to the "Agregar" button.

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

**Figura 4.39. Formulario para las velocidades de recorrido de los vehículos de evacuación**

1. Caja de texto que añade la velocidad mínima.
2. Caja de texto que añade la velocidad media.
3. Caja de texto que añade la velocidad máxima.
4. Botón cancelar cierra la aplicación.
5. Botón agregar carga los datos a las variables para poder realizar las operaciones.

## 4.19 Codificación de pantallas

Durante esta etapa del desarrollo del proyecto se realizó toda la programación del proyecto, de la cual solo se destacan los siguientes módulos:

### 4.19.1 Botón para calcular reporte de velocidades

```
private void btnReporte_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (txtAlert.Text.Length == 0 || txtConcentracion.Text.Length == 0 ||
        txtAsignacion.Text.Length == 0 || txtbussend.Text.Length == 0)
    {
        Check_TextBoxes();
    }
    else
    {
        /*si cualquiera de las variables esta en cero abra la ventana
        * para poder cargar lo valores de ascenso y descenso de pasajeros*/
        if (this.AP == 0 && this.DP == 0)
        {
            bajadas de pasajero", "Advertencia", MessageBoxButtons.OK,
            MessageBoxIcon.Information);
            FrmAddTimes ver = new FrmAddTimes();
            ver._FrmPadre = this;
            ver.ShowDialog();

        }

        /*Si el valor de la variables de especificacion de unidades de
        * transporte es 0 se abra la ventana para cargar los valores*/
        if (this.Pu == 0 && this.Nu == 0)
        {
            vehiculos", "Advertencia", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Information);
            frmEspVehiucular ver = new frmEspVehiucular();
            ver._FrmPadre = this;
            ver.ShowDialog();

        }

        //se habilitan los radios desde cero
        Check_Radio();

        /* se comprueba que este seleccionado uno de los radios,
        * si no es asi se cargan el primer valor por default*/
        if (rbnMinV.Checked == false && rbnVelmed.Checked == false &&
            rbnVelmax.Checked == false)
        {
```

```
        MessageBox.Show("No se ha seleccionado ninguna opcion de
velocidad,\n\r por default se seleccionara la primera opción ", "Advertencia",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Information);
        rbnMinV.Focus();
        rbnMinV.Checked = true;
        return;
    }
    else
    {
        // se asigna el valor del radio seleccionado
        if (rbnMinV.Checked) { velocidad = Double.Parse(rbnMinV.Text); }
    else if (rbnVelmed.Checked) { velocidad = Double.Parse(rbnVelmed.Text); } else {
velocidad = Double.Parse(rbnVelmax.Text); }

        /*se habilitan el data grid para mostrar los resultados*/
        this.dgwTotales.Enabled = true;
        this.dgwTotales.Visible = true;

        /*Se deshabilita el panel de contenidos*/
        this.tblContC.Visible = false; this.tblContC.Enabled = false;

        /*se calcula los tiempos y se lamacena temporalmente en una
base de datos*/
        Traer_Datos();

        /*Muestra algunos resultados de unas operaciones realizadas y
otros datos*/
        Grid_Resultados();

        /*trae el resultado del tiempo total de la evacuación*/
        Resultado();
        this.btnReporte.Enabled = false;
        this.btnLimpiar.Enabled = true;
    }
}
}
```

## 4.19.2 Botón para calcular recorrido

```
private void btnSig_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (txtAlert.Text.Length == 0 || txtConcentracion.Text.Length == 0 ||
txtAsignacion.Text.Length == 0 || txtbussend.Text.Length == 0)
    {
        Check_TextBoxes();
    }
    else
    {
        if (this.AP == 0 && this.DP == 0)
        {
            MessageBox.Show("Necesitas capturar los datos de subidas y
bajadas de pasajero", "Advertencia", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information);
            FrmAddTimes ver = new FrmAddTimes();
            ver._FrmPadre = this;
        }
    }
}
```

```

        ver.ShowDialog();
    }

    if (this.Pu == 0 && this.Nu == 0)
    {
        MessageBox.Show("Necesita capturar las especificaciones de los
vehiculos", "Advertencia", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Information);
        frmEspVehiucular ver = new frmEspVehiucular();
        ver._FrmPadre = this;
        ver.ShowDialog();
    }

    Check_Radio();

    //metodo que revisa los valores de bajadas y subidas de pasajeros
    TimeASCAyDSCA();

    //metodo para rectificar valores de asensos y desensos
    Double Ttime = 0, ACAE = 0;

    T_ADP = Tap + Tdp;

    //Sumatoria de las primeras 4 etapas
    ACAE = Double.Parse(txtAlert.Text) +
Double.Parse(txtConcentracion.Text) + Double.Parse(txtAsignacion.Text) +
Double.Parse(txtbussend.Text);

    Ttime = T_ADP + ACAE + Time;

    //si el tiempo es menor a una hora manda el resultado en minutos
pero si es mayor a una hora lo en via en horas
    Double h = 0, m = 0, s = 0; String x = null, y = null, v=null;
    if (Ttime < 59)
    {
        m = Ttime;
        s = m - Convert.ToInt32(m);
        s = s * 60;

        m = Math.Truncate(m);
        if (m > 0 && m <= 0) { x = "0" + m.ToString(); } else { x =
m.ToString(); }

        m = Math.Truncate(m);
        if (m <= 0) { x = "00"; } else if (m >= 1 && m <= 9) { x = "0" +
m.ToString(); } else { x = m.ToString(); }

        s = Math.Truncate(s);
        if (s <= 0) { y = "00"; } else if (m >= 1 && m <= 9) { y = "0" +
s.ToString(); } else { y = s.ToString(); }

        lblResultado.Text = x + ":" + y + " Minutos";
    }
    else
    {
        //Calcula horas
        h = Ttime;
        h = h / 60;
    }
}

```

```
        //Calcula minutos
        m = h - Convert.ToInt32(h);
        m = m * 60;
        if (m < 0) { m = m * -1; }

        //calcula Segundos
        s = m - Convert.ToInt32(m);
        s = s * 60;
        if (s <= -1) { s = s * -1; }

        h = Math.Truncate(h);
        if (h < 9) { v = "0" + h.ToString(); } else { v = h.ToString(); }
    }

    m = Math.Truncate(m);
    if (m <= 0) { x = "00"; } else if (m >= 1 && m <= 9) { x = "0" +
m.ToString(); } else { x = m.ToString(); }

    s = Math.Truncate(s);
    if (s <= 0) { y = "00"; } else if (m >= 1 && m <= 9) { y = "0" +
s.ToString(); } else { y = s.ToString(); }

    lblResultado.Text = v + ":" + x + ":" + y + " hr";

    this.btnSig.Enabled = false;
    C_par = true;
    this.btnLimpiar.Enabled = true;
    }
}
}
```

### 4.19.3 Validación de números decimales en cajas de texto

```
private void txtAlert_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)
{
    if (txtAlert.Text.Contains('.')) { if (!char.IsDigit(e.KeyChar)) {
e.Handled = true; } } else { if (!char.IsDigit(e.KeyChar)) { e.Handled = true; } if
(e.KeyChar == ('.') || e.KeyChar == ('\b')) { e.Handled = false; }}
}
```

### 4.19.4 Llamado de algunos formularios

```
private void btnConfigDB_Click(object sender, EventArgs e)
{
    frmConfigDB ver = new frmConfigDB();
    ver.ShowDialog();
}

private void btnEspVeh_Click(object sender, EventArgs e)
{
    frmEspVehiucular ver = new frmEspVehiucular();
    ver._FrmPadre=this;
}
```

```

        ver.ShowDialog();
    }
private void btnAddTimePas_Click(object sender, EventArgs e)
{
    FrmAddTimes ver = new FrmAddTimes();
    ver._FrmPadre = this;
    ver.ShowDialog();
}

```

### 4.19.5 Método de limpieza de cajas de texto

```

private void Clean_textbox()
{
    TextBox tx;
    foreach (Control c in tblContC.Controls)
    {
        tx = c as TextBox;

        if (tx is TextBox)
        {
            tx.Text = "";
        }
    }
}

```

### 4.19.6 Método de limpieza en el formulario

```

private void btnLimpiar_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (C_par)
    {
        Clean_textbox();
        this.lblResultado.Text = "";
        this.btnLimpiar.Enabled = false;
        C_par = false;
    }
    else
    {
        this.dgwTotales.Enabled = false;
        this.dgwTotales.Visible = false;
        this.tblContC.Enabled = true;
        this.tblContC.Visible = true;
        Clean_textbox();
        this.lblResultado.Text = "";
        Borrar_tb_res();
        this.btnReporte.Enabled = true;
        this.btnLimpiar.Enabled = false;
    }
}

```

## 4.19.7 Método de exportación de datos a Excel

```
private void btnExportar_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Excel.Application xlApp;
    Excel.Workbook xlWorkbook;
    Excel.Worksheet xlWorksheet;

    object misValue = System.Reflection.Missing.Value;

    int i, j;

    xlApp = new Excel.Application();

    xlWorkbook = xlApp.Workbooks.Add(misValue);

    xlWorksheet = (Excel.Worksheet)xlWorkbook.Worksheets.get_Item(1);

    for (i = 0; i < dgwTotales.ColumnCount - 1; i++)
    {
        xlWorksheet.Cells[i + 1] = dgwTotales.Columns[i].HeaderText;
    }

    for (i = 0; i <= dgwTotales.RowCount - 2; i++)
    {
        for (j = 0; j <= dgwTotales.ColumnCount - 1; j++)
        {
            xlWorksheet.Cells[i + 2, j + 1] = dgwTotales[j,
i].Value.ToString();
        }
    }

    SaveFileDialog Guardar = new SaveFileDialog();
    Guardar.DefaultExt = ".xls";
    Guardar.Filter = "Archivo de Microsoft Excel (*.xls)|*.xls";
    Guardar.RestoreDirectory = true;
    Guardar.Title = "Reporte de evacuacion";
    Guardar.InitialDirectory = @"C:\\";
    if (Guardar.ShowDialog() == DialogResult.OK)
    {
        xlApp.ActiveWorkbook.SaveCopyAs(Guardar.FileName);
        xlApp.ActiveWorkbook.Saved = true;

        Guardar.Dispose();
        Guardar = null;
        xlApp.Quit();
    }
    else
    {
        MessageBox.Show("No se lograron guardar los datos", "Error",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
    }

    releaseObject(xlWorksheet);
    releaseObject(xlWorkbook);
    releaseObject(xlApp);
}
```

## 4.19.8 Método para pasar datos de un formulario a otro formulario por medio de los controles

```
#region paso de datos
private Form FrmPadre;

public Form _FrmPadre
{
    get { return FrmPadre; }
    set { FrmPadre = value; }
}

#endregion
```

## 4.19.9 Envío de datos de formulario

```
public void DataSend()

{
    Double PU = 0, NU = 0;

    PU=double.Parse(this.txtPasajeXunidad.Text);
    NU=double.Parse(this.txtUnidadXpr.Text);

    ((frmCalculadora)FrmPadre).Pu = PU;
    ((frmCalculadora)FrmPadre).Nu = NU;

    this.Close();
}
```

## 4.19.10 Método para pasar el tiempo a la calculadora

```
private void sendTimes()
{
    if (txtAsenso.TextLength == 0)
    {
        MessageBox.Show("No puede introducir datos nulos en el campo ascenso", "Error de Captura", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error, MessageBoxDefaultButton.Button3);
        txtAsenso.Focus();
    }
    else
    {
        if (txtDesenso.TextLength == 0)
        {
            MessageBox.Show("No puede introducir datos nulos en el campo de descenso", "Error de Captura", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error, MessageBoxDefaultButton.Button3);
            txtDesenso.Focus();
        }
        else
        {

```

```
String Ascenso = null, Descenso = null;

//variables que guardan los valores
Ascenso = this.txtAscenso.Text;
Descenso = this.txtDescenso.Text;

// se cargan los tiempos de ascenso y descenso de pasajeros
((frmCalculadora)FrmPadre).AP = Double.Parse(Ascenso);
((frmCalculadora)FrmPadre).DP = Double.Parse(Descenso);
// se cierra la aplicacion
this.Close();
    }
}
}
```

### 4.19.11 Método para pasar las velocidades al panel 1

```
private void PasaVel()
{
    if (txtVelMin.TextLength == 0)
    {
        MessageBox.Show("No puede introducir datos nulos en la
        velocidad", "Error de Captura", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error,
        MessageBoxDefaultButton.Button3);
        txtVelMin.Focus();
    }
    else
    {
        if (txtVelMed.TextLength == 0)
        {
            MessageBox.Show("No puede introducir datos nulos en la
            velocidad", "Error de Captura", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error,
            MessageBoxDefaultButton.Button3);
            txtVelMed.Focus();
        }
        else
        {
            if (txtVelMax.TextLength == 0)
            {
                MessageBox.Show("No puede introducir datos nulos en la
                velocidad", "Error de Captura", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error,
                MessageBoxDefaultButton.Button3);
                txtVelMax.Focus();
            }
            else
            {
                //carga los valores de las velocidades desde un formulario
                diferente
                ((frmCalculadora)FrmPadre).rbnMinV.Enabled = true;
                ((frmCalculadora)FrmPadre).rbnMinV.Text =
                this.txtVelMin.Text;
                ((frmCalculadora)FrmPadre).lblV1.Visible = true;
                ((frmCalculadora)FrmPadre).rbnVelmed.Enabled = true;
            }
        }
    }
}
```



```
/*se divide el numero personas que se llevara
 * al refugio entre el numero de pasajeros que se
 * pueden llevar por recorrido a los refugios segun
 * la capacidad de los transporte designados para cada
 * punto de reunion para calcular el numero de vueltas
 * que tienen que dar los vehiculos asignados*/
T = (Personas / tp);

/*se extrae el punto decimal para poder truncar o redondear
 * la cantidad a numero entero y realizar una sumatoria que
 * permita la continuacion de la ecuación */
Double Res = 0;
Res = T - Convert.ToInt32(T);

String Query_rec = "SELECT * FROM tb_aux_dis_sol where PERSONAS !=0 and
ID_PR=" + ID_pr + " order by DISTANCIA;";

try
{
    conexion Class = new conexion();
    Class.OpenCnx();

    if (Class.Open == false)
    {
        MessageBox.Show("No se puede acceder a los datos");
        return;
    }
    else
    {
        DataSet Data_Rec = new DataSet();
        Data_Rec = Class.Consultas(Query_rec);
        Class.n = Data_Rec.Tables["MiTabla"].Rows.Count;

        if (Class.n != 0)
        {
            #region calcular tiempo
            //comparacion para truncar o redondear cantidad
            if (Res <= 0.49 && Res >= 0.001)
            {
                T = Math.Truncate(T);
                if (T == 0)
                {
                    /*se calcula el numero de vueltas a realizar Segun
                    * las unidades de transporte asignadas al punto de
reunion */

                    Recs = T + 1 ;

                    if (((frmCalculadora)FrmPadre).AP == 0 ||
((frmCalculadora)FrmPadre).DP == 0)
                    {
                        MessageBox.Show("Necesita capturar los valores de
ascenso y descenso", "Adevrtencia", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information);
                    }
                    else
                    {
                        ((frmCalculadora)FrmPadre).Tap = Recs *
((frmCalculadora)FrmPadre).AP;
```

```

((frmCalculadora)FrmPadre).DP;

recorridos

//calcula el tiempo total con base en los
//obteniendo el tiempo en minutos
T = (((T + 1) * 2) - 1) * (d / Vel)) * 60;

d = (d / Vel) * 60;
//MessageBox.Show(d.ToString());
}
}
// si la cantidad de personas es mayor
else if (T != 0 && Res <= 0.49 && Res >= 0.001)
{
    Recs = T + 1;

    if (((frmCalculadora)FrmPadre).AP == 0 ||
((frmCalculadora)FrmPadre).DP == 0)
    {
        MessageBox.Show("Necesita capturar los valores de
ascenso y descenso", "Adevrtencia", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information);
    }
    else
    {
        ((frmCalculadora)FrmPadre).Tap = Recs *
((frmCalculadora)FrmPadre).Tdp = Recs *

T = (((T + 1) * 2) - 1) * (d / Vel)) * 60;

d = (d / Vel) * 60;
// MessageBox.Show(d.ToString());
}
}
else
{
    Recs = T ;

    if (((frmCalculadora)FrmPadre).AP == 0 ||
((frmCalculadora)FrmPadre).DP == 0)
    {
        MessageBox.Show("Necesita capturar los valores de
ascenso y descenso", "Adevrtencia", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information);
    }
    else
    {
        ((frmCalculadora)FrmPadre).Tap = Recs *
((frmCalculadora)FrmPadre).Tdp = Recs *

```

```

        T = (((T * 2) - 1) * (d / Vel)) * 60;

        d = (d / Vel) * 60;
        //MessageBox.Show(d.ToString());
    }
}
else
{
    T = Math.Round(T);

    Recs = T ;

    if (((frmCalculadora)FrmPadre).AP == 0 ||
        ((frmCalculadora)FrmPadre).DP == 0)
    {
        MessageBox.Show("Necesita capturar los valores de
ascenso y descenso", "Adevrtencia", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Information);
    }
    else
    {
        ((frmCalculadora)FrmPadre).Tap = Recs *
((frmCalculadora)FrmPadre).AP;

        ((frmCalculadora)FrmPadre).Tdp = Recs *
((frmCalculadora)FrmPadre).DP;

        T = (((T * 2) - 1) * (d / Vel)) * 60;

        d = (d / Vel) * 60;
        //MessageBox.Show(d.ToString());
    }
}
//T = T*(d / Vel) * 60;
#endregion
//MessageBox.Show(Class.n.ToString());
}
else
{
    MessageBox.Show("No hay datos para mostrar", "Error");
}
}
}
catch (Exception e)
{
    MessageBox.Show("Datos inalcanzables" + e, "Error");
}
}
}
```

## 5 Evaluación de resultados y análisis del producto

---

### 5.1 Programación de pruebas

Con la finalidad de poder localizar errores que afecten el uso y rendimiento del programa o que puedan presentar un probable riesgo para la toma de decisiones de las mismas actividades para la cual fue diseñada la herramienta, es necesario realizar algunas pruebas que ayuden a mejorar el software.

Las pruebas a realizar para este software en desarrollo en cada uno de los sus módulos son:

- A. Interfaces de usuario (Vista y carga de datos.)
- B. Módulos de codificación.
- C. Estrés.

El proyecto se llevará a cabo de la siguiente manera:

**Tabla 5.1 Programación de pruebas**

Fecha	Lugar	Modulo	Prueba	Responsable	Observaciones
	M II, C 15	Calculadora	<b>A</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Limpieza de datos después de realizar operaciones.  Validaciones de datos vacíos al momento de recorrer formularios  Presentación final de resumen de información
	M II, C 15	FrmAddTime	<b>A</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor	Formulario no cierra después de abrirse

				Manuel	Validaciones de cajas de texto
	M II, C 15	FrmAddVel	<b>A</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Validaciones al cargar información
	M II, C 15	FrmAddArch	<b>A</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Error al cargar datos externos  Mensaje fuera de tiempo
	M II, C 15	Vista DS	<b>A</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Deshabilitar selección múltiple  No cierra formulario desde botón cerrar
	M II, C 15	FrmEspecificaciones	<b>A</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Validación de caja de textos
	M II, C 15	FrmDelData	<b>A</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Carga todas las tablas aunque no contengan datos
	M II, C 15	Opciones db	<b>A</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	
	M II, C 15	Calculadora	<b>B</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Carga de valores lógicos en las variables de operaciones  Envía cero en algunos recorridos

					Control de errores
	M II, C 15	FrmAddTime	<b>B</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Error de carga en el envío de datos
	M II, C 15	FrmAddVel	<b>B</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Envío de datos a los radios del formulario principal
	M II, C 15	FrmAddArch	<b>B</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Control de excepciones a la cargar archivos
	M II, C 15	Vista DS	<b>B</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Error de carga al enviar datos decimales al formulario  Error de cálculo al controlar decimales
	M II, C 15	FrmEspecificaciones	<b>B</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Código de botones no controla excepciones
	M II, C 15	FrmDelData	<b>B</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Intenta borrar tablas que no contienen datos
	M II, C 15	Opciones db	<b>B</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	
	M II, C 15	Calculadora	<b>C</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor	Satisfactoria al momento de hacer las transacciones en

				Manuel	búsqueda de datos para realizar las operaciones matemáticas  Muy eficiente al momento de obtener el resultado final  Apenas regular al momento de exportar los datos a Excel
	M II, C 15	Vista DS	<b>C</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Regular al momento de realizar la presentación de la información
	M II, C 15	FrmDelData	<b>C</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Satisfactorio al momento de realizar las consultas y borrado en las tablas correspondientes
	M II, C 15	FrmAddArch	<b>C</b>	T.S.U. Fraide Arroyo Víctor Manuel	Satisfactorio al momento de hacer la carga correcta de los archivos texto a sus tablas correctas

Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)

## 5.2 Realización de correcciones

Después de realizar las anteriores pruebas y tomar nota de los errores aparecidos en la aplicación, se procede a realizar las correcciones necesarias, de esta manera se mejora su rendimiento y capacidad de respuesta en algunos aspectos de programación, así como en algunos de su presentación, permitiendo de esta manera al usuario facilitarle más el trabajo con una interfaz amigable.

Se pueden hacer las siguientes afirmaciones sobre las correcciones realizadas:

- Mejoramiento en el rendimiento al momento de guardar archivos temporales para los procedimientos matemáticos.

- Mejoramiento en validaciones, contemplando aspectos de lógica y de introducción de datos (Cajas de texto) en los diferentes formularios de la aplicación.
- Control de excepciones no previstas con números decimales que producen diferencias en los cálculos matemáticos.
- Cambios de diseño que permitieron una mejor vista de los datos para el usuario.
- Muestra de información resumida, para una mejor manipulación de la misma, en hojas de cálculo (Excel \*.xls).

Con base en lo anterior se puede decir que este programa queda mejorado, pues aún existen muchas variantes por integrarlo que lo pueden hacer mucho mejor y entregar resultados más exactos y precisos.

### **5.3 Estado del Arte**

Aun en su estado actual se puede realizar una comparación con otro programa realizado en el continente europeo que también da una aproximación del tiempo estimado para la realización de evacuaciones en las ciudades de Walcheren y Zuid-Beveland, en Holanda, mismas que también han sufrido de inundaciones como lo es el caso de Villahermosa, con lo cual se establecen algunas de sus principales diferencias en el siguiente cuadro comparativo:

**Tabla 5.2. Estado del arte**

<b>Características</b>	<b><i>Evacuation Calculator</i> (Holanda)</b>	<b><u>Calculadora de tiempos de evacuación (IMT)</u></b>
Vista de información	Agradable	Agradable
Interfaz amigable	✓	✓
Variables a tomar en cuenta:		
Velocidad	✓	✓
Tráfico	✓	
Total de personas a evacuar por punto de reunión		✓
Unidades por punto de reunión		✓
Velocidad de calculo	Muy buena	Satisfactoria
Exporta información		✓
Cálculos origen destino de un recorrido		✓
Cálculo Completo de evacuación	✓	✓
Contemplación de nuevos escenarios	Precargados	✓

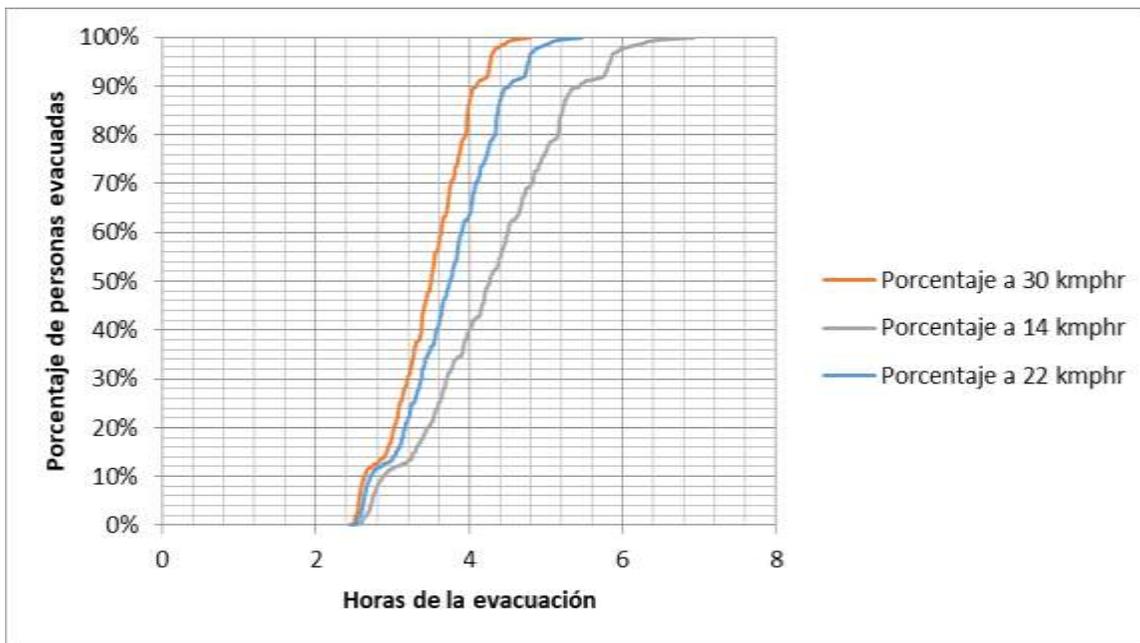
**Fuente: Fraide, Arredondo y Ramos (2014)**

Después de haber realizado una pequeña comparación entre estos programas, se puede notar que, a pesar de que están diseñados para ser usados en regiones muy diferentes del planeta, cumplen con el mismo objetivo de realizar el cálculo estimado del tiempo total de una evacuación y. a pesar de que ambos toman en cuenta diversas variables para realizar sus operaciones, comparten un objetivo en común que es ayudar en la toma de decisiones para realizar un mejor desempeño

en la etapas que comprenderían este tipo de actividades en situaciones de desastres naturales, haciendo mención de que el programa desarrollado para este proyecto, denominado **Calculadora de tiempos de evacuación**, fue realizado para el caso específico de Villahermosa, en el estado de Tabasco, pero puede ir un poco más allá del propio caso de Villahermosa, debido a que se pensó de tal manera que puedan manejar diferentes escenarios no solo dentro de esta región del país, sino que también en otras zonas de mismo, pues permite jugar con varios aspectos que lo hacen mucho más flexible .

Así mismo, se puede decir que la aplicación desarrollada es de gran impacto ya que a nivel mundial existen muy pocos programas que realicen este tipo de cálculos que ayuden a las tomas de decisiones en este tipo de eventos, por lo que se convierte en una herramienta con mucho mayor potencial a largo plazo.

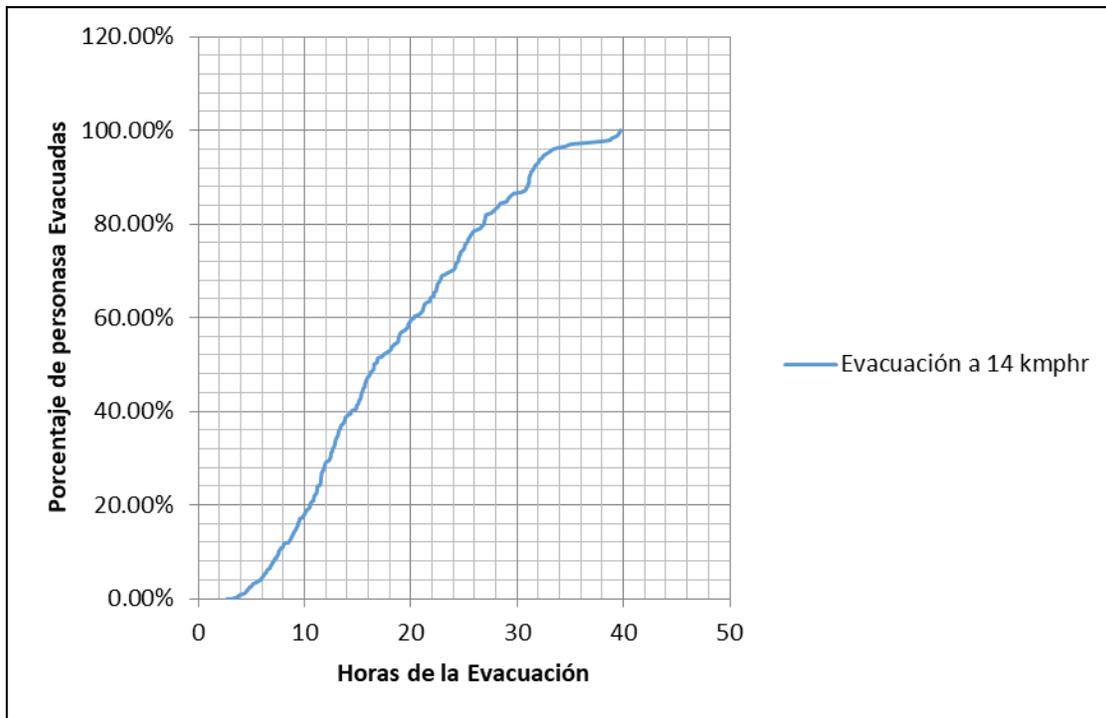
En la figura 5.1, se muestra uno de los escenarios de evacuación en condiciones normales, para la zona de Villahermosa, obtenidos con la calculadora de tiempos de evacuación y publicados en la investigación de los mismos autores (Ramos, Arredondo y Fraide, 2014). En este escenario, la calculadora arroja un tiempo de evacuación de hasta 6 horas, si se realiza a través de vehículos de transporte público de 30 pasajeros.



Fuente: Arredondo, Ramos y Fraide, 2013

**Figura 5.1. Escenario de evacuación utilizando autobuses de transporte público**

En contraste, para un escenario de evacuación general utilizando automóviles particulares, la calculadora arroja un tiempo de evacuación de hasta 40 horas, como se observa en la figura 5.2 siguiente.



Fuente: Arredondo, Ramos y Fraide, 2013

**Figura 5.2. Escenario de evacuación utilizando vehículos particulares, por horas de contingencia.**

## Conclusiones

---

Es evidente la necesidad de contar con una herramienta computacional para la toma de decisiones bajo condiciones de presión, como es el caso de las zonas que requieren evacuaciones masivas de poblaciones localizadas en zonas de muy alto riesgo, cuando se reciben alteramientos preventivos de fuentes oficiales confiables.

Este trabajo permite hacer cálculos de tiempo de evacuación utilizando una interfaz gráfica amigable a través de ventanas gráficas del sistema Windows, partiendo de bases de datos con archivos de texto plano y arrojando resultados en hojas de Excel, para consulta de los datos estimados.

El sistema permite analizar varios escenarios para diversas capacidades de los vehículos que se van a utilizar en la evacuación masiva, así como diversas velocidades de tránsito de esos mismos vehículos.

También se permite considerar escenarios de tiempos de evacuación, en función de los tiempos de ascenso y descenso de pasajeros, tiempos de alertamiento, tiempos para asignación de rutas para cada autobús, considerando los puntos de reunión y los albergues o refugios potenciales, así como los tiempos de concentración de vehículos en los puntos de reunión.

Después de haber realizado esta herramienta, no hay duda de que es una de las pioneras en esta área, gracias a su flexibilidad que permite manejar una gran serie de variantes en las cuales se puede realizar una mejor toma de decisiones, con respecto al rango de tiempo que se establezca como máximo según el organismo encargado de realizar esta actividad.

Cabe mencionar que esta herramienta computacional es un apoyo para la toma de decisiones de eventos o situaciones para la evacuación de grandes masas por medio del transporte público y realizadas en un ambiente paralelo. Esto permitirá que los vehículos destinados a labores de evacuación puedan trabajar, de manera simultánea, para desalojar a los posibles damnificados de las zonas de alto riesgo.

Se puede decir que esta herramienta cumple con su principal objetivo de investigación, al igual que da una alternativa de solución bastante atractiva a la medida del problema que se presentó en un principio, el cual fue solucionar la manera en la cual se podría realizar los cálculos de tiempo que llevaría a realizar una evacuación a gran escala con el transporte público o con el que contara las instancias gubernamentales o civiles que estén a cargo de dicho evento o situación.

También se puede argumentar que esta herramienta solo es una pequeña semillita que se espera que a lo largo del tiempo pueda mejorar y llevarse a otras áreas, pues su gran flexibilidad permite el manejo de diferentes variables, al igual que la integración de nuevos argumentos para la realización de nuevas operaciones matemáticas que permitan acercarnos a resultados más cercanos a la realidad de cada situación que se presente o para lo cual los se desee utilizar.

Así mismo, hay que destacar que esta herramienta muestra los datos más importantes en formatos sencillos que han simplificado toda la información obtenida en una base de datos que funge como memoria virtual, permitiendo agilizar las operaciones y obtención de los resultados.

# Referencias

---

## Referencias bibliográficas

Ramos, E., Arredondo, R. y Fraide. V. (2014) Análisis de riesgos y vulnerabilidad en el estado de Tabasco. Propuestas de evacuación para zonas de muy alto riesgo, Caso Villahermosa. Publicación Técnica (En trámite). Instituto Mexicano del Transporte

- TransCAD, Transportation Gis Software, **Travel Demand Modeling**, Caliper Corporation, edition August 2005
- TransCAD, Transportation Gis Software, **Routing and logistic**, Caliper Corporation, edition August 2005
- TransCAD, Transportation Gis Software, **User Manual**, Caliper Corporation, edition August 2005
- Proyecto de Ctrl Copy San Luis(2012), Documentación, T.S.U. Cristian Mendoza, T.S.U. Lizet Mendoza, T.S.U. Sergio Ponce
- Proyecto Price Shoes Chapulhuacán (2011), Documentación, T.S.U. María Covarrubias, T.S.U. Ma. De los Ángeles Rubio, T.S.U. Marcelo Rubio, T.S.U. Joel Villanueva, T.S.U. Víctor Manuel Fraide Arroyo
- Taller de TransCAD, impartido por el Dr. Ricardo Montoya, Instalaciones de aulas de uso múltiple IMT.. Apuntes inéditos.

## Referencias Web

- <http://www.caliper.com/TransCAD/Requirements.htm>
- <http://resources.arcgis.com/es/content/arcgisdesktop/10.0/arcgis-desktop-system-requirements>
- <http://www.foro.lospillaos.es/viewtopic.php?p=32141>
- <http://cambrico.net/mysql/como-crear-un-usuario-en-mysql-3-formas-diferentes>

- <http://sharpmap.codeplex.com/wikipage?title=SharpMap%20Tutorial&referringTitle=Home>
- <http://blog.pucp.edu.pe/item/10437/datagridview-a-excel-en-visual-c>
- <http://es.softuses.com/29623>
- <http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=Foros&file=viewtopic&t=1306>
- [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/wyk4d9cy\(v=vs.80\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/wyk4d9cy(v=vs.80).aspx)
- <http://icones.pro/es/page/2?s=bien>
- <https://www.youtube.com/watch?v=V6Oe2av1uOo>
- <http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//00qn0000013t000000>
- [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms228362\(v=vs.80\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms228362(v=vs.80).aspx)
- <http://www.mysql.com/>
- <http://127.0.0.1:47873/help/0-5680/ms.help?method=f1&query=msdnstart&product=VS&productVersion=100&locale=es-ES>
- <http://acolita.com/tutoriales-oficiales-de-arcgis-10-en-espanol-en-formato-pdf/>

## Anexo 1. Glosario

---

A \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Actores:** Son las personas que intervienen en un proyecto (usuario, administrador, etc.)

B \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Botón.** Es el comando que al hacer clic sobre él permite realizar alguna acción, normalmente Aceptar o Cancelar.

C \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Caso de uso:** Describe paso a paso lo que se hará en el sistema.

**Contratos.** Son las descripciones detalladas de cada paso o caso de uso.

**Caja de texto.** Es donde el usuario introduce datos como entrada

D \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Diagrama de actividades.** Representa los flujos de trabajo paso a paso de negocio y operacionales de los componentes en un sistema. Un Diagrama de Actividades muestra el flujo de control general.

**Diagrama de casos de uso.** Es una representación gráfica de parte o el total de los actores y casos de uso del sistema, incluyendo sus interacciones.

**Diagrama de clases.** Es un tipo de diagrama estático que describe la estructura de un sistema mostrando sus clases, atributos y las relaciones entre ellos. Los diagramas de clases son utilizados durante el proceso de análisis y diseño de los sistemas, donde se crea el diseño conceptual de la información que se manejará en el sistema y los componentes que se encargaran del funcionamiento y la relación entre uno y otro.

**Diagrama de colaboración.** Es una forma de representar interacción entre objetos, alterna al diagrama de secuencia. A diferencia de los diagramas de secuencia, pueden mostrar el contexto de la operación (cuáles objetos son atributos, cuáles temporales) y ciclos en la ejecución.

**Diagrama de estado.** Muestra la secuencia de estados por los que pasa bien un caso de uso, bien un objeto a lo largo de su vida, o bien todo el sistema.

**Diagrama de objetos.** Son utilizados durante el proceso de Análisis y Diseño de los sistemas informáticos en la metodología UML. Se puede considerar un caso especial de un diagrama de clases en el que se muestran instancias específicas de clases (objetos) en un momento particular del sistema. Los diagramas de objetos utilizan un subconjunto de los elementos de un diagrama de clase.

**Diagrama de secuencia.** Muestra las interacciones entre objetos, ordenadas en secuencia temporal. Muestra los objetos que se encuentran en el escenario y la secuencia de mensajes intercambiados entre los objetos para llevar a cabo la funcionalidad descrita por el escenario. En aplicaciones grandes, además de los objetos, se muestran también los componentes y casos de uso.

**Diagramas UML.** Es la representación gráfica de un conjunto de elementos, visualizando la mayoría de las veces como un grafo conexo de nodos (elementos) y arcos (relaciones). Los diagramas se dibujan para visualizar el sistema desde diferentes perspectivas, de forma que un diagrama es una proyección de un sistema

F\_\_\_\_\_

---

**Formulario:** Objetos que exponen las propiedades que definen su apariencia, los métodos que definen su comportamiento y los eventos que definen la forma en que interactúan con el usuario. Mediante el establecimiento de las propiedades del formulario y la escritura de código de *Visual Basic* para responder a sus eventos se personaliza el objeto para cubrir las necesidades de la aplicación.

H\_\_\_\_\_

---

**Hipervínculo:** Un **hipervínculo** es un enlace, normalmente entre dos páginas Web de un mismo sitio, pero un enlace también puede apuntar a una página de otro sitio Web, a un fichero, a una imagen, etc.

P\_\_\_\_\_

---

**Pantalla:** Es la ventana en la cual el usuario interactuará

R\_\_\_\_\_

---

**Requerimientos funcionales:** Son los requisitos detallados que el cliente solicita para elaborar la página web.

**Requerimientos no funcionales:** Son los requisitos que llevará, lo cual el cliente no lo pidió.



## Anexo 2. Recomendaciones técnicas para utilizar el programa

---

- Sistema operativo Windows XP sp3
- Server MySQL 5.0
- En el aportado de base de datos se hace la observación de que se debe introducir el archivo de la tabla correspondiente a cada apartado, si esto no sucede de esta manera, el sistema marcará un error por que los datos no coinciden.
- El formato para las tablas de la base de datos es el siguiente:

✓ Tabla puntos de reunión:

- ❖ Id\_punto de reunión: este número es el que identifica a cada punto de reunión
- ❖ LONGITUDE: en grados geográficos
- ❖ Latitude: grados geográficos
- ❖ Nombre de punto de reunión
- ❖ Capacidad de punto de reunión

✓ Tabla de Refugios:

- ❖ Id\_ Refugio: número de identificación que se resigna a cada albergue
- ❖ LONGITUDE: en grados geográficos
- ❖ Latitude: grados geográficos
- ❖ Nombre de refugio
- ❖ Capacidad del albergue

✓ Tablas de distancias

- ❖ Id\_Recorrido: se le asigna a cada uno de los diferentes recorridos posibles entre un punto de reunión y un refugio.
  - ❖ Id\_punto de reunión: este número es el que identifica a cada punto de reunión
  - ❖ Id\_ Refugio: número de identificación que se resigna a cada albergue
  - ❖ Distnacia existente entre punto origen y punto destino
- ✓ Tabla de solución
- ❖ Id\_Recorrido: se le asigna a cada uno de los diferentes recorridos posibles entre un punto de reunión y un refugio.
  - ❖ Id\_punto de reunión: este número es el que identifica a cada punto de reunión
  - ❖ Id\_ Refugio: número de identificación que se resigna a cada albergue
  - ❖ Distancia existente entre punto origen y punto destino
  - ❖ Personas: número de habitantes que se trasladarán de un punto de reunión hasta determinado refugio
- Los datos generados por TransCAD y que son utilizados en las matrices deberán guardados en formato de tabla y exportados en formato de texto plano (\*.csv) para poder ser introducidos como archivos de datos.
  - No se recomienda eliminar la tabla trabajando con programa se marcará que no ha encontrado datos para realizar las operaciones correspondientes.
  - Durante la instalación primera se debe instalar el paquete (\*.bath), el cual contiene la información de la base de datos

## Anexo 3. Ficha técnica para la instalación de ArcGIS

---

### Sistemas operativos compatibles

Sistema operativo compatible	Versión mínima	Versión máxima
Windows 2003 Server Standard, Enterprise y Datacenter (32 bits y 64 bits (EM64T))	SP2	SP2
Windows 2003 Server Terminal Services	SP2	SP2
Windows 2008 Server Standard, Enterprise y Datacenter (32 bits y 64 bits (EM64T))		SP2
Windows 2008 R2 Server Standard, Enterprise y Datacenter (64 bits (EM64T))		SP1*
Windows 2008 R2 Server con Citrix XenApp 6**	SP1*	SP1*
Windows 7 Ultimate, Enterprise, Professional, Home Premium (32 y 64 bits (EM64T))		SP1*
Windows Vista Ultimate, Enterprise, Business, Home Premium (32 y 64 bits (EM64T))	SP2	SP2
Windows XP Professional Edition, Home Edition (32 bits)	SP3	SP3
Windows XP Professional Edition, Home Edition (64 bits (EM64T))	SP2	SP2

\*La compatibilidad comienza con ArcGIS 10 Service Pack 2.

\*\*Esri ha certificado a ArcGIS 10 SP2 como aplicación alojada con Citrix XenApp 6 y Windows 2008 R2 utilizando el plug-in Citrix ICA Online para Windows 12.1. Tenga en cuenta que ArcGlobe, ArcScene y cualquier otra aplicación 3D generalmente no funcionarán en Remote Desktop u otros clientes Windows

Terminal Services, porque estos no admiten la aceleración de gráficos 3D. Asimismo, Esri no recomienda ejecutar servidores XenApp virtualizados para alojar aplicaciones de ArcGIS Desktop debido a los cuellos de botella de rendimiento que se producen cuando hay varias capas de virtualización.

## Requisitos de hardware

		<b>ArcInfo, ArcView, ArcEditor</b>
<b>Velocidad de CPU</b>	<b>de</b>	2,2 GHz como mínimo o superior; se recomienda Hyper-threading (HHT) o multinúcleo
<b>Procesador</b>		Procesadores Intel Pentium 4, Intel Core Duo o Xeon; SSE2 (o superior) Ejecute esta utilidad de Microsoft desde la ventana de comando de Windows para comprobar su procesador.  Consulte la política de compatibilidad para procesador dual o de doble núcleo.
<b>Memoria/RAM</b>		2 Gb o superior
<b>Propiedades de visualización</b>		Profundidad de color de 24 bits
<b>Resolución de pantalla</b>	<b>de</b>	Se recomienda 1024 x 768 o superior a tamaño normal (96 ppp)
<b>Espacio de intercambio</b>	<b>de</b>	Determinado por el sistema operativo; 500 MB mínimo.
<b>Espacio disco</b>	<b>en</b>	2,4 Gb. Además, es posible que se requieran hasta 50 Mb de espacio en disco en el directorio del sistema de Windows (habitualmente C:\Windows\System32). Puede ver los requisitos de espacio en disco para cada uno de los componentes de la versión 10.0 en el programa de instalación.  Si utiliza ArcGlobe (como parte de 3D Analyst), es posible que se requiera espacio en disco adicional. Cuando se utilice, ArcGlobe creará archivos caché.
<b>Adaptador de vídeo/gráficos</b>	<b>de</b>	Compruebe la capacidad de su equipo para ejecutar ArcGIS 64 MB de RAM (mínimo), se recomiendan 256 MB de RAM o

	<p>más. Se admiten chipsets NVIDIA, ATI e INTEL</p> <p>Acelerador de gráficos con capacidad de 24 bits</p> <p>Se requiere runtime OpenGL versión 2.0 o superior y se recomienda Shader Model 3.0 o superior. Asegúrese de utilizar el controlador más actualizado disponible.</p>
<b>Hardware de red</b>	Para <i>License Manager</i> se requiere TCP/IP simple, tarjeta de red o adaptador de bucle invertido de Microsoft.

## Requisitos de Software

Antes de instalar ArcGIS Desktop, debe tener instalado .NET Framework 3.5 SP1.

### Requisito de Internet Explorer:

Para algunas funciones de ArcGIS Desktop, se requiere una instalación mínima de Microsoft Internet Explorer versión 7.0 u 8.0. Si no dispone de Microsoft Internet Explorer versión 7.0/8.0, debe obtener una de estas versiones e instalarla antes de instalar ArcGIS Desktop.

### Requisito de Python para geoprocесamiento:

Para las herramientas de geoprocесamiento de ArcGIS Desktop se debe tener instalado Python 2.6.x y Numerical Python 1.3.0. Si durante la instalación de ArcGIS Desktop no se encuentra Python 2.6.x o Numerical Python (NumPy) 1.3.0 en el equipo de destino, se instalarán Python 2.6.5 y Numerical Python 1.3.0 al realizar la instalación completa. Puede elegir una instalación personalizada para anular la selección de la función Python y evitar su instalación. Además, si se ejecuta la instalación de Python durante la instalación de ArcGIS Desktop, tendrá oportunidad de elegir la ubicación para la instalación. La ubicación para la instalación de Python no debe incluir espacios.

- **Parche de Microsoft WinHelp para Windows 7 y Windows Vista:**

Aunque no es imprescindible, se recomienda el siguiente parche de Microsoft para el uso de ArcGIS Desktop, ArcInfo Workstation, ArcGIS Engine o ArcReader en Microsoft Vista o Windows 7. ArcGIS Desktop, ArcInfo Workstation, ArcGIS Engine y ArcReader proporcionan temas de ayuda contextual emergentes para las herramientas, los comandos y los diálogos mediante WinHlp32. WinHlp32 no funciona en Windows 7 y Windows Vista sin

este parche. Este es el artículo de Microsoft *Knowledge Base* en el que se aborda este parche y que también incluye vínculos para descargar el parche. Si accede a la ayuda contextual emergente sin tener instalado este parche, recibirá un mensaje de Windows en el que se le solicita que descargue el parche. Para una mayor facilidad de uso, se le recomienda que instale el parche cuando realice la instalación de ArcGIS. Para obtener más información, consulte el artículo de base de conocimiento de Esri.

ArcGIS admite la impresión con cualquier impresora de Windows certificada por Microsoft utilizando el controlador nativo de ArcGIS. Tenga en cuenta que algunos controladores de impresoras no admiten mapas complejos y es posible que se requiera el controlador de impresora de ArcPress o hardware adicional para estos mapas complejos.

- **ESRI recomienda la siguiente configuración para la impresión de mapas de gran tamaño con los controladores de impresora de ArcPress:**

Si no se imprimen los mapas complejos y de gran tamaño, reinicie el equipo para asegurarse de que se ha borrado el sistema pagefile. Si el sistema pagefile no es una unidad dedicada o una partición, asegúrese de que la unidad no requiere una desfragmentación.

Espacio en disco: se requieren 10 GB como mínimo de espacio libre en la unidad donde se ubica %TEMP%, ya que es posible que se escriban archivos temporales de gran tamaño en esa ubicación cuando ArcPress procese un mapa para su impresión.

-

## Anexo 4. Manual del usuario

El presente manual tiene como objetivo el enseñar al usuario final cómo se utiliza en forma apropiada el programa **“Calculadora de tiempos de evacuación”**, describiendo cada una de sus partes de manera clara y concisa para facilitar el uso de esta herramienta, para su mejor aprovechamiento

Se iniciará con el formulario principal

The screenshot shows the main interface of the 'Calculadora de evacuaciones' software. It features a sidebar on the left with 11 numbered buttons (1-11) and a main table with 15 numbered rows (1-15). The table has three columns: 'Etapa', 'Actividad', and 'Tiempo'. Below the table is a label 'Tiempo de evacuación' with an arrow pointing to it. Callouts (15-18) point to the top of the table, specifically to the 'Tiempo' column headers for rows 1, 2, and 3.

Etapa	Actividad	Tiempo
1	Alertamiento	<input type="text"/>
2	Concentración de Autobuses	<input type="text"/>
3	Asignación de Autobuses	<input type="text"/>
4	Envío de autobuses	<input type="text"/>
5	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
6	Primer recorrido a Refugios	<input type="text"/>
7	Descenso de pasajeros	<input type="text"/>
8	Primer retorno a punto de reunión	<input type="text"/>
9	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
10	Segundo recorrido a Refugios	<input type="text"/>
11	Descenso de pasajeros	<input type="text"/>
12	Segundo retorno a punto de reunión	<input type="text"/>
13	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
14	Tercer recorrido a Refugios	<input type="text"/>
15	Descenso de pasaje	<input type="text"/>

**Tiempo de evacuación**

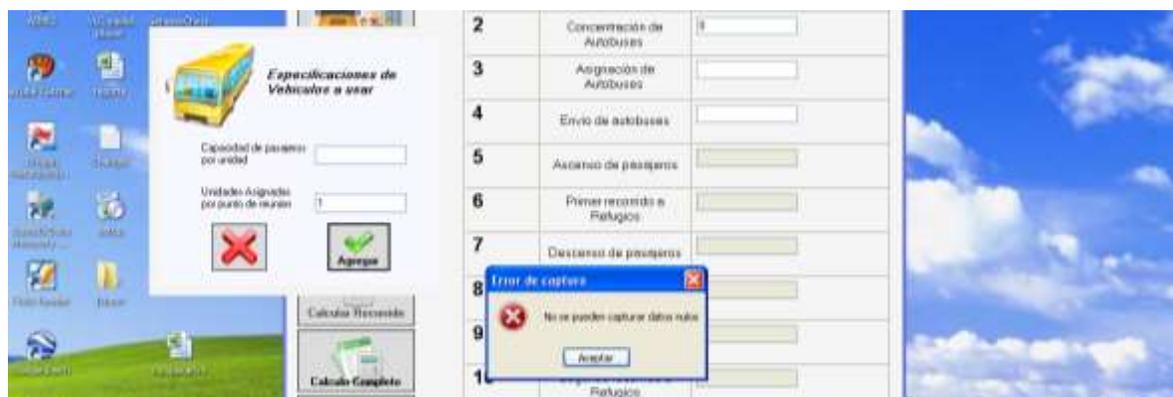
Para ello se han enumerado cada una de las partes del formulario las cuales se explicarán paso a paso

1. Botón especificación de capacidad

Este botón llama al formulario especificaciones de vehículo a usar



Este formulario tiene la responsabilidad de cargar los valores de capacidad de personas por unidad de transporte (1), así también desde este apartado se asignará el número de unidades que serán enviadas a cada punto de reunión (2), si una de estas dos cajas de texto se encontrara vacía y el usuario ha presionado el botón agregar (4) el programa enviará un mensaje de alerta



Y regresaría enseguida el puntero a la caja que se encuentre vacía,



mientras que al presionar el botón cancelar el usuario cerrará esta ventana sin haber capturado ningún dato, haciendo mención de los valores que aparecen al margen ya están cargados por default, solo en el formulario, no así en los valores de la memoria virtual, por lo que el usuario puede modificarlos según sean sus necesidades

## 2. Botón de ascenso y descenso de tiempos:

Llama al formulario del mismo nombre que se encarga de agregar el tiempo de los ascensos (1) y descensos (2) en una medida estándar fundamentada en la observación de lagunas experiencias previas, capturados en las cajas de texto (1 y 2) respectivamente



Si algunas de las dos cajas no contiene ningún dato y el usuario presiona el botón agregar se enviará un mensaje que le dirá que no puede dejar datos en blanco



Y le retornará el cursor a donde está el campo en blanco.



Si el usuario presiona el botón cancelar (4) este formulario se cerrará sin haber guardado ningún dato



### 3. Botón de agregar velocidades



Este formulario tiene como objetivo poder capturar tres velocidades con las que el usuario pueda realizar sus distintas operaciones de manera que realice una comparación entre éstas, (velocidad mínima, velocidad máxima y velocidad media) ejemplo 10 km/h, 20 km/h y 30 km/h, los cuales fueron cargados en las cajas de

texto del formulario y que si por alguna razón una de estas cajas quedar sin un valor y el usuario las intentara mandar, solo aparecerá el siguiente mensaje



Que de nueva cuenta introduzcan un valor en la casilla en blanco.



Si el usuario presiona el botón cancelar (4) este formulario se cerrará sin haber guardado ningún dato



Si el usuario presiona el botón agregar (3) y los datos están correctos cargará el panel de velocidades como se muestra en el siguiente paso



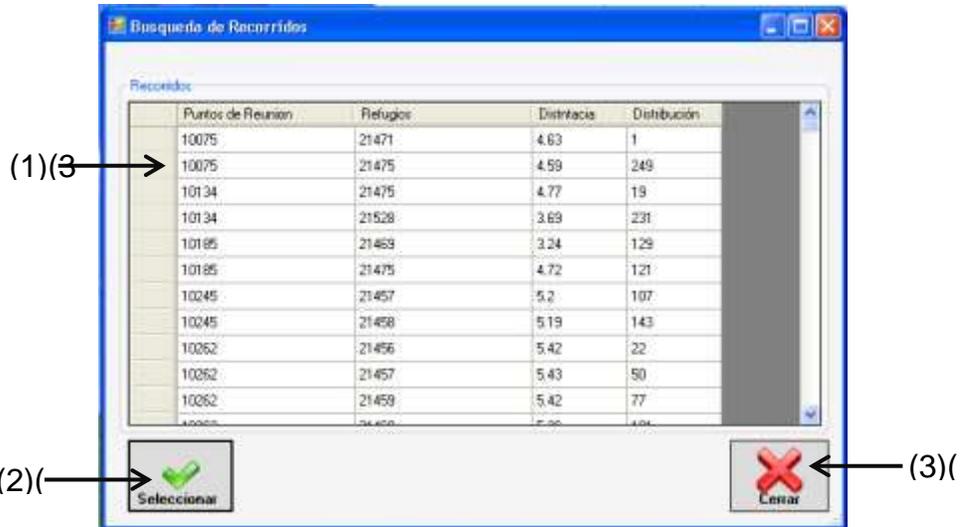
4. Panel que contiene los valores de velocidades

Etapa	Actividad	Tiempo
1	Alertamiento	<input type="text"/>
2	Concentración de Autobuses	<input type="text"/>
3	Asignación de Autobuses	<input type="text"/>
4	Envío de autobuses	<input type="text"/>
5	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
6	Primer recorrido a Refugios	<input type="text"/>
7	Descenso de pasajeros	<input type="text"/>
8	Primer retorno a punto de reunión	<input type="text"/>
9	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
10	Segundo recorrido a Refugios	<input type="text"/>
11	Descenso de pasajeros	<input type="text"/>
12	Segundo retorno a punto de reunión	<input type="text"/>
13	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
14	Tercer recorrido a Refugios	<input type="text"/>
15	Descenso de pasaje	<input type="text"/>

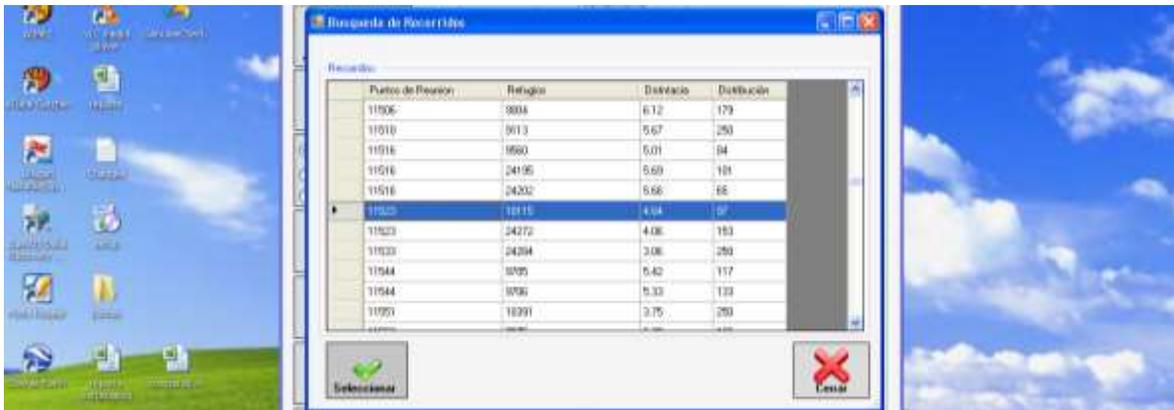
**Tiempo de evacuación**

En esta parte del formulario, ya se habrán agregado las velocidades, permitiendo al usuario, seleccionar una de las mismas; en caso contrario no ocurrirá nada hasta el momento cuando intente hacer los cálculos, pues lo que el programa le indicará es que debe seleccionar una opción; sin embargo, si presiona el botón cálculo completo éste le marcará la primera opción, por default, para poder realizar las operaciones correspondientes.

5. Botón buscar recorridos, éste invoca al formulario de búsqueda de recorridos el cual está compuesto por tres elementos, el 1 es una rejilla que contiene todos los datos de distancia y distribución que debería haber entre los puntos de reunión y refugios.

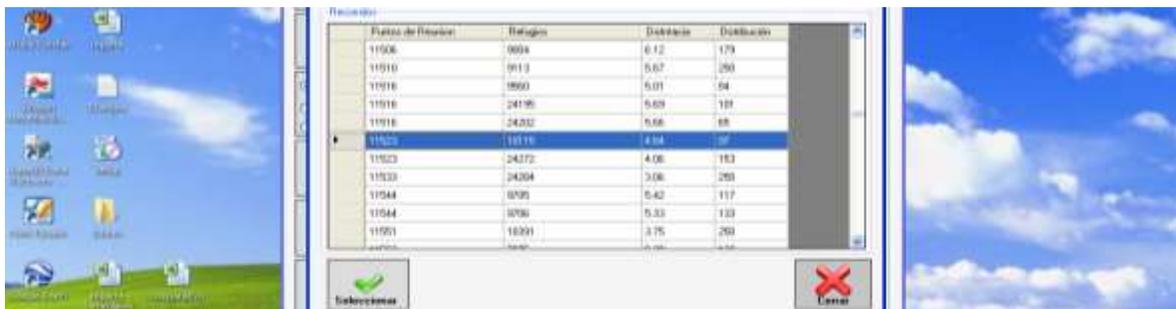


El 2 es el botón seleccionar el cual permitirá extraer los datos para enviarlos al formulario principal



Con la finalidad de poder obtener el tiempo de evacuación de un recorrido, esto ayudará en casos muy específicos permitiendo, de esta manera una mejor toma de decisiones para diferentes situaciones

El 3 es el botón cerrar el cual cierra la aplicación sin haber seleccionado ninguna opción



6. Botón Calcular recorrido es el que se habilitará después de presionado el botón buscar recorrido y una vez haya cargado los datos de tiempos de recorrido



sobre este botón se procederá a obtener los resultados en pantalla como se puede ver en la siguiente figura



Donde de manera automática aparecerán los tiempos de ascenso y descenso en las respectivas casillas; asimismo, quedará deshabilitado el botón calcular recorrido, y también la opción de limpiar.

7. Botón que obtiene el cálculo y tiempo completo de la evacuación, al dar clic sobre este botón se procederá a obtener un resumen con todos los datos sobre los precios y la reunión de personas e ingresar en el refugio, tiempo total de recorridos, número total de vueltas, etc. lo cual aparecerá en una rejilla delante del panel donde se encontraban los cuadros de texto; asimismo, en la parte inferior derecha de la aplicación se podrá visualizar el tiempo total de la evacuación.

(1) →

Punto de Reunión	Refugio	Personas
10075	21471	1
10075	21475	249
10134	21475	19
10134	21528	231
10185	21469	129
10185	21475	121
10245	21457	107
10245	21458	143
10262	21456	22
10262	21457	50
10262	21459	77
10262	21460	101
10266	21469	21
10266	21527	229
10271	21461	52
10271	21462	4
10271	21464	14
10271	21475	180
10273	21472	187
10273	21475	63
10324	21541	101
10324	21543	13
10324	21544	89
10324	21546	3
10324	21557	44
10599	21551	54
10599	21554	3
10599	21557	10
10599	21560	92
10599	21584	91
10600	21560	250
10629	21560	250

**Tiempo de evacuación** *13:18:9 hr*

Así mismo quedará habilitado el botón limpiar, el cual ayudará a borrar los datos de la memoria virtual de la calculadora para poder hacer nuevas operaciones, también se puede notar que el botón cálculo completo, mientras se encuentre la rejilla habilitada, permanecerá inhabilitado y se volverá a habilitar hasta que se haga la limpieza de la memoria de la calculadora

- Este botón se encarga de limpiar la calculadora después de hacer los cálculos; dicho de otra manera realiza la limpieza de la memoria de la calculadora borrando aquellos datos que ya son obsoletos.

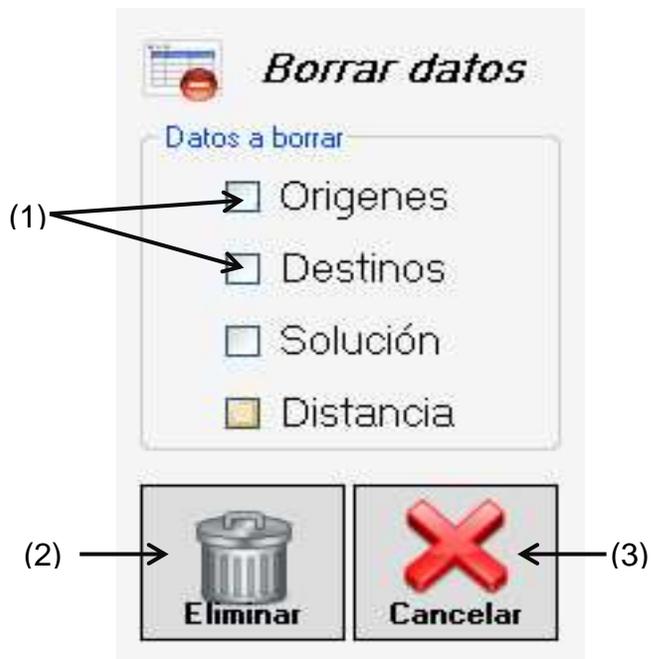
Etapa	Actividad	Tiempo
1	Alertamiento	<input type="text"/>
2	Concentración de Autobuses	<input type="text"/>
3	Asignación de Autobuses	<input type="text"/>
4	Envío de autobuses	<input type="text"/>
5	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
6	Primer recorrido a Refugios	<input type="text"/>
7	Descenso de pasajeros	<input type="text"/>
8	Primer retorno a punto de reunión	<input type="text"/>
9	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
10	Segundo recorrido a Refugios	<input type="text"/>
11	Descenso de pasajeros	<input type="text"/>
12	Segundo retorno a punto de reunión	<input type="text"/>
13	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
14	Tercer recorrido a Refugios	<input type="text"/>
15	Descenso de pasaje	<input type="text"/>

**Tiempo de evacuación**

- Botón base de datos llama a la ventana de opciones para la base de datos, la cual muestra las operaciones que se pueden realizar con la información que exista en la base de datos, , esto se hace por medio de archivos de texto plano creados desde las matrices de TransCAD, los cuales serán guardados con la extensión \*.txt(csv) que son archivos de texto separados por “,” las cuales permiten la diferenciación entre uno de los campos, cabe destacar que para esto se tiene que seguir el formato predeterminado de la tabla de la base de datos.



En esta ventana se encontrarán tres opciones la 1a. "borrar los datos" tiene la siguiente estructura::



Borrar las tablas de la base de datos por medio de los siguientes formularios



para ello se tendrá que seleccionar una de las cajas de los CheckBos (1) que estén habilitados, significa que son las tablas que contienen datos, caso contrario de aquellas que están deshabilitadas puesto que no tienen ninguna información,

por lo tanto no se puede realizar esta operación cuando las casillas estén inhabilitadas, la eliminación se lleva a cabo de manera muy sencilla sólo tendrá que seleccionar una casilla de las que estén habilitados y presionar el botón eliminar (2), para salir de este formulario sin hacer ninguna acción sólo presione el botón cancelar(3) el no regresará nuevamente al formulario configuración de datos.

La segunda opción del formulario configuración de datos es cargar datos con lo cual no se llegará a llenar las tablas que se encuentran en la base de datos por medio de los archivos de texto plano, para ello se expondrá primero la estructura de este formulario

Como número 1 están los contenedores de controles pertenecientes a cada una



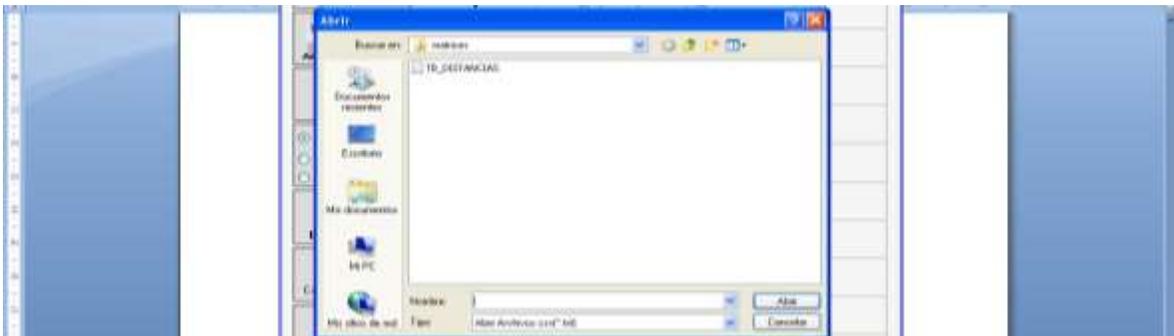
de las tablas; en este caso se localizan cuatro, cada uno correspondiente a cada una de la tablas y, a su vez, dentro de ellos se encontrará el control número dos el cual es un checkbox que se utilizará para señalar cuáles son los archivos que se van a subir a cada una de las tablas.



Esto por medio de la dirección de los archivos. Como número seis se tienen las cajas de texto en las cuales se capturará la dirección que se desea subir a la base de datos, el número 5 es el botón buscar dirección.



el cual abrirá un cuadro de diálogo en donde se buscará la ruta del archivo que se desea encontrar



Posteriormente, esta ruta queda grabada en la caja de texto



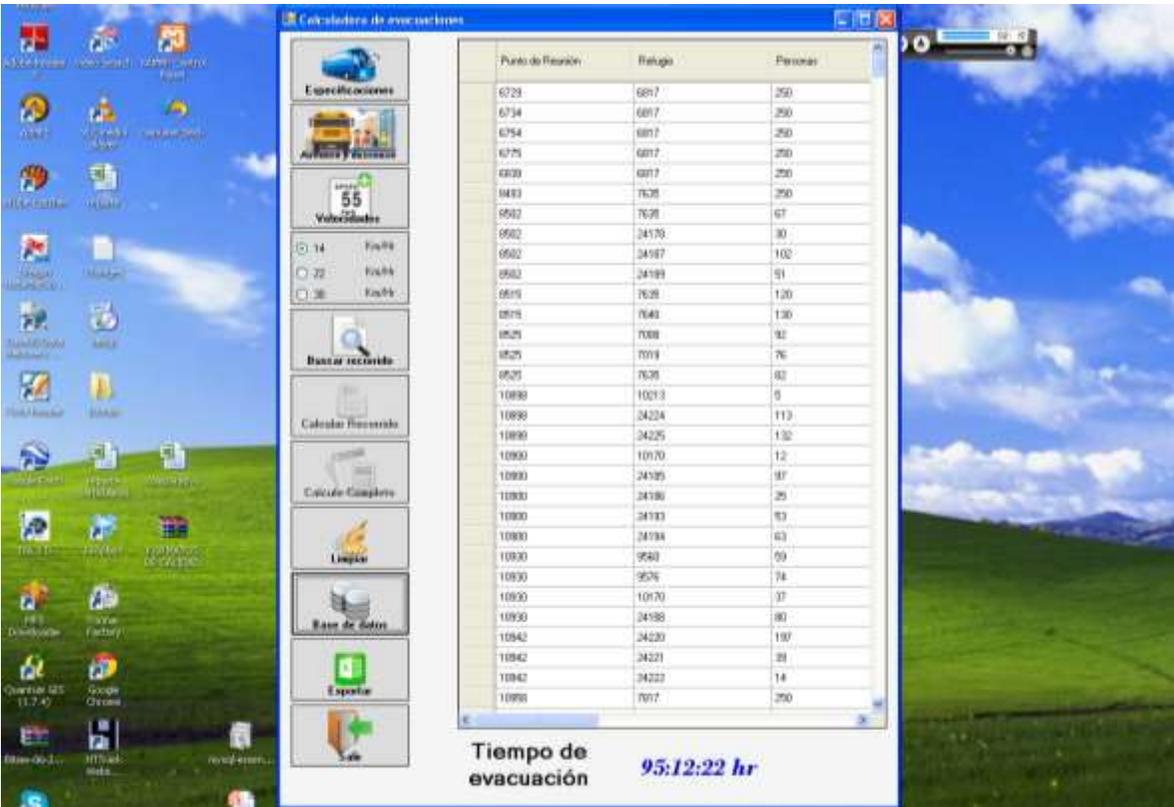
Después solo tendrá que dar clic sobre el botón cargar archivo y si los datos son correctos aparecerá el siguiente mensaje



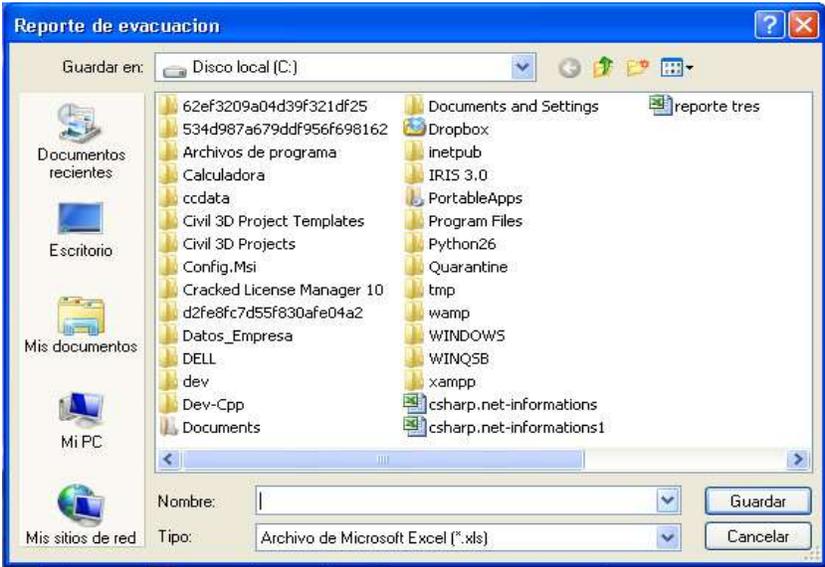
Al momento de presionar el botón aceptar se cerrará esta ventana completamente dejando al usuario en el formulario principal de la aplicación.

**Nota:** todos los botones cancelar tienen la propiedad de cerrar la ventana y salir sin haber ejecutado ninguna opción.

10. Botón exportar, manda todos los datos del resumen a un archivo de Excel para su posterior manipulación, sólo que tiene una condición antes de esto, para ello tiene que estar activada la rejilla cargada con los datos

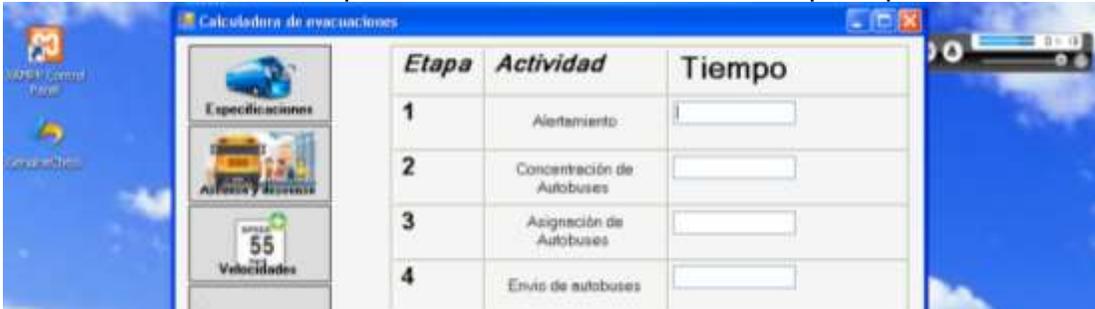


Este botón exporta toda la información a Excel para su posterior manipulación del ciclo a la realización de ciertas operaciones, esto se realizará en el momento en que se dé clic sobre el botón exporta el cual abrirá la siguiente ventana

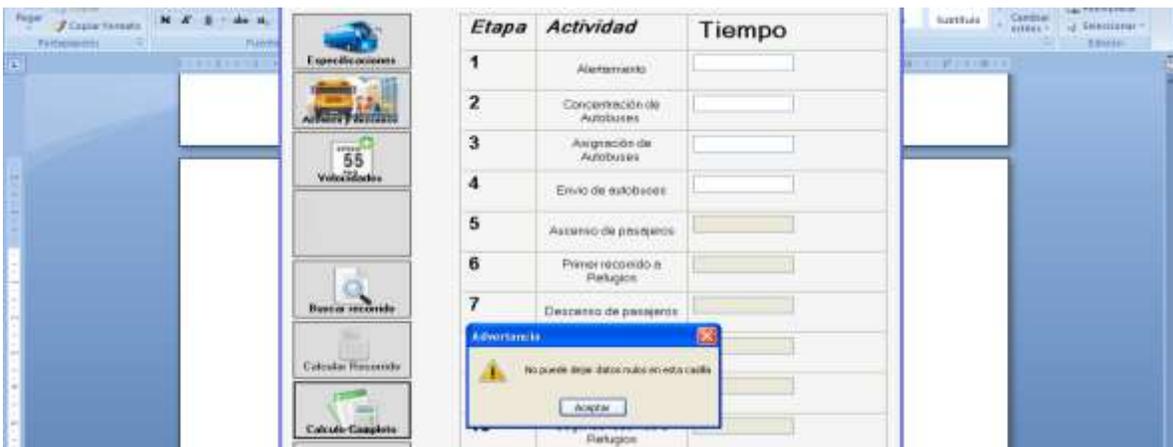


En ésta se elijirá la dirección en donde se desea guardar el archivo de Excel, también se le dará el nombre y posteriormente se hace clic en el botón guardar para el nuestro archivo en la dirección elegida

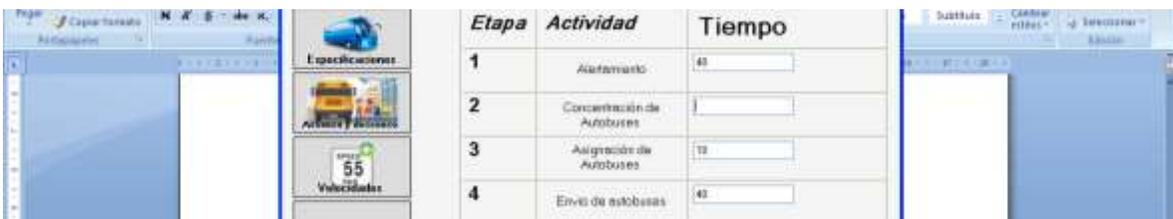
11. Cajas de texto que capturan las primeras cuatro etapas de la evacuación, éstas se encuentran en el horario principal y corresponden a las cuatro primeras etapas de la evacuación, las cuales son independientes una de la otra pero que influirán en todos los recorridos, es por ello que se han integrado como variables independientes dentro del formulario principal



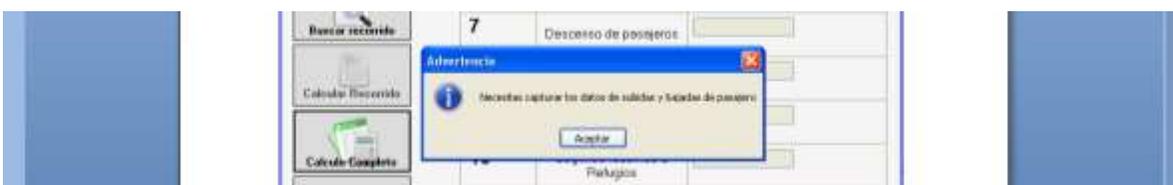
Éste se captura de manera individual en caso de que, si quien realiza los cálculos por alguna razón haya dejado en blanco, aparecerá un mensaje de error



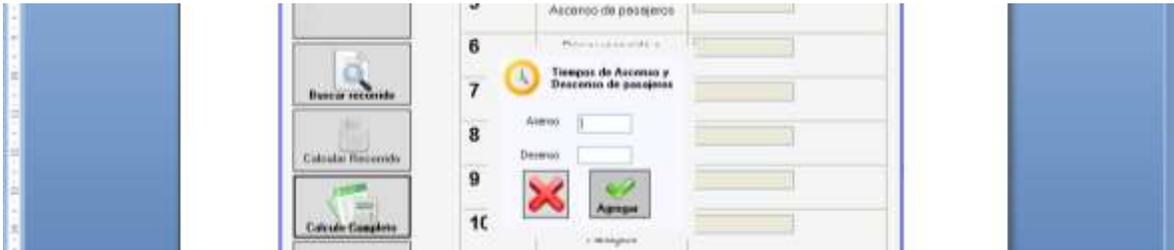
Este mensaje avisa que no se puede dejar las casillas en blanco, posteriormente cuando se debe enviará al usuario a la casilla en blanco.



De esta manera pasará si falta algún otro dato al momento de hacer los cálculos completos, mandará llamar los formularios correspondientes para capturarlos



Cuando se dé aceptar cargará el formulario correspondiente para subir los datos faltantes



Esto mismo sucederá con todos los datos faltantes de otros formularios.

12. Botón salir se encarga de cerrar la aplicación y la memoria virtual de la calculadora en caso de que contenga algún dato, podrá encontrar este botón en la parte inferior derecha de la pantalla principal de la aplicación



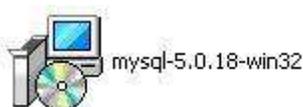


## Anexo 5. Manual de instalación de servidor MySQL versión 5.0.18 e instalación de conector para .NET versión 6.0

---

### Instalación de MySQL-5.0.18- para Windows 32

Dentro del paquete de instalación puede encontrar el icono del programa



En éste tendrá que dar un doble clic para iniciar la instalación por lo cual le aparecerá el siguiente cuadro de diálogo



Esta venta indica que se va a instalar el MySQL server 5.0, donde tendrá que dar clic en el botón siguiente (Next) que lo enviará al siguiente cuadro de diálogo



Posteriormente, se seleccionará el tipo de instalación que se desea realizar según sean las necesidades, en este caso será la primera opción (Instalación Típica) y se presionará el botón siguiente que enviará a la siguiente pantalla



Ésta indicará en qué dirección se instalará el servidor de MySQL 5.0, se tiene que dar un clic sobre el botón Install para que comience la instalación del servidor y aparecerá la siguiente pantalla



La cual indicará el progreso de la instalación. Al terminar ésta, la pantalla que tiene que aparecer es la siguiente, la cual indicará cómo crear una cuenta libre para la página web de MySQL; en esta ventana se encontrarán tres opciones: 1) Crear una cuenta nueva, 2) Ingresar a tu cuenta en MySQL y 3) Saltar este paso, por lo que aquí será decisión de usted como usuario, en este caso se elegirá la tercera opción



Se presionará el botón siguiente, en cual se indicará que la instalación del servidor se realizó correctamente, al que igual que pedirá darle una configuración adecuada al servidor para comenzar su uso, razón por la cual tiene que estar seleccionada la casilla que dice configure the MySQL Server now

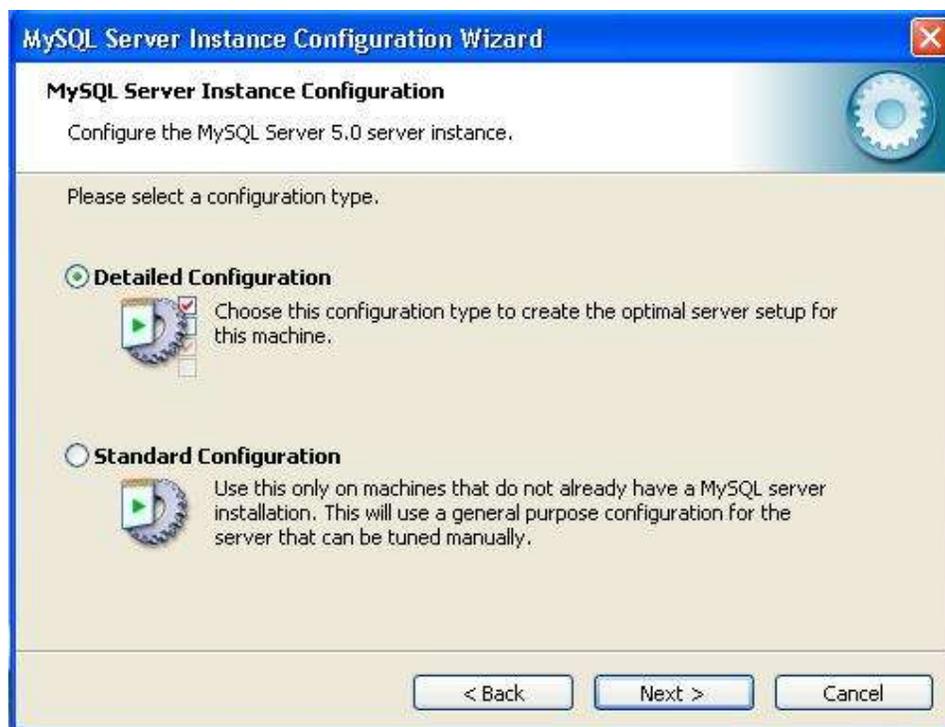


Se presiona el botón finalizar y automáticamente tiene que aparecer la ventana de inicio de configuración, si no sucede esto se tendrá que dirigir al botón de Windows → todos los programas → MySQL →

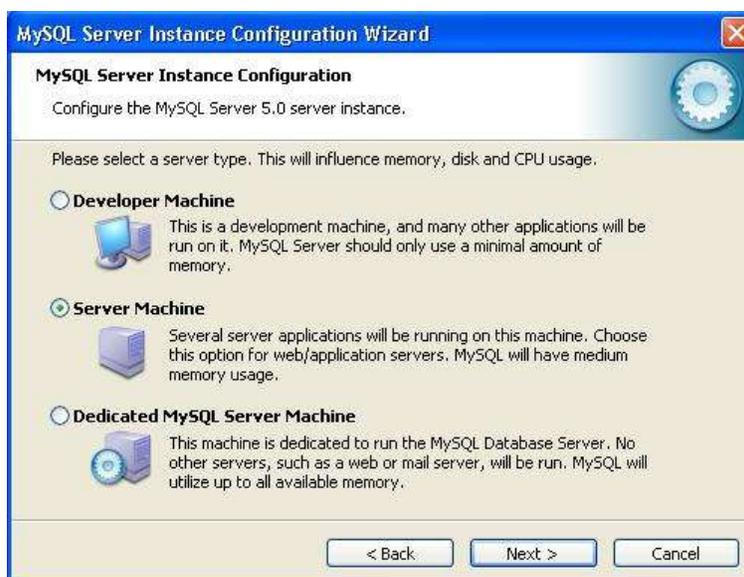
Dar un clic sobre la opción configuración de servidor y aparecerá la primera venta de configuración



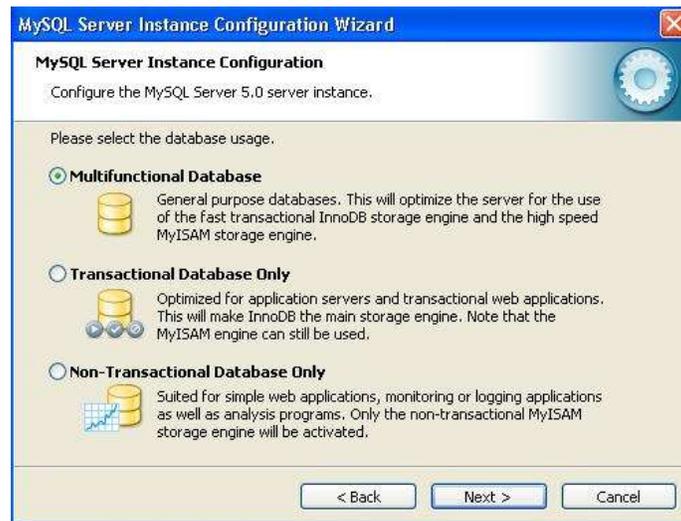
En donde se presionará el botón siguiente para comenzar con el proceso, el cual abrirá la siguiente ventana



En esta ventana se tendrá que seleccionar la opción con la cual se configurará el servidor, para ello se selecciona la opción configuración detallada y, después, se presiona el botón siguiente, el cual enviará al próximo paso, en donde se pedirá que se seleccione el uso que se le va a dar al servidor; se tendrán tres opciones para hacerlo, la primera de ellas es configurar la maquina a modo diseñador, la segunda es en modo servidor únicamente y la tercera que es nosotros seleccionare la opción número dos que es máquina servidor



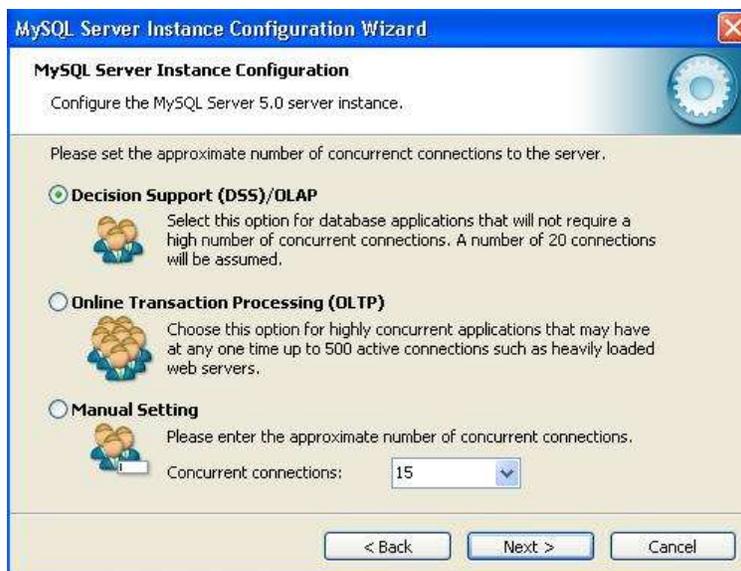
Después de haber seleccionado una opción, se presiona el botón siguiente el cual enviará a la ventana de uso de base de datos, la cual dará tres opciones: la primera es base de datos multifuncional la cual otorga todos los permisos para poder operar cualquier base de datos; la segunda, está orientada a transacciones en ambiente web y la tercera que solo permite consultas a la base de datos ya que es de solo lectura



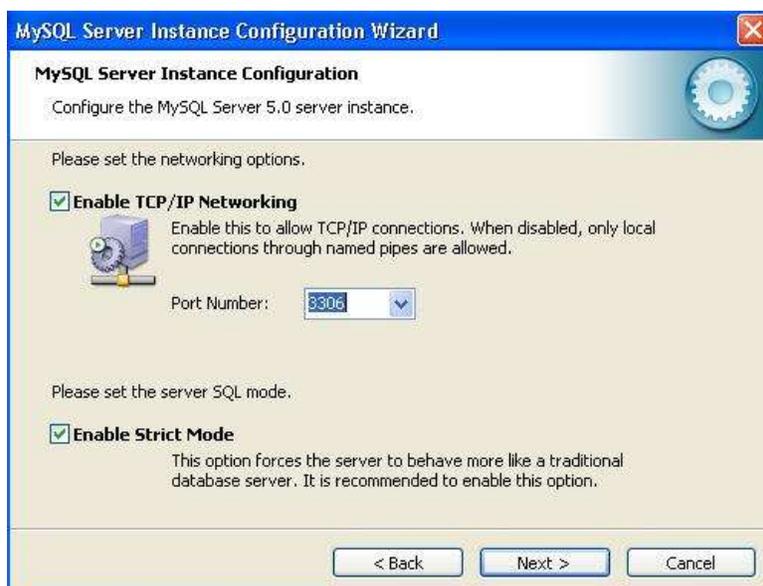
Se selecciona la primera opción, que es la que permitirá un control total sobre la base de datos, se da clic en siguiente y aparecerá la siguiente ventana la cual indicará la dirección en la cual se almacenarán el tipo de tablas que se manejen, al igual que la capacidad que se necesita de almacenamiento y que se tiene disponibles en disco duro para esta actividad



Se da clic en el botón siguiente, y esto abrirá la ventana de configuración de instancia, en la cual se indicará de qué manera se realizarán las conexiones al servidor, si será un número determinado de conexiones, por vía web o si se asignarán manualmente, en esta ocasión se elige la primera opción



Se presiona el botón siguiente, que abrirá la ventana donde se configura el puerto por donde se conectará MySQL, así como se activará el modo de tipo script para el servidor, mostrado en la siguiente ventana



Posteriormente, una vez que se haya activado las dos opciones de esta ventana y seleccionado el puerto de conexión, se da clic en el botón siguiente, el cual abrirá la ventana donde se selecciona el juego de caracteres que se desea utilizar, por defecto está marcado "Latin1" válido para Inglaterra y Europa:



El siguiente paso es importante pues pide que se especifique el tipo de arranque de MySQL Server. Si se selecciona la primera opción ("Install As Windows Service") el programa de instalación creará un Servicio que será el encargado de ejecutar MySQL Server, también permite especificar el nombre del servicio y si se desea que arranque automáticamente al iniciar el sistema ("Launch the MySQL Server automatically"). La segunda opción "Include Bin Directory in Windows PATH" añadirá las variables de entorno necesarias para la ejecución de los ficheros indispensables para iniciar MySQL.

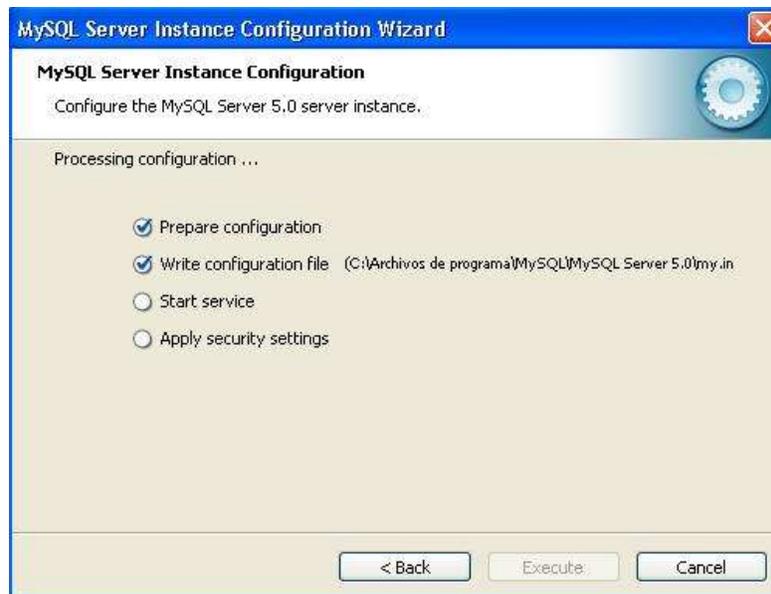
La opción recomendada es "Install As Windows Service"



Se introducirá la contraseña para el usuario administrador (root), la cual será **vhsa** para que las aplicaciones se conecten de manera automática y se marcará la opción "Enable root access from remote machines" si se quiere que se pueda acceder como administrador desde otros equipos:



Por último, se pulsará en "Execute" para finalizar la configuración de MySQL:



Si no hay problemas mostrará esta ventana, indicando que el proceso de instalación y configuración de MySQL Server ha terminado y se ha instalado e iniciado el Servicio que ejecutará MySQL:

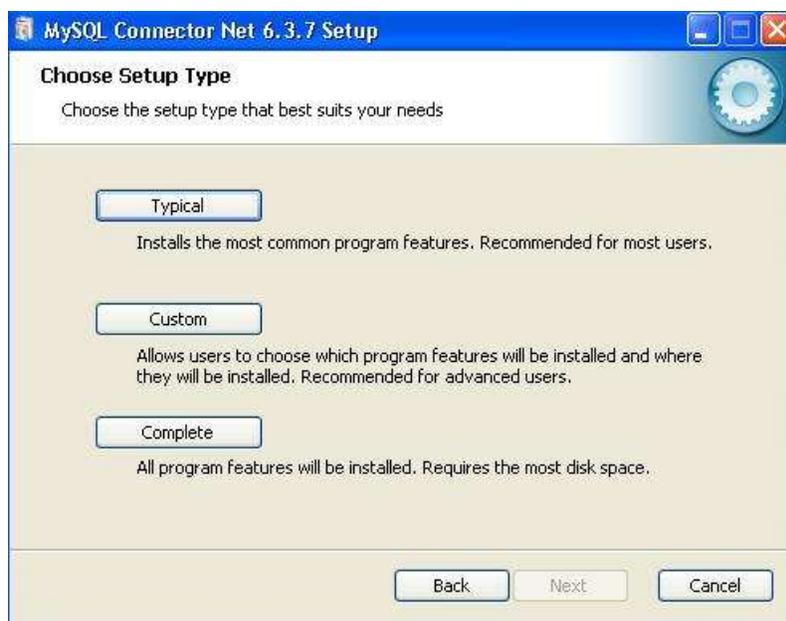


## Instalación de conector .NET

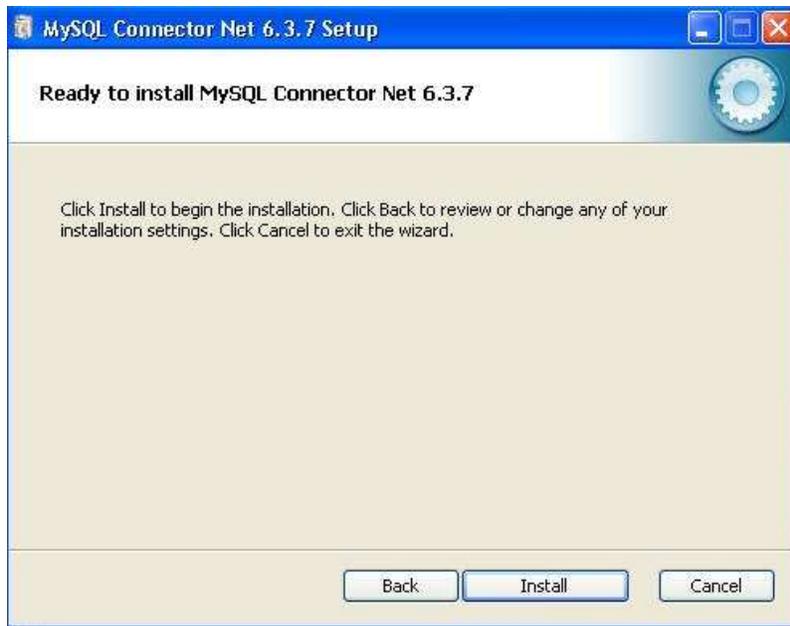
Para la instalación de este conector tendrá que buscar en el paquete de instalación el ícono de Connector NET 6.3.7 y dar doble clic sobre el mismo el cual desplegará la siguiente ventana de bienvenida para comenzar la instalación



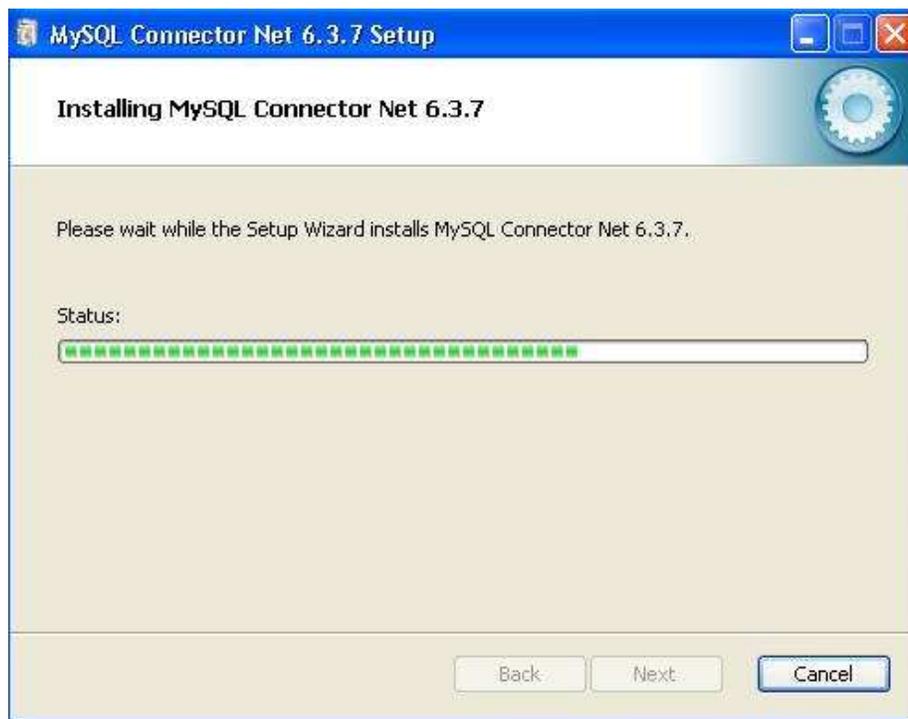
Dará clic sobre el botón siguiente, que abrirá una ventana la cual contiene las opciones de instalación del conector, de éstas se seleccionará Typical



Ésta llevará a otra ventana la cual pide confirmación sobre la instalación de este complemento, se presiona el botón Install para comenzar la instalación del complemento



Al haber presionado este botón, de manera automática aparecerá la ventana que contiene el progreso de la instalación.



Al finalizar la instalación del conector, si no hubo ningún problema durante la instalación, aparecerá el siguiente cuadro de diálogo indicando que la instalación ha finalizado con éxito y se elegirá la opción finalizar, la cual cerrará la ventana ya culminada la instalación





# Anexo 6. Manual de instalación de la aplicación Calculadora de tiempos de evacuación

---

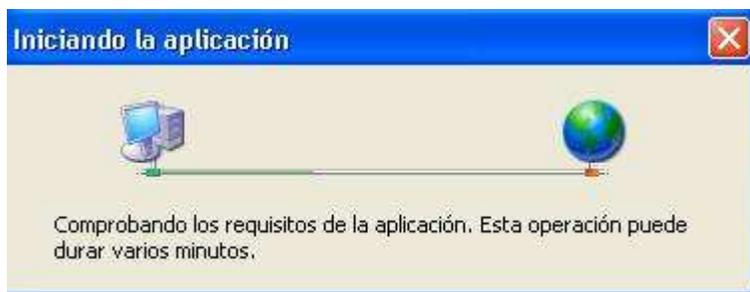
## Manual de instalación

El presente documento muestra cómo se debe realizar la instalación del software Calculadora de tiempos de evacuación en tres sencillos pasos, mismos que se describen a continuación

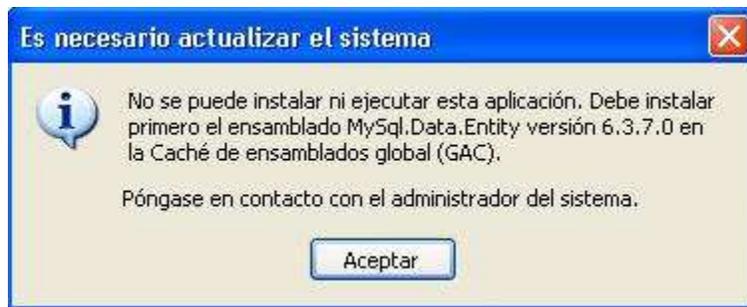
1. Dentro del paquete de instalación se encontrarán el siguiente icono



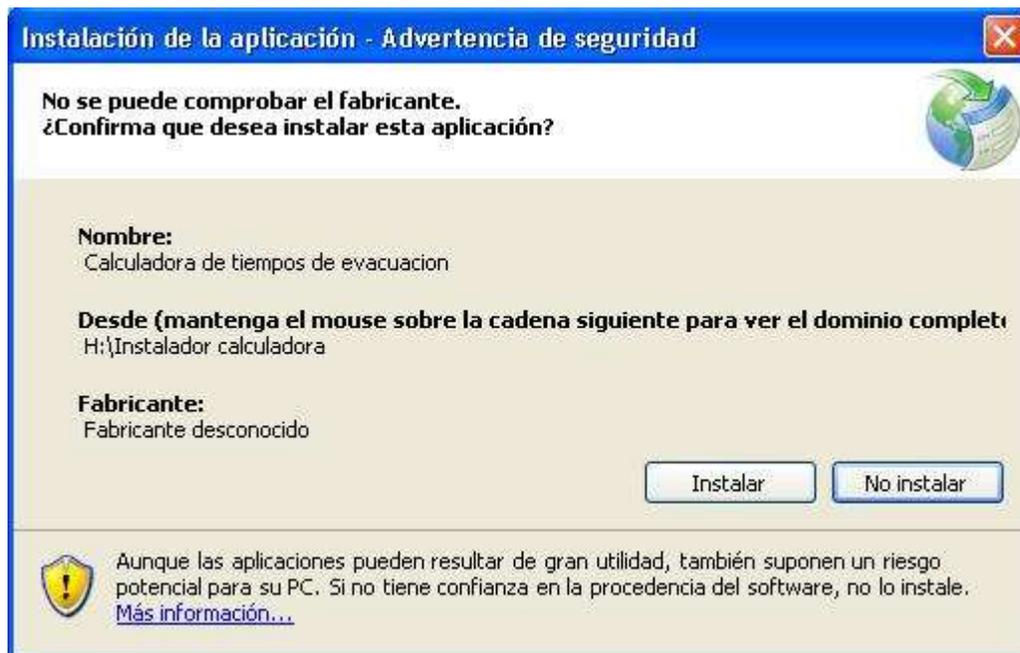
2. El cual n permitirá, con un doble clic, comenzar la instalación de dicho programa, enviándoa la siguiente ventana



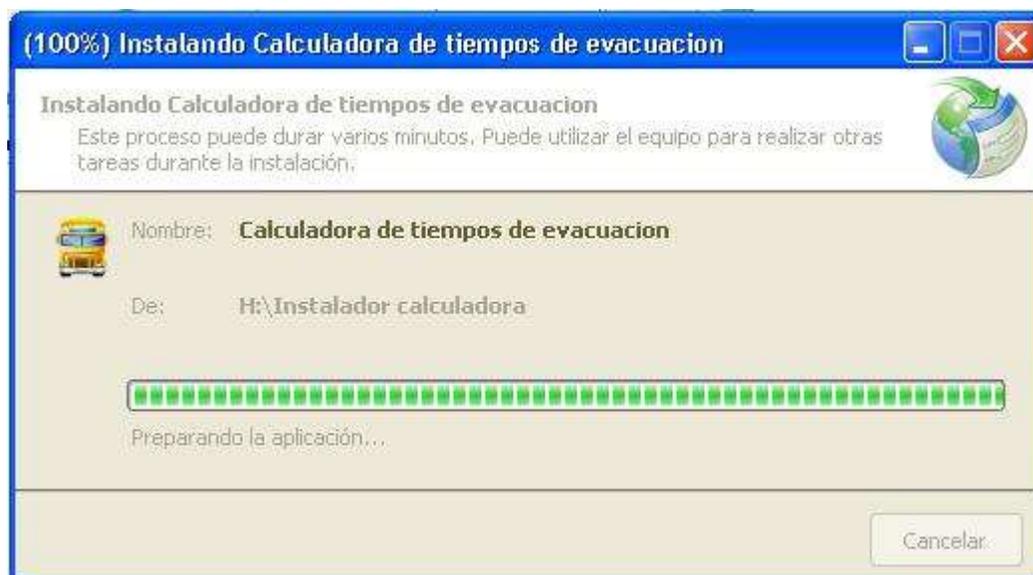
ésta indica si el equipo en el que se está instalando un programa cuenta con los requisitos necesarios para instalación del mismo, en caso de pasar esto el programa enviará un mensaje donde dirá cuál es elemento que se debe instalar antes de continuar con la instalación de esta aplicación.



En caso de que se cuenten con todos los requerimientos que necesita el programa aparecerá la siguiente ventana



3. Deberá dar clic sobre el botón instalar para que comience la instalación del software.



En esta ventana aparecerán los avances de la instalación del programa. Después de haber concluido la instalación inmediatamente aparecerá la ventana principal del programa.

Calculadora de evacuaciones

Etapa	Actividad	Tiempo
1	Alertamiento	<input type="text"/>
2	Concentración de Autobuses	<input type="text"/>
3	Asignación de Autobuses	<input type="text"/>
4	Envío de autobuses	<input type="text"/>
5	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
6	Primer recorrido a Refugios	<input type="text"/>
7	Descenso de pasajeros	<input type="text"/>
8	Primer retorno a punto de reunión	<input type="text"/>
9	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
10	Segundo recorrido a Refugios	<input type="text"/>
11	Descenso de pasajeros	<input type="text"/>
12	Segundo retorno a punto de reunión	<input type="text"/>
13	Ascenso de pasajeros	<input type="text"/>
14	Tercer recorrido a Refugios	<input type="text"/>
15	Descenso de pasaje	<input type="text"/>

**Tiempo de evacuación**

 Especificaciones  
 Ascenso y descenso  
 Velocidades  
 Buscar recorrido  
 Calcular Recorrido  
 Calculo Completo  
 Limpiar  
 Base de datos  
 Exportar  
 Salir

Lo cual indica que la instalación ha finalizado satisfactoriamente





Km 12+000 Carretera Estatal 431 "El Colorado-Galindo"  
Parque Tecnológico San Fandila  
Mpio. Pedro Escobedo, Querétaro, México  
CP 76703  
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610  
Fax +52 (442) 216 9671

[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)

<http://www.imt.mx/>