



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Postgrados**

**Análisis y Diseño de un Sistema de Información Geográfico (SIG),  
para la Atención de Emergencias en Fallas del Suministro de  
Energía Eléctrica: San Juan de los Lagos, Jalisco.**

**Heriberto Aguilera Madrigal**

**Richard Resl, Ph.Dc., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito  
para la obtención del título de Maestría en Sistemas de Información Geográfica

Quito, Marzo 2013

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Postgrados**

**HOJA DE APROBACION DE TESIS**

**Análisis y Diseño de un Sistema de Información Geográfico (SIG),**

**para la Atención de Emergencias en Fallas del Suministro de**

**Energía Eléctrica: San Juan de los Lagos, Jalisco.**

**Heriberto Aguilera Madrigal**

Richard Resl, Ph.D. ....  
**Director de Tesis**

Rafael Beltrán, MSc .....  
**Miembro del comité de Tesis**

Richard Resl, Ph.D. ....  
**Director de la Maestría en Sistemas  
de Información Geográfica**

Stella de la Torre, Ph.D. ....  
**Decana del Colegio de Ciencias  
Biológicas y Ambientales**

Víctor Viteri Breedy, Ph.D. ....  
**Decano del Colegio de Posgrados**

Quito, Marzo 2013

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art.144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Nombre: Heriberto Aguilera Madrigal

C. I.: 98110026424

Fecha: Quito, Marzo de 2013

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Patricia, mis hijos: Erick Yaír e Iván Heriberto, por brindarme su tiempo, su apoyo incondicional, su comprensión y sobre todo su amor.

A mis padres: Manuel Aguilera y Oliva Madrigal, por su ejemplo de vida y dedicación.

## **AGRADECIMIENTO**

Al equipo UNIGIS; por indicarme el camino hacia la superación profesional y del conocimiento de los Sistemas de Información Geográfica, siempre orientándome y brindándome los conocimientos necesarios para el término de los estudios.

A la Subgerencia Comercial de la Comisión Federal de Electricidad en la División de Distribución Jalisco; por permitirme conocer la forma de trabajo y de operación de las áreas de atención al cliente, así como por su interés hacia la mejora continua y tecnológica de sus procesos.

A la sede, en Guadalajara Jalisco, del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; por proporcionarme la información geográfica utilizada en el presente documento y brindarme su asesoría en el manejo del mismo.

## RESÚMEN

El reciente crecimiento en el desarrollo mundial del Sistema de Posicionamiento Global GPS nos ha permitido obtener con mayor precisión la ubicación de cualquier objeto con aproximación de hasta centímetros. La Integración de GPS como parte de la telefonía móvil y de una variedad de servicios basados de localización LBS tiene un impacto en casi todas las áreas tecnológicas de la comunicación moderna.

En esta tesis, se trata de mostrar que con la implementación de Sistemas de Información Geográfica, el tiempo de respuesta global de las fallas de suministro de energía a la población se puede reducir de manera significativa.

Se trata de minimizar el tiempo de respuesta de un equipo de atención de emergencias desde el momento de la recepción de la solicitud de apoyo, mediante la localización geográfica del punto de fallo y asignación de la ruta óptima para el despliegue y la asistencia, todo ello gestionado a través de: la integración del teléfono en un Sistema de Información Geográfico, los algoritmos de búsqueda, de localización, el uso de herramientas de análisis de ruta con el software ArcGIS, y la programación respectiva con el lenguaje Python.

## **ABSTRACT**

Recent growth within the worldwide development of the Global Positioning System GPS has enabled us to get more and more precisely the location of any object with approaches up to centimeters. Integration of GPS as part of Mobile telephony and a variety of resulting location based services LBS has made an impact of almost all technological areas of modern communication.

In this thesis, it is to show that with the implementation of geographic information systems, the overall response time of power supply failures to the population can be significantly reduced.

It seeks to minimize the response time of an emergency response crew from the time of receiving the call for support, by locating geographically the point of failure and assigning the optimal path for deployment and assistance, and all this managed by: Phone integration in a Geographic Information System, the search algorithms, location, use of path analysis tools with ArcGIS software, and respective programming with the language Python.



## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b>	<b>5</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>6</b>
<b>RESÚMEN</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>8</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>16</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
1.1. PRESENTACIÓN	17
1.2. OBJETIVOS	21
1.2.1. <i>OBJETIVO GENERAL</i>	21
1.2.2. <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	22
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	<b>24</b>
2.1. LA GEOREFERENCIACIÓN	24
2.2. LOS SISTEMAS DE GEOPOSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS) Y LA TOMA DE COORDENADAS.	25
2.3. LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICA (SIG).	26
2.4. INFORMACIÓN ESPACIAL	29
2.4.1. <i>BASES DE DATOS ESPACIALES.</i>	29
2.4.2. <i>FORMATO DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS.</i>	31
2.5. ALGORITMOS Y PSEUDO CÓDIGO	35
2.5.1. <i>DEFINICIÓN</i>	35
2.5.1.1. <i>BUSQUEDAS ESPACIALES.</i>	37
2.5.1.2. <i>ANÁLISIS DE REDES</i>	38
2.5.1.2.1. <i>ANÁLISIS DE RUTA</i>	40
2.5.1.2.2. <i>ÁREAS DE SERVICIO</i>	41
2.5.1.2.3. <i>INSTALACIÓN MÁS CERCANA</i>	42
2.5.1.2.4. <i>MATRIZ DE COSTO</i>	43
2.6. LA INTERFAZ TELEFONICA – EL CALLER ID	44
2.7. EL MODELADOR MODEL BUILDER Y EL GEOPROCESADOR (GP).	46
<b>3. MATERIALES</b>	<b>48</b>
3.1. HARDWARE	48
3.1.1. <i>EQUIPO DE CÓMPUTO Y COMUNICACIONES</i>	48
3.1.1.1. <i>COMPUTADOR</i>	48

	10
3.1.2. GPS	49
3.2. SOFTWARE	50
3.2.1. DE OPERACIÓN	50
3.2.2. DE DESARROLLO	51
3.3. DATOS	52
<b>4. METODOLOGÍA</b>	<b>54</b>
4.1. DESCRIPCIÓN	54
4.2. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR	55
4.3. DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS	58
4.4. DISEÑO LOGICO DEL SISTEMA	74
4.4.1. DISEÑO DE ENTRADAS Y DE SALIDAS.	74
4.4.2. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS	79
4.5. DISEÑO FISICO DEL SISTEMA	87
4.5.1. DISEÑO FISICO DE ARCHIVOS CON INFORMACIÓN ALFANUMÉRICA	87
4.5.2. DISEÑO FÍSICO DE ARCHIVOS CON LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	90
4.6. PRUEBA DEL SISTEMA	120
4.7. IMPLANTACIÓN	126
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>129</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>132</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>134</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>136</b>
<b>9. ANEXOS</b>	<b>139</b>
9.1. CONFIGURACION	139
9.2. CONTENIDO DEL CD	142

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Tendencias de la fuerza de trabajo laboral en estados unidos dedicada a los sectores productivos. Fuente: Senn (1992).....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 2. Proporción de SIG exitosos en el mercado global por compañía, según Daratech. Fuente: Longley (2001).....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3. La tecnología GPS se basa en un grupo de 24 satélites que emiten señales a la tierra. Fuente: Letham (2001). ....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 4. Algunos receptores portátiles. Fuente: Letham(2001).....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 5. Visualización de un SIG. Fuente: ESRI(2012).....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 6. El concepto de capas. Fuente: ESRI(2013). ....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 7. Elementos de una cobertura. Fuente: Zeiler (1999).....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 8. Muestra un shapefile en el arccatalog del ArcGIS.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 9. Repositorio de una geodatabase. Fuente: ESRI GEODATABSE (2013).....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 10. Símbolos utilizados en los diagramas de flujo. Fuente: Cairo (2006).....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 11. Ejemplo de estructuras utilizadas en un Pseudo código. Fuente: Sanders (1985).....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 12. Las redes de río y de servicios, se modelan mejor en ArcGIS utilizando redes geométricas. Fuente: ArcGIS(1995-2011).....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 13. Las redes de transporte como, por ejemplo, las carreteras, se modelan mejor en ArcGIS mediante datasets de red. Fuente: ArcGIS (1995-2011).....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 14. ¿Cuál es la manera más rápida de ir desde el punto a al punto b?. Fuente: ArcGIS (1995-2011).....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 15. ¿Qué áreas de mercado cubre un negocio?. Fuente: ArcGIS (1995-2011).....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 16. ¿Qué ambulancias o coches patrulla pueden atender más rápidamente un incidente?. Fuente: ArcGIS (1995-2011). ....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 17. El análisis de la matriz de coste OD, calcula las rutas de acceso a la red de menor coste desde orígenes a destinos. Genera entidades de línea que vinculan orígenes con destinos. Cada entidad de línea almacena el</b>	

coste de red total del viaje como un valor de atributo. Los analistas suelen tomar la tabla de atributos y utilizarla como entrega para aplicaciones de programación lineal. Fuente: ArcGIS (1995-2011).....	43
Figura 18. Imagen de un identificador de llamadas, Caller ID. Obtenida el 06 de Mayo del 2013, de <a href="https://www.tienda.telmex.com/shell/af/core/search/search.do;jsessionid=633A61D19FF3FFC0A02655F9B442C78A.node9">https://www.tienda.telmex.com/shell/af/core/search/search.do;jsessionid=633A61D19FF3FFC0A02655F9B442C78A.node9</a> .....	44
Figura 19. Imagen de un MODEM, Obtenida el 06 de Mayo del 2013, de <a href="http://www.motorola.com/Support/US-EN/Consumer-Support/DSL-Modems-and-Gateways">http://www.motorola.com/Support/US-EN/Consumer-Support/DSL-Modems-and-Gateways</a> .....	45
Figura 20. Ejemplo gráfico de una aplicación simple. Fuente: ArcGIS (1995-2011).....	46
Figura 21. Modelo geoprocesador, acceso a un Shapefile. Fuente: Palomar (2010).....	47
Figura 22. Colector de datos con código de barras, obtenida el 06 de Mayo del 2013, de .....	49
Figura 23. El proceso de obtención de la información necesaria para el Sistema. Fuente: CFE. ....	53
Figura 24 Pasos a seguir para el Diseño del Sistema.....	55
Figura 25. Procedimiento de flujo de operación del CAR. Fuente: CFE.....	57
Figura 26. Procedimiento de atención telefónica del CAR. Fuente: CFE. ....	58
Figura 27. Diagrama de los primeros 3 de 6 casos de uso.....	63
Figura 28. Diagrama de los 3 restantes de 6 casos de uso. ....	64
Figura 29. Diagrama de secuencia del caso de uso llamando al 071 .....	65
Figura 30. Diagrama de secuencia del caso de uso atendiendo llamada en el escenario cuando el que llama es cliente de la CFE.....	66
Figura 31. Diagrama de secuencia del caso de uso atendiendo llamada en el escenario cuando el que llama no es cliente de la CFE.....	67
Figura 32. Diagrama de secuencia del caso de uso buscando datos básicos del servicio.....	68
Figura 33. Diagrama de secuencia del caso de uso generando mapa por fallas en el suministro.....	69

<b>Figura 34. Diagrama de secuencia del caso de uso generando mapa de agencias más cercana. ....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 35. Diagrama de secuencia del caso de uso generando mapa de ruta. ....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 36. Diagrama de secuencia del caso de uso turnando otras solicitudes.....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 37. Diagrama de clases de la interacción y operación de los elementos del Sistema.....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 38. Pantalla de salida y de entrada requerida para el requerimiento REQ#1, para el registro de la solicitud de emergencia para cuando el que llama es usuario del servicio de energía eléctrica. ....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 39. Pantalla de entrada y salida requerida para el requerimiento REQ#2. ....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 40. Pantalla de salida requerida para los requerimientos REQ#3.....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 41. Pantalla de salida requerida para los requerimientos REQ#4 y REQ #5. ....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 42. Entrada requerida para el REQ#6.....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 43. Reporte impreso de salida requerida para el REQ#6. ....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 44. Diseño lógico de la base de datos para el Sistema de atención de emergencias por fallas en el suministro eléctrico. ....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 45. Diseño del proceso para el registro de solicitudes de emergencias. ....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 46. Diseño del procedimiento para la ejecución del análisis de red..</b>	<b>83</b>
<b>Figura 47. Diseño del procedimiento de impresión de mapa con ubicación geográfica de servicios con falla. ....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 48. Diccionario de datos del Sistema .....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 49. Diseño relacional de la base de datos.....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 50. Creando la geodatabase personal, mediante el Arccatalog. ....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 51. Definiendo la proyección del archivo con parámetros INEGI.....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 52. Proyectando al Sistema UTM WGS84, generando un nuevo archivo shape. ....</b>	<b>93</b>

<b>Figura 53. Importando nuestro shape a la geodatabase.....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 54. Creando el archivo de servicios de energía, en formato de feature class por ser para la geodatabase.....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 55. Digitalizando puntos e identificando las calles adyacentes.....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 56. Creando el archivo de agencias, en formato de feature class por ser para la geodatabase.....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 57. Digitalizando los puntos para las agencias, en formato de feature class por ser para la geodatabase.....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 58. Importando las tablas de la base de datos de Access a la geodatabase. ....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 59. Resultado de la unión de tabla de features con tabla alfanumérica. ....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 60. Tablas de geometrías y alfanuméricas, así como sus relaciones</b>	<b>99</b>
<b>Figura 61. Creando el estilo CFE. ....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 62. Importando el símbolo para los servicios desde una imagen de un medidor de energía. ....</b>	<b>100</b>
<b>Figura 63. Importando la imagen de CFE para representar una agencia. ...</b>	<b>100</b>
<b>Figura 64. Mapa principal con símbolos propio. ....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 65. Creando el feature dataset que contendrá las clases de las entidades que participan en el análisis.....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 66. Adicionando al feature dataset las entidades que participaran en el análisis de red. ....</b>	<b>102</b>
<b>Figura 67. Creando el network dataset.....</b>	<b>102</b>
<b>Figura 68. Seleccionando las fuentes de información.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 69. Para este caso, no parametrizamos los giros.....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 70. Estableciendo las políticas de conectividad.....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 71. Nuestro callejero no maneja elevación. ....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 72. Nuestro atributo de medición está en metros.....</b>	<b>105</b>
<b>Figura 73. Creando la barra de herramienta y los 3 botones necesarios en el Python add-in wizard. ....</b>	<b>107</b>

<b>Figura 74. Estructura de add-in creada.....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 75. Botones agregados al ArcMap, con su descripción. ....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 76. Figura que muestra la interacción del usuario con el Sistema mediante el procedimiento del Boton1.....</b>	<b>121</b>
<b>Figura 77. Figura que indica el archivo que contiene la ubicación del servicio de energía eléctrica reportado, en archivo PDF. ....</b>	<b>123</b>
<b>Figura 78. Figura que indica el estado del mapa antes de ejecutar el análisis. ....</b>	<b>124</b>
<b>Figura 79. Figura que indica es estado del mapa después de ejecutar el análisis. ....</b>	<b>124</b>
<b>Figura 80. Figura donde se relacionan los servicios que han reportado falla en el suministro.....</b>	<b>126</b>
<b>Figura 81. Figura que muestra la reducción en el tiempo por el uso del “Sistema actual” y el “Sistema desarrollado”.....</b>	<b>129</b>
<b>Figura 82. Figura que muestra como ejecutar el Boton1 desde ArcMap. ...</b>	<b>140</b>
<b>Figura 83. Figura que muestra como ejecutar el Boton2 desde ArcMap. ...</b>	<b>141</b>
<b>Figura 84. Figura que muestra como ejecutar el Boton3 desde ArcMap. ...</b>	<b>141</b>

## LISTA DE TABLAS

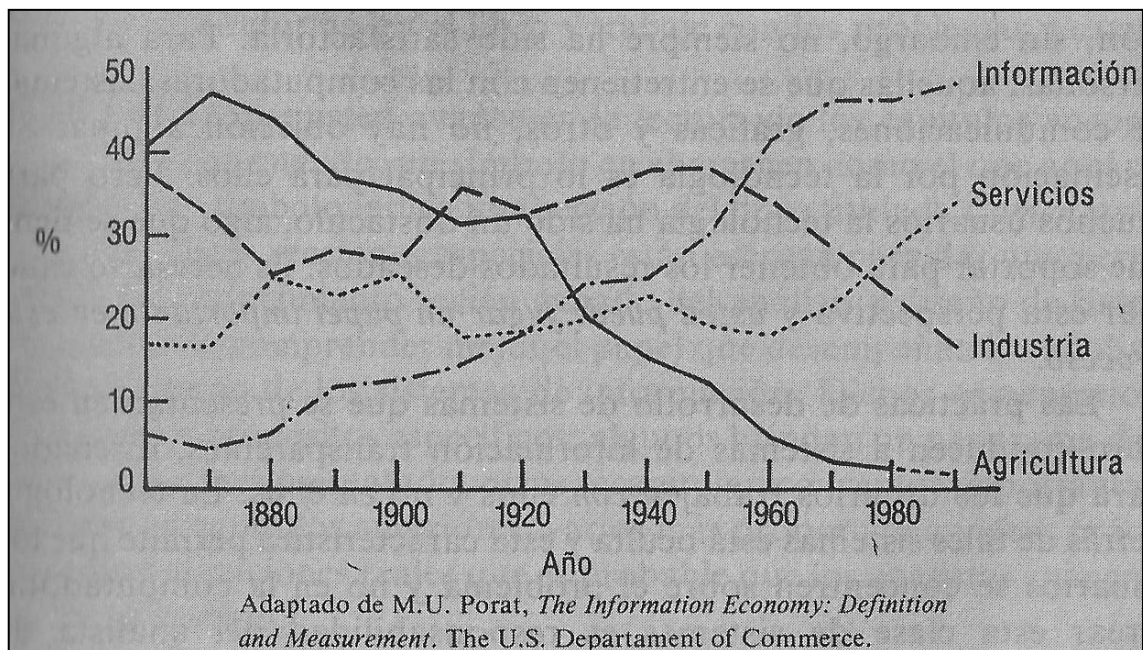
<b>Tabla 1. Comparativo de requisitos mínimos de operación.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 2. Documento de requerimientos generales del Sistema.....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 3. Tabla 4.2. Tabla de caso de uso llamando al 071.....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 4. Tabla de caso de uso atendiendo llamada. ....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 5. Tabla de caso de uso buscando datos básicos del servicio. ....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 6. Tabla de caso de uso generando mapa por fallas en el suministro.69</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 7. Tabla de caso de uso generando mapa de agencias más cercana. 70</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 8. Tabla de caso de uso generando mapa de ruta .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 9. Tabla de caso de uso turnando otras solicitudes.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 10. Tabla que nos indica los botones a diseñar para la interface gráfica con el usuario.....</b>	<b>107</b>
<b>Tabla 11. Muestra el código Python para el Boton1.....</b>	<b>116</b>
<b>Tabla 12. Muestra el código Python para el Boton2.....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla 13. Muestra el código Python para el Boton3.....</b>	<b>120</b>
<b>Tabla 14. Muestra el folio, las llaves de acceso a las demás tablas de la BD, la fecha, el tipo de emergencia, los tiempos de inicio y el fin del registro. 122</b>	<b>122</b>



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. PRESENTACIÓN

El constante crecimiento que ha tenido el avance tecnológico y el alto grado de dependencia de la sociedad en los Sistemas de Información ha hecho que el uso de estos Sistemas sean cada vez más necesarios y que se incremente la fuerza de trabajo orientada al sector productivo de la información, para que las empresas sean más eficientes y competentes, como se puede ver en la siguiente figura:



**Figura 1. Tendencias de la fuerza de trabajo laboral en estados unidos dedicada a los sectores productivos. Fuente: Senn (1992).**

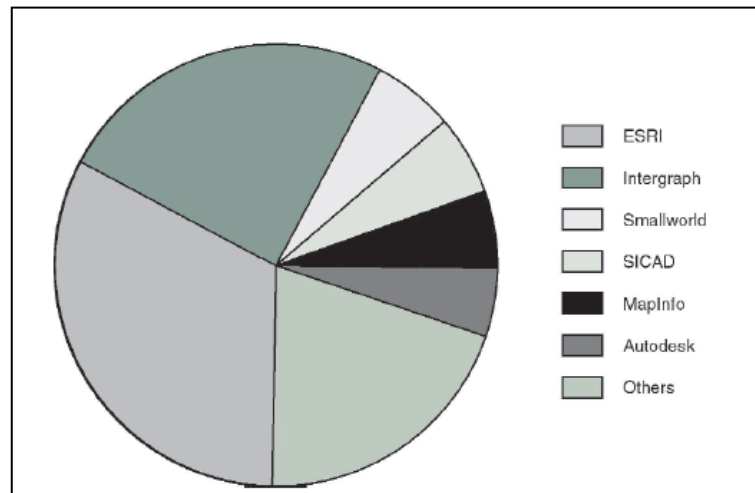
Pero ¿Que son los Sistemas?, la sociedad, y en general todo lo que nos rodea, incluidos nosotros mismos, estamos formados por Sistemas y estos a la vez de subsistemas. Un Sistema se entiende como un conjunto de componentes que

presentan relación entre ellos. Por ejemplo: hablamos del Sistema eléctrico de un vehículo a todas las partes que funcionan con electricidad y que presentan alguna relación entre ellas para que opere el conjunto; una empresa es también un Sistema que está formado por personal, esta tienen actividades que consumen recursos y generan un producto; nuestro Sistema respiratorio que incluye a los órganos por donde se inhala y exhala aire que lleva el oxígeno a otro Sistema, el circulatorio, así la lista continua interminablemente. Los Sistemas de información son aquellos Sistemas que procesan datos y entregan información entre sus componentes, así tenemos por ejemplo Sistemas de Información que satisfacen las necesidades de las empresas en el procesamiento de grandes volúmenes de transacciones y aquellos destinados a proporcionar información a los directivos para la toma de decisiones de forma recurrente o por evento (cf. Senn, 1992).

El elemento que diferencia a un Sistema de Información del de un Sistema de Información Geográfico, se obtiene de la ubicación espacial de los datos, como lo dice Star y Estes (1990) “ Un SIG o Sistema de Información Geográfico, es un Sistema de Información diseñado para trabajar con datos georeferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas”, es decir con información geográfica. Estas coordenadas espaciales tienen su origen en la tecnología de teledetección que usan los Sistemas satelitales para proveer de las coordenadas latitudinales y longitudinales y mediante una proyección se pueden ubicar en un mapa para ser usado y procesados por software e integrado en un SIG.

Dentro de las funcionalidades o herramientas que el mercado del software nos brinda para el manejo de SIG, encontramos herramientas útiles en la toma de decisiones como son las de análisis espacial: manejo de mapas, entrada de

coordinadas, generación de modelos o simulaciones, cálculos de distancias entre puntos o para ubicar que cosas están cerca de otras, cálculo de densidades entre grupos de puntos, búsquedas de mejores áreas de acuerdo a criterios fijados, identificación de la mejor ruta entre puntos, análisis de los costos de recorridos, análisis estadísticos de dispersión e interpolación, entre otros. También maneja herramientas para el análisis de redes como: Algoritmo para la obtención de la mejor ruta para ir de un punto a otro, los mejores puntos de atención que quedan a cierta distancia o tiempo de otro punto, las áreas de servicio o de coberturas a cierto punto, creación de matrices de costo entre puntos, entre otras de interés geográfico. Es por estas funcionalidades por lo que los SIG son ampliamente utilizados en diversos sectores; dentro del Gobierno, encontramos aplicaciones en catastro, planificación de viviendas y lotes; en las Organizaciones no gubernamentales, podemos generar información geográfica sobre problemas político-social; las compañías que proporcionan servicios como luz, agua, televisión y telefonía, reciben cientos de llamadas diarias sobre mantenimientos o reparaciones en puntos específicos de sus instalaciones; el área de transporte, presenta aplicaciones como la de la planificación de sus rutas, caminos y carreteras en buen estado; las áreas dedicadas a la preservación del medio ambiente, necesitan información sobre el impacto ambiental, sobre la ubicación de los recursos naturales y distribución de sus especies; la agricultura y silvicultura, requieren la ubicación de cultivos y árboles para conocer la producción por extensión territorial, ubicación de predios, rutas de transporte de productos ; entre otro gran número de aplicaciones exitosas en el ámbito de la vida social.



**Figura 2. Proporción de SIG exitosos en el mercado global por compañía, según Daratech. Fuente: Longley (2001).**

**ESRI** (Environmental Systems Research Institute, por sus siglas en inglés) es una empresa líder a nivel mundial en el campo de los SIG con sede en la Ciudad de California en Estados Unidos y su producto más conocido ArcGIS, que mediante su plataforma de programación en Lenguaje Python que está integrada dentro del paquete, permite consolidar dentro del SIG rutinas personalizadas.

La gran cantidad de aplicaciones que hoy en día presentan los SIG y que ayudan a dar soluciones en casi todos los aspectos del manejo de información dentro de las actividades humanas, lleva al autor a encuadrar la **problemática** que se presenta en la compañía que proporciona los servicios de energía eléctrica en México, la Comisión Federal de Electricidad (en adelante CFE por sus Siglas en español), en el área de atención de servicios a los clientes, que está relacionada con el tiempo de respuesta ante la falla del suministro de energía: el tiempo invertido en la búsqueda y localización del lugar donde se tiene contratado el servicio de energía, es lento y conforme crece la cantidad de usuarios, se hace

más complejo; al reportar una falla, al usuario, se le piden demasiados datos, primero para identificar el servicio y luego para referenciar el lugar del incidente; los mapas y las bases de datos no están integradas, por lo que su utilización es por separado. Todo esto ocasiona que el tiempo de respuesta se incremente. Así es como se acepta el desafío de desarrollar un SIG que satisfaga los siguientes objetivos, dé respuesta a las preguntas que enseguida se plantean, así como la aceptación o rechazo de la hipótesis a proponer.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar y diseñar un Sistema de Información Geográfica, para que permita a la CFE la reducción en el tiempo de atención en llamadas de auxilio por falla del suministro de energía, mejorando la rapidez en la identificación y localización del servicio de energía para canalizar las cuadrillas de emergencia hacia el lugar donde se reporta la falla.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaboración de un mapa georeferenciado con puntos espaciales que representen los servicios de energía en la zona considerada, así como la ubicación de la oficina o agencia más cercana para la atención a esos servicios.
- Integración del servicio de identificador de llamadas (en adelante Caller ID por sus siglas en inglés), que proporciona la compañía telefónica para su liga a un banco de datos espacial de los servicios de energía eléctrica.
- Implementación de rutinas de búsqueda y localización de servicios, en lenguaje de programación Python.
- Implementación de una estructura de Red para la localización y trazado de rutas hacia el lugar donde se reporta la falla en el suministro.

La definición de estos objetivos, nos lleva a identificar la siguiente **pregunta de investigación**:

¿Cómo la integración de: la tecnología de los GIS, los CallerID, las Bases de Datos y las rutinas en lenguaje Python pueden ayudar a reducir el tiempo de atención por fallas en el suministro de energía eléctrica?.

Y del planteamiento de la **Hipótesis** : ¿Mediante el SIG Integral desarrollado, se reducirá el tiempo de la identificación y localización del servicio que reporta una falla en el suministro de energía, comparado con el tiempo que actualmente se consume para estas actividades de manera aislada?

Por ser un proyecto del tipo de diseño de Sistemas, el **alcance** cubrirá las etapas indicadas en la metodología que más adelante se selecciona, estas incluyen: desde la Investigación preliminar, la determinación de los requerimientos, el diseño lógico y físico del Sistema, el desarrollo de Software, hasta las pruebas del mismo. Se deja para un futuro la etapa de implantación, no sin embargo se indican los aspectos principales que deberán de considerarse en esta.

Es importante comentar que se ha tomado como muestra cartográfica, un mapa de la cabecera municipal de San Juan de los Lagos, Jalisco, y se han inventado datos que no son reales para la prueba del Sistema.

Sería sustancial que este estudio se realizara ya que la reducción de los tiempos de respuesta ante la falla de cualquier servicio público, así como también el uso de tecnologías de punta, siempre son bienvenidos por la población y son factores que impactan en la sociedad, en la competitividad y en la imagen institucional de las empresas; aunque éste trabajo está orientado a atender un caso particular y de sector productivo en específico, la idea de integración tecnológica se puede extender a múltiples situaciones y sectores; a lo largo de este trabajo, se crea código para lograr la integración de las tecnologías utilizadas, que podrán servir de ejemplo a desarrolladores de código.

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1. LA GEOREFERENCIACIÓN

Si queremos ubicar espacialmente cualquier ente u objeto como un punto, una línea, un área o un cuerpo, tenemos que hacer referencia a la “Georeferenciación” que mediante la utilización de un Sistema de satélites que giran alrededor de la tierra denominado Sistema de posicionamiento global (en adelante GPS, por sus siglas en inglés) y de un receptor de GPS, podemos obtener las coordenadas geográficas del elemento a ubicar. Estas coordenadas son conocidas como Longitud, Latitud y Altitud. Para poder representar estas coordenadas en un mapa plano, es necesario que se conviertan a coordenadas planas X e Y que se conoce como “proyección cartográfica”.

Es importante destacar que todo tipo de proyección lleva una distorsión, deformación que se puede minimizar al utilizar las proyecciones más adecuadas a la región objeto de estudio. Para el caso de México , el organismo Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (en adelante INEGI por sus Siglas en español) determina el formato NAD27 que era un estándar en Norteamérica hasta 1994, después de esto se establece que a partir de este año todo punto deberá utilizar la proyección ITRF92 para cualquier punto dentro del país México.



## 2.2. LOS SISTEMAS DE GEOPOSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS) Y LA TOMA DE COORDENADAS.

Para poder ubicar la posición de cualquier objeto, hacemos uso del Sistema de satélites que circundan al globo terráqueo, conocido como GPS, éste Sistema formado por 24 satélites que giran alrededor de la tierra emite señales de radio que son recibidas en la superficie terrestre mediante un receptor de GPS.



**Figura 3. La tecnología GPS se basa en un grupo de 24 satélites que emiten señales a la tierra. Fuente: Letham (2001).**

La precisión con que estos receptores del tipo civil definen la posición de un objeto, oscila alrededor de los 15 metros, esta desviación es debida en gran parte a la ubicación de los satélites al momento tomar la medición y a las condiciones atmosféricas que influyen en la señal de radio.



**Figura 4. Algunos receptores portátiles. Fuente: Letham(2001).**

Este receptor recibe las señales de radio y mediante cálculos matemáticos nos proporciona las coordenadas que nos dan la ubicación de un objeto. Para poder visualizar estos datos recabados del receptor en un mapa, es necesario que se proyecten en el Sistema más adecuado a la región, objeto de estudio, ya que de lo contrario se tendrán distorsiones e imprecisiones en el mapa.

### **2.3. LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICA (SIG).**

Los Sistemas de Información Geográfica o SIG los definió Star y Estes (1990) como “Sistema de Información diseñado para trabajar con datos georeferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas. En otras palabras, un SIG es a la vez una base de datos con funcionalidades específicas para datos referenciados espacialmente y un conjunto de operaciones para trabajar con los datos”.

Otra definición más reciente es la que nos describe a continuación ESRI (2010), “Un Sistema de información geográfica es un Sistema para la gestión, análisis y visualización de conocimiento geográfico que se estructura en diferentes conjuntos de información”.

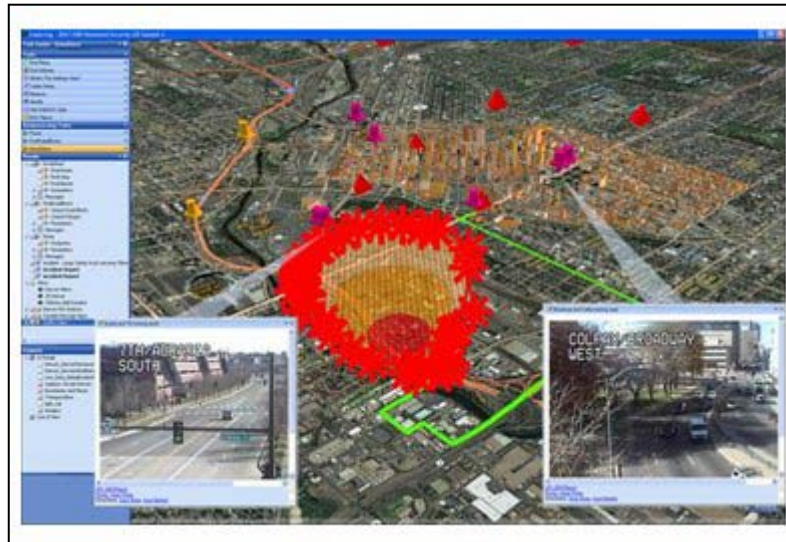


Figura 5. Visualización de un SIG. Fuente: ESRI(2012).

Tenemos así, que es necesario distinguir, lo que son:

**Mapas interactivos.** Proporcionan una visión interactiva de la información geográfica que permite dar respuesta a cuestiones concretas, y presentar un resultado de dichas respuestas. Los mapas proporcionan al usuario las herramientas necesarias para interactuar con la información geográfica.

**Datos Geográficos.** En la base de datos se incluye información vectorial y raster, modelos digitales del terreno, redes lineales, información procedente de estudios topográficos, topologías y atributos.

**Modelos de Geoprocesamiento.** Son flujos de procesos que permiten automatizar tareas que se repiten con frecuencia, pudiendo enlazar unos modelos con otros.

**Modelos de datos.** La información geográfica en la Geodatabase es algo más que un conjunto de tablas almacenadas en un Sistema Gestor de Base de Datos. Incorpora, al igual que otros Sistemas de información, reglas de comportamiento e integridad de la información. Tanto el esquema como el comportamiento y las reglas de integridad de la información geográfica juegan un papel fundamental en un Sistema de Información Geográfica.

**Metadatos.** Son los datos que describen la información geográfica, facilitando información como: propietario, formato, Sistema de coordenadas, extensión, de la información geográfica.

Términos cuya combinación se van integrando en forma de capas o "layers", en una misma porción de territorio con un punto que tiene las mismas coordenadas en todos los mapas, esta definición se esquematiza en la Siguiete figura:

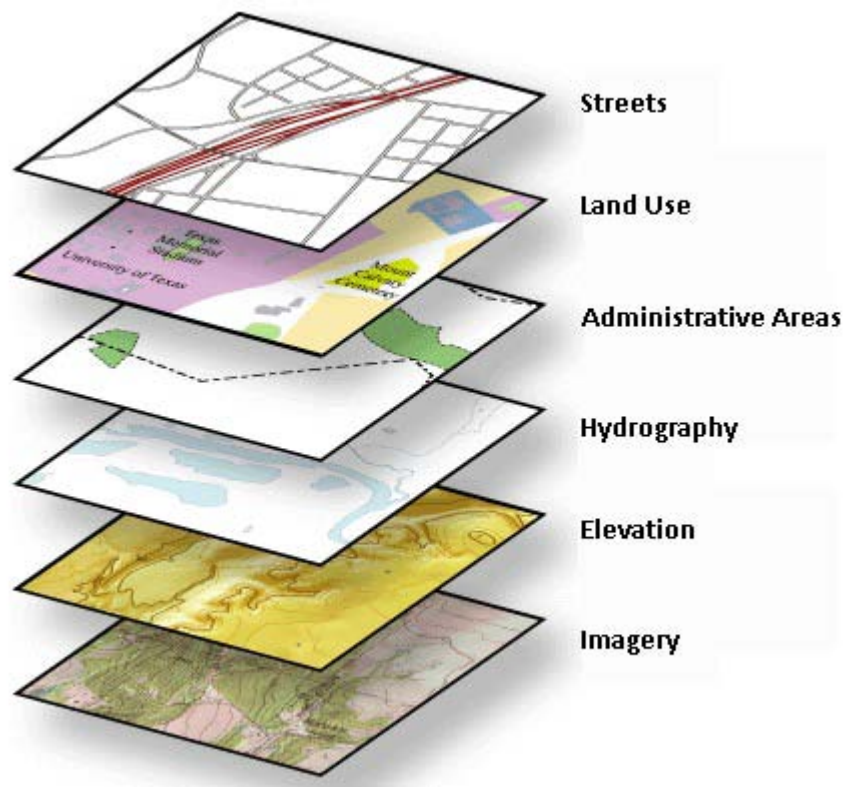


Figura 6. El concepto de capas. Fuente: ESRI(2013).

## 2.4. INFORMACIÓN ESPACIAL

### 2.4.1. BASES DE DATOS ESPACIALES.

A diferencia de la información que almacena una base de datos o banco de datos tradicional, como son las características o atributos que definen a las entidades u objetos y su relación entre ellos; las bases de datos espaciales además de estos atributos, almacenan también las características geométricas o topológicas.

Los autores Taboada J. y Cotos J. (2005) indican que la información de una base de datos espaciales contiene:

-Posición geográfica (¿dónde está?).

-Atributos (¿qué es?, ¿cómo es?): son datos no espaciales que reflejan las características del evento u objeto en cuestión, por lo que pueden ser almacenados en una base de datos tradicional (no espacial).

-Topología (¿con quién y cómo se relaciona?): define las relaciones espaciales entre entidades geográficas como, por ejemplo, la recta 1 intersecta a la recta 2 o el punto A se encuentra en el interior del polígono P. Pueden ser definidas explícitamente o calculadas a necesidad.

-Tiempo (¿cuándo es?, ¿hasta cuándo?): será registrado en toda representación dinámica de elementos como puede ser uso de suelo, cobertura vegetal, red viaria, divisiones administrativas, entre otros.

Esta información espacial puede ser almacenada y clasificada en dos formas:

Vectorial: en esta forma de almacenamiento geográfico, los elementos se almacenan en forma de coordenadas y son a través de puntos, líneas, polígonos y sus relaciones topológicas que pueden ser gestionados por un Sistema de gestión de base de datos como ArcMap de ESRI.

Ó Raster: cada superficie a representar es manejada como una malla de filas y columnas de cuya intersección se denomina "pixel", donde cada pixel guarda las coordenadas de localización y el valor o atributo. La gestión de esta información es a través de software como ERDAS, ArcInfoGRID, entre otros.

Para el caso particular de datos tridimensionales, tenemos los Triangulated Irregular Network (TIN por sus siglas en inglés); en este modelo de red de triángulos irregulares, los datos geográficos tridimensionales X, Y, Z, pueden representarse por una variación alta de superficie y viceversa.

Es mediante la herramienta tecnológica de ArcMap de la empresa ESRI, la utilizada para el manejo de Geodatabases, donde se puede gestionar información tanto del tipo vectorial como del tipo raster y de tablas de información.

#### **2.4.2. FORMATO DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS.**

ESRI, utiliza tres formados de datos geográficos en su modelo vectorial:

El primer formato creado fue el de coberturas, este formato desarrollado básicamente para los geoprosesos basados en las relaciones topológicas de los elementos gráficos.

En este formato, existen tres tipos de relaciones topológicas: la *conectividad* definida por nodos y arcos, que nos permite identificar la ruta hacia el aeropuerto, conectar arroyos a ríos o seguir la ruta desde una planta de tratamiento hasta una vivienda; la *definición de área* para el manejo de superficies como parcelas, lagos y distritos censales; la *adyacencia* que son aquellas que comparten un límite, los polígonos son contiguos entre sí, tienen un arco en común, los arcos tienen una dirección, un lado derecho y un lado izquierdo (...) (cf. ArcGIS, 1995-2011).

En la Siguiete figura se esquematizan las relaciones topológicas de las coberturas.

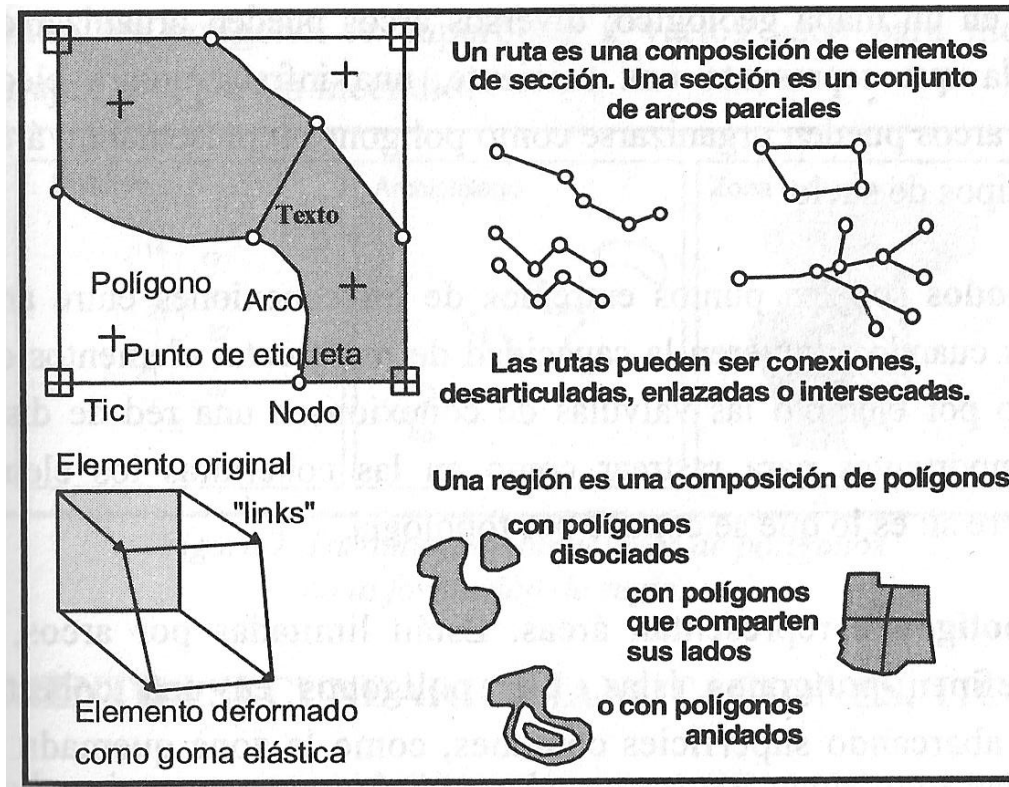


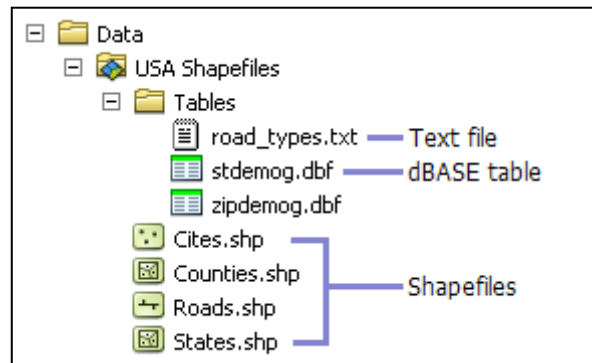
Figura 7. Elementos de una cobertura. Fuente: Zeiler (1999).

El archivo de cobertura está formado por varios archivos del tipo binario que almacenan información de las diferentes clases de entidades y de las tablas de atributos de éstas, el acceso del usuario es solo hacia las tablas ya que los demás archivos solo son administrados por el propio ArcGIS.

El segundo y más reciente que el primero, el shapefile quien a diferencia del de coberturas, no almacena las topologías, lo que lo hace más sencillo y simple, ya que solo contiene la localización geométrica y sus atributos asociados mediante archivos del tipo dBASE que pueden ser asociados. La composición principal de



un shapefile está constituida de un archivo \*.shp que contiene las características geométricas de los objetos, un \*.shx que contiene el índice de los datos espaciales, un archivo \*.dbf que contiene la base de datos de los atributos. La siguiente figura nos muestra como aparece un shapefile dentro del menú del ArcCatalog de ArcGIS.



**Figura 8. Muestra un shapefile en el arccatalog del ArcGIS.**

El desarrollo del Internet, los avances en la administración de grandes bancos de datos y del manejo de objetos, así como la necesidad de compartir la información dio paso a que la compañía ESRI creara el tercer y más reciente formato denominado geodatabase

La geodatabase es la estructura de datos que almacena tanto la información geográfica como los atributos y sus relaciones topológicas en forma de objetos en un solo repositorio como se puede ver en la siguiente figura:

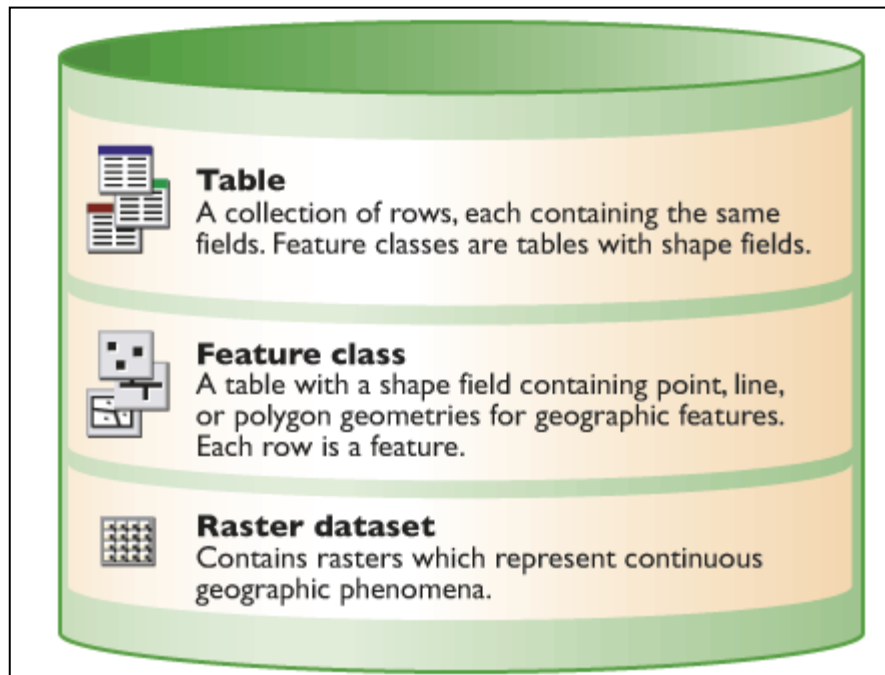


Figura 9. Repositorio de una geodatabase. Fuente: ESRI GEODATABASE (2013).

El manejo de esta estructura de datos puede ser: del tipo personal (\*.mdb) , que está en formato de Access, administrada por ArcGIS o de manera multiusuario; con el software ArcSDE (Spatial Database Engine por sus Siglas en inglés) para proyectos más grandes y administrada por DBMS como Oracle, MS SQL, Informix o DB2. El primer paso en la operación de una geodatabase es generar los conjuntos de datos o "dataset" de las diferentes clases de entidades, los del tipo raster y las tablas, con posterioridad se deberán definir las capacidades topológicas modelando el comportamiento del SIG y sus relaciones espaciales. Este formato tiende a desplazar a los otros dos citados con anterioridad.

## **2.5. ALGORITMOS Y PSEUDO CÓDIGO**

### **2.5.1. DEFINICIÓN**

Según Rodríguez J. ( 2003), tenemos que un algoritmo lo define como “Conjunto de instrucciones que especifican la secuencia ordenada de operaciones a realizar para resolver un problema. En otras palabras un algoritmo es un método o fórmula para la resolución de un problema. Un algoritmo es independiente del lenguaje de programación en que se exprese como del ordenador donde se ejecute”.

Es mediante estos métodos como podemos resolver muchos de los problemas que se presentan, y en el caso que nos ocupa del tipo geográfico.

Una de las técnicas gráficas de la representación de los algoritmos es mediante los diagramas de flujo o de Nassi-Schneiderman, donde se utilizan símbolos que representan las operaciones y su secuencia, al resolver un problema. Estos símbolos según la International Organization for Standardization (ISO por sus Siglas en inglés) y la American National Standards Institute (ANSI por sus Siglas en inglés) se muestran en la Siguiete figura:

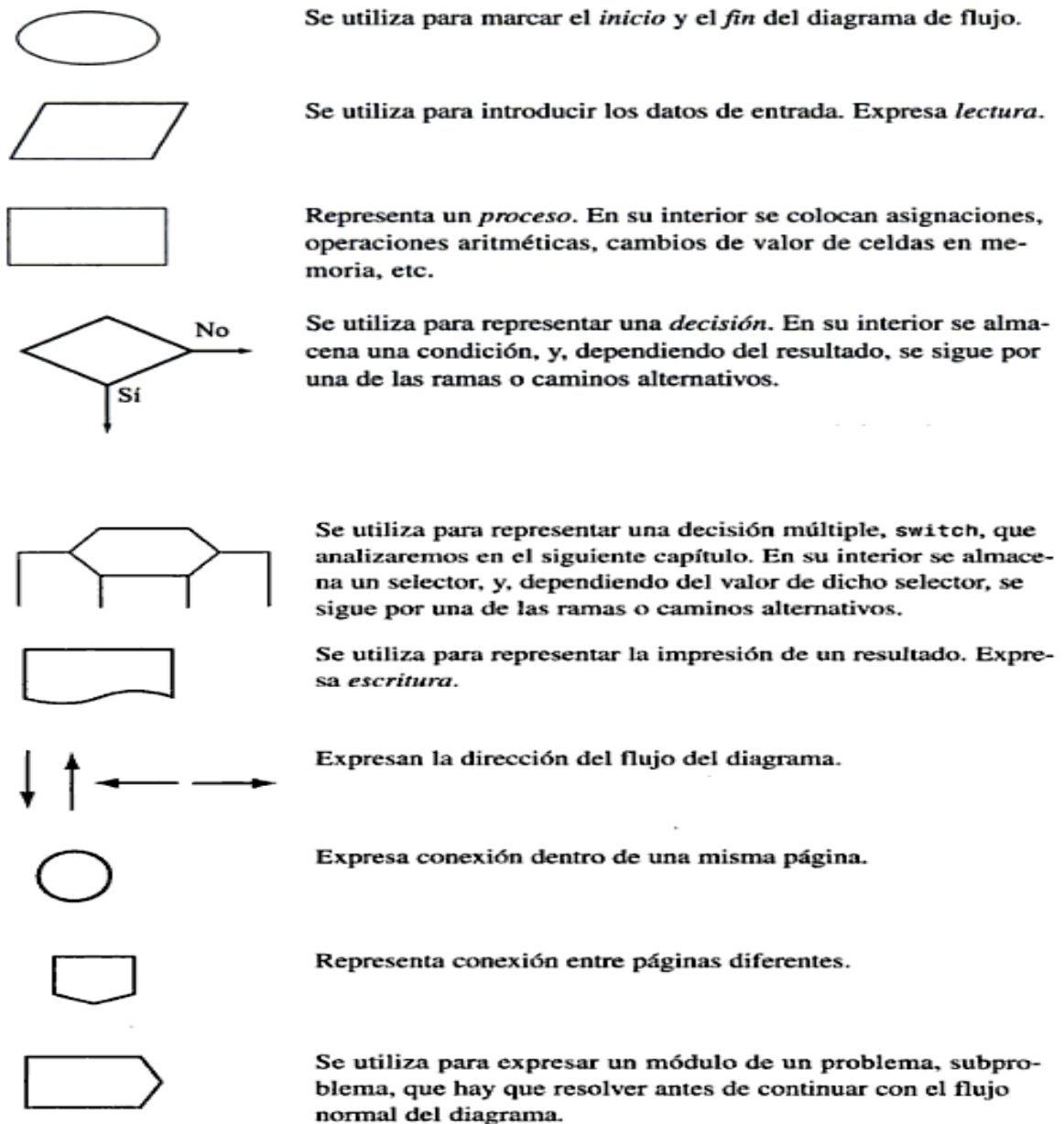


Figura 10. Símbolos utilizados en los diagramas de flujo. Fuente: Cairo (2006).

Otra forma de representar al Algoritmo, es, mediante la escritura de Pseudo código, o también conocido como falso-lenguaje, ya que es un lenguaje intermedio entre el lenguaje humano y el lenguaje de programación, que utiliza las estructuras generales de los lenguajes de programación pero diseñado para la lectura humana, así tenemos por ejemplo:

```

Imprimir los encabezados de informe
Leer el primer registro de producto
EXISTAN MÁS REGISTROS DOWHILE
  IF cantidad recibida ≤ 0
    THEN sea el inventario disponible = inventario inicial + recepciones
  ELSE sea el inventario disponible = inventario inicial
  ENDIF
  IF cantidad vendida ≥ 0
    THEN sea inventario final = inventario disponible — ventas
  ELSE sea inventario final = inventario disponible
  ENDIF
  Imprimir la línea de informes
  Leer el siguiente registro
ENDDO (fin de los registros válidos)
Fin

```

**Figura 11. Ejemplo de estructuras utilizadas en un Pseudo código. Fuente: Sanders (1985).**

Existen en la actualidad herramientas automatizadas denominadas herramientas Computer Aided Software Engineering (CASE por sus Siglas en inglés) que son herramientas de software que nos facilitan el trabajo en cada una de las etapas del desarrollo del software.

#### **2.5.1.1. BUSQUEDAS ESPACIALES.**

Para la localización de objetos dentro de las diferentes capas de nuestros mapas en ArcGIS, podemos hacerlo mediante búsquedas específicas y en función de las relaciones espaciales de inclusión, intersección y de proximidades de distancias.

Las búsquedas específicas nos permiten localizar directamente uno o varios elementos gráficos; mediante la identificación directa (herramienta Identify),

mediante la localización de un elemento en particular (herramienta Find) y con la elaboración de consultas en el Lenguaje Estructurado para Consultas (SQL por sus siglas en Inglés).

Tenemos también las búsquedas por inclusión, o sea aquellas que nos permiten encontrar aquellos elementos que se encuentran dentro de otro, por ejemplo los puntos que encuentran dentro de un polígono o la cantidad de tiendas que están dentro de un municipio, entre otras.

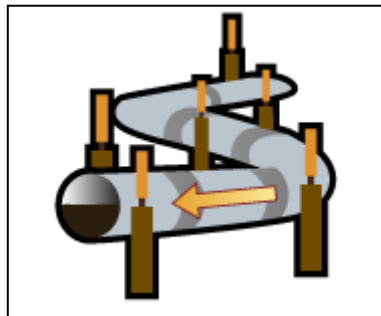
El concepto de intersección se refiere a que podemos identificar aquellos elementos que son intersecados o sobrepuestos por otros, ejemplo tenemos una línea que traza una carretera para saber que poblados o que parcelas toca o atraviesa.

En las búsquedas por proximidad tenemos aquellas que tienen que ver con los elementos que se encuentran a cierta distancia de otros y también aquellos que presentan adyacencia unos de otros, ejemplo de este concepto lo tenemos cuando se quiere saber la cuales terrenos están contiguos o colindan con otro.

#### **2.5.1.2. ANALISIS DE REDES**

Una red se define según ArcGIS (1995-2011) como “Un Sistema de elementos interconectados, con bordes (líneas) y cruces de conexión (puntos), que representa las posibles rutas desde una ubicación a otra”.

Por ejemplo podemos tener un tendido de líneas de alta tensión que van de una subestación a algún poblado donde la energía fluye en un solo sentido, o una red de tuberías de agua donde también fluye en una sola dirección, otro ejemplo es el envío del petróleo a través de tubería donde la dirección también es única, a este tipo de red se le conoce como del tipo *geométrico*:



**Figura 12.** Las redes de río y de servicios, se modelan mejor en ArcGIS utilizando redes geométricas. Fuente: ArcGIS(1995-2011).

Por otro lado tenemos las redes de *transporte* o también conocidas como *dataset de red* en la que el elemento de red puede decidir el sentido y el destino de su ruta, así por ejemplo tenemos una red de transporte de camiones que circulan por la red de carreteras para entregar sus mercancías, o la red de emergencia de ambulancias que se reparten el territorio de atención de acuerdo a las rutas más óptimas en tiempos de acceso al lugar del evento:



**Figura 13.** Las redes de transporte como, por ejemplo, las carreteras, se modelan mejor en ArcGIS mediante datasets de red. Fuente: ArcGIS (1995-2011).

Para este trabajo, se utilizarán las redes de transporte como base para lograr la atención y canalización de los servicios de emergencia y hacerlos llegar en tiempos óptimos al lugar del evento.

A continuación describiremos algunas de las funciones más comúnmente usadas del análisis de redes dentro de ArcGIS.

### 2.5.1.2.1. ANÁLISIS DE RUTA

Esta función nos permite el trazado de la ruta más óptima que se sigue de un punto A hacia un punto B dentro de un mapa. Se tiene que determinar los impedimentos, para cualificar los costos de este recorrido, estos impedimentos normalmente son la distancia, el tiempo y el costo.

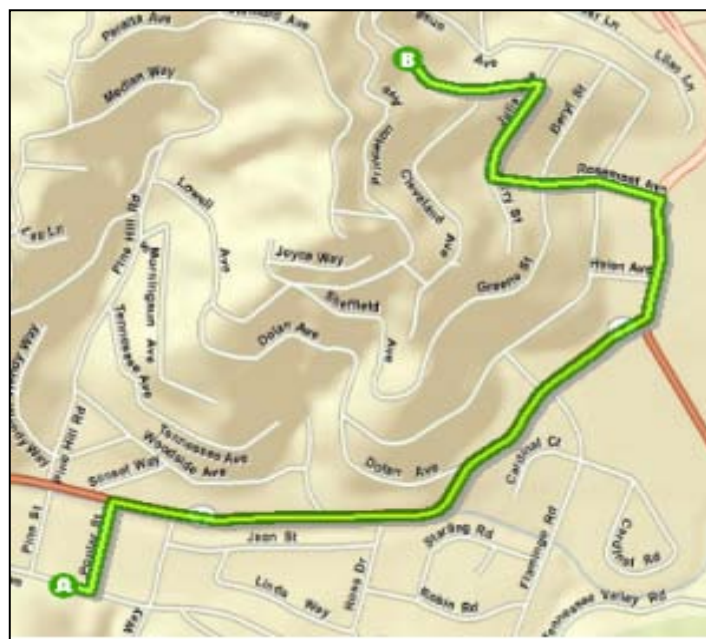


Figura 14. ¿Cuál es la manera más rápida de ir desde el punto a al punto b?.  
Fuente: ArcGIS (1995-2011).



En este nivel de análisis podremos determinar cuál es la ruta más corta para ir de una agencia de servicios al lugar de contingencia por falla del suministro eléctrico, considerando el atributo de distancia o longitud de los arcos de nuestro archivo de vialidades.

#### 2.5.1.2.2. ÁREAS DE SERVICIO

La herramienta para el análisis de redes de ArcGIS, nos permite la selección de todos los elementos o variables que se encuentren dentro de la red de acuerdo al impedimento que se seleccione como tiempo o distancia. Por ejemplo, un análisis de este tipo permite la ubicación de todas las calles que se encuentren a dentro de un rango de tiempo, así también podemos obtener superficies, cantidad de población, número de postes, transformadores, agencias, servicios de energía y cualquier variable que se encuentre dentro de los rangos establecidos de tiempo y de distancias.

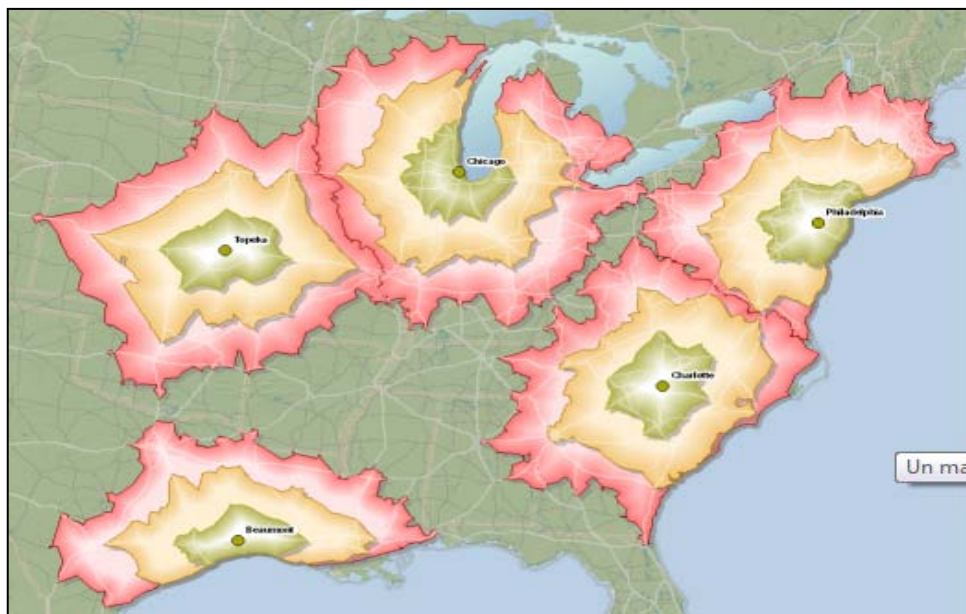


Figura 15. ¿Qué áreas de mercado cubre un negocio?. Fuente: ArcGIS (1995-2011).

Con esta herramienta se puede planear la carga o distribución de de servicios de energía que atiende cada oficina de servicios o agencia comercial para ver la cobertura y distribución de estos, siendo ésta información vital para la generación de estrategias de planeación.

### 2.5.1.2.3. INSTALACIÓN MÁS CERCANA

También conocida como “closest facility”, es la herramienta de análisis que permite obtener la entidad más cercana. Por ejemplo, si existe una llamada de auxilio permite identificar la oficina de atención próxima al lugar de la llamada, así se puede canalizar la unidad de atención de emergencias.

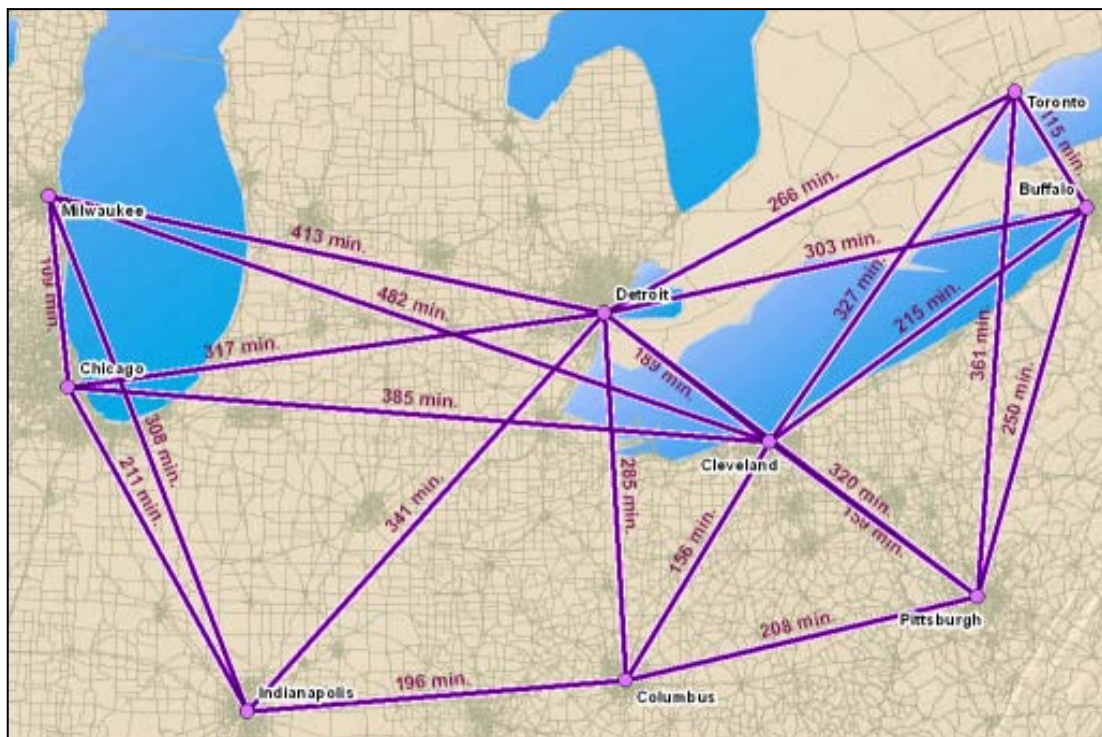


Figura 16. ¿Qué ambulancias o coches patrulla pueden atender más rápidamente un incidente?. Fuente: ArcGIS (1995-2011).

El análisis que arroja esta herramienta, nos permitirá determinar y responder a la pregunta ¿qué agencia queda más cerca para atender un llamado por falla del servicio de energía?

#### 2.5.1.2.4. MATRIZ DE COSTO

Otra de las características de ArcGIS es la de poder determinar la matriz de costo Origen- Destino (Matriz OD, por sus Siglas en español), esta matriz nos permite conocer las rutas de menor costo entre varios orígenes y destinos.



**Figura 17.** El análisis de la matriz de coste OD, calcula las rutas de acceso a la red de menor coste desde orígenes a destinos. Genera entidades de línea que vinculan orígenes con destinos. Cada entidad de línea almacena el coste de red total del viaje como un valor de atributo. Los analistas suelen tomar la tabla de atributos y utilizarla como entrega para aplicaciones de programación lineal. Fuente: ArcGIS (1995-2011).

Mediante éste análisis, se pueden planear rutas de atención para el caso de múltiples fallas en diferentes ubicaciones y así poder reducir los costos, mejorando las rutas de atención de emergencias.

## 2.6. LA INTERFAZ TELEFONICA – EL CALLER ID

En México, la compañía telefónica líder es Teléfonos de México (TELMEX por sus Siglas en español), esta, proporciona el servicio de identificador de llamadas también conocido como servicio Caller ID, este entre otras cosas es un servicio que muestra el número telefónico desde donde nos están llamando, antes de que descolguemos el teléfono, también muestra la fecha y la hora entre el primer y segundo ring.

Si se integra esta tecnología dentro de la programación de Python, y se logra insertarla dentro del ArcMap, se puede utilizar el número telefónico para la localización inmediata en el mapa de búsqueda y localización de servicios de energía, desde el momento en que entra la llamada de manera automática.



**Figura 18. Imagen de un identificador de llamadas, Caller ID. Obtenida el 06 de Mayo del 2013, de <https://www.tienda.telmx.com/shell/af/core/search/search.do;jsessionid=633A61D19FF3FFC0A02655F9B442C78A.node9>**

Para lograr la integración, es necesario que el equipo de cómputo cuente con un MODEM (Modulador Demodulador de señal, por sus Siglas en español) con la característica de soportar el CALLER ID, para que éste pueda identificar la señal de donde proviene el número telefónico, además de que se requiere del software que para la gestión del acceso.



**Figura 19. Imagen de un MODEM, Obtenida el 06 de Mayo del 2013, de <http://www.motorola.com/Support/US-EN/Consumer-Support/DSL-Modems-and-Gateways>**

Programas nativos del Sistema operativo como el Hyperterminal de Windows permiten leer los puertos de comunicaciones del equipo y ver lo que pasa a través de ellos, otras herramientas y comandos como el MSCOMM de Visual Basic, comandos de la utilería Pyserial de Python, entre otros, también puede descifrar los contenidos de los paquetes que viajan a través de estos puertos.

## 2.7. EL MODELADOR MODEL BUILDER Y EL GEOPROCESADOR (GP).

Existe dentro del ArcGIS dos maneras de utilizar las herramientas del geoprocesamiento, una herramienta para el modelado de procesos mediante la graficación de flujos de trabajo, ésta se llama Model Builder, entre sus características principales están: que es visual, permite crear sus propias herramientas y también, nos permite la integración con otras aplicaciones.

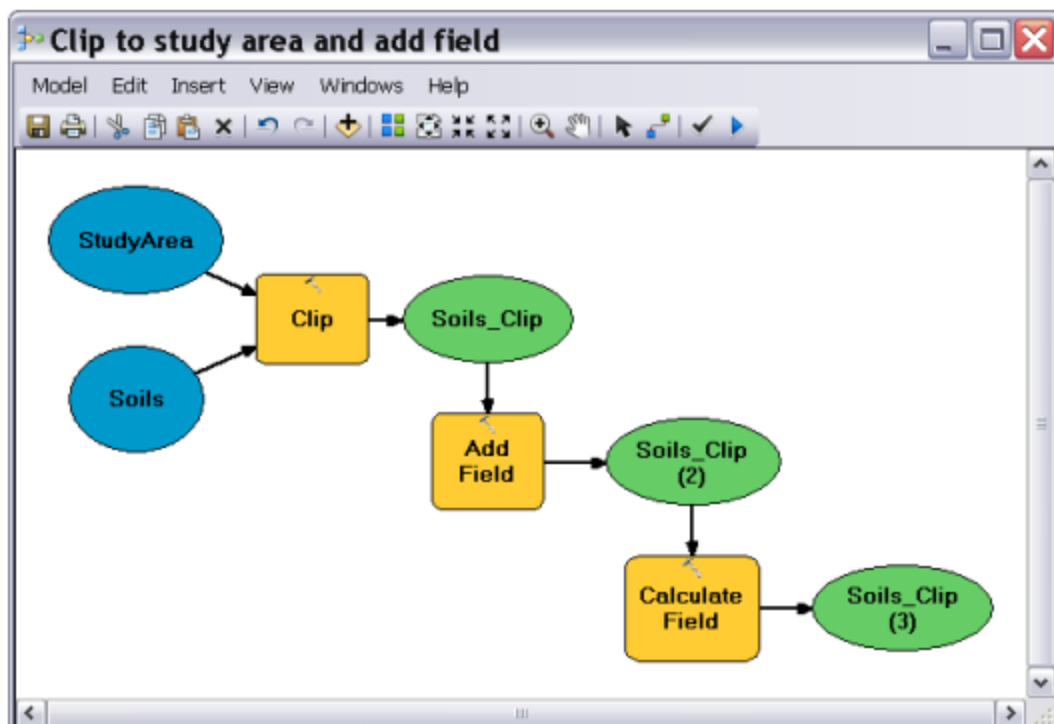
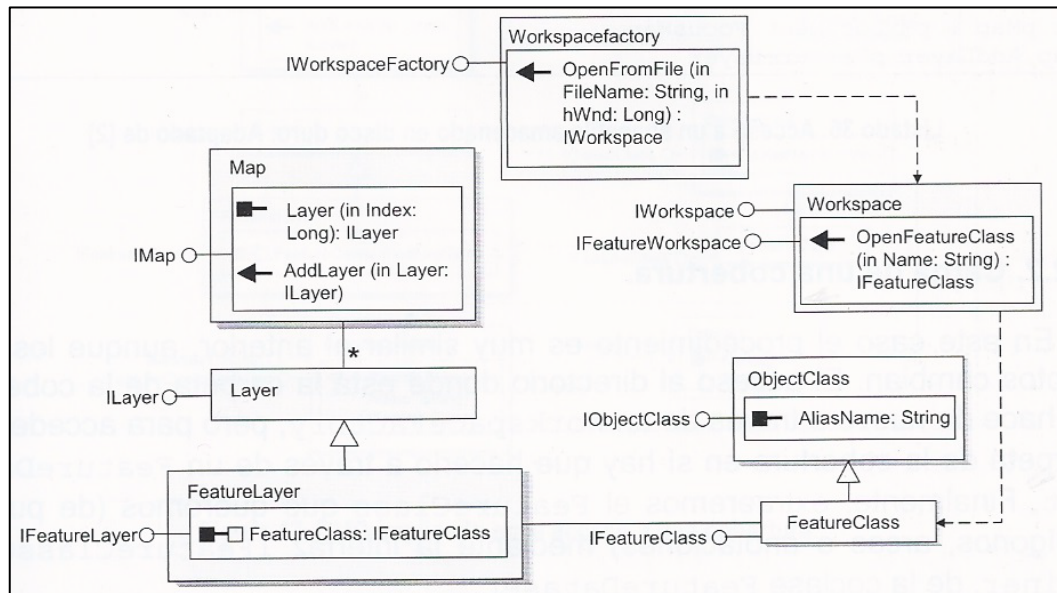


Figura 20. Ejemplo gráfico de una aplicación simple. Fuente: ArcGIS (1995-2011).

Otra manera es a través del uso de la programación, mediante el acceso a los objetos de una extensa biblioteca que incluye ArcGIS en su kit para el desarrollo de software, conocidos como ArcObjects; estos son pensados para utilizarse con un lenguaje de programación, con el que se pueden crear aplicaciones donde se

usen las diferentes herramientas de geoprocésamiento con que cuenta el ArcGIS.



**Figura 21. Modelo geoprocesador, acceso a un Shapefile. Fuente: Palomar (2010).**

### 3. MATERIALES

#### 3.1. HARDWARE

##### 3.1.1. EQUIPO DE CÓMPUTO Y COMUNICACIONES

###### 3.1.1.1. COMPUTADOR

Los requerimientos de equipo de cómputo, necesarios para el desarrollo del presente trabajo, son los siguientes:

<b>Requisitos para el manejo de mapas vectoriales de localidades urbanas y capa con números exteriores</b>	<b>Requisitos ArcGIS</b>	<b>Características equipo de desarrollo</b>
Procesador Intel Pentium Dual Core, Intel Celeron o Intel Dual Core 2, a una velocidad de proceso mínima de 1.9 GHz o en su defecto SEMPRON de AMD.	Intel Core Duo, Pentium 4 or Xeon Processors 1.6 GHz	AMD Sempron 2.30 GHz
Memoria RAM mínima de 512 Mb, óptima de 1 Gb o superior.	1 Gb mínimo, recomienda 2 ó	2 GB



	más	
Disco duro de 80 Gb o superior.	3.2 Gb mínimo	300 Gb
	Tarjeta de video OpenGL 1.3 o superior, 64 Mb de video recomendado	AMD M880G 1023 Mb en gráficos
	Windows XP 32 bit SP3 o superior, XP 64 bits, Vista, 7	Windows 7

**Tabla 1. Comparativo de requisitos mínimos de operación.**

### 3.1.2. GPS

Para la toma de las coordenadas, la CFE cuenta con equipo como el DATA COLLECTOR OPL 9713 mostrado en la siguiente figura:



**Figura 22. Colector de datos con código de barras, obtenida el 06 de Mayo del 2013, de**

<http://old.opticon.com/manuals.aspx?virtualPath=%2fopticon-manuals-download--01000000000019.aspx&languageId=01&masterObjectId=00000&productCategoryMasterObjectId=0000&showall=0>

Con las siguientes características:

OS: Opticon

Procesador: 16-bits

Programación: Ansi C

Memoria ROM: n/a Teclas totales: 1 Memoria Flash ROM: 512KB Teclas programables: 1 Memoria Fast RAM: n/a Tipo de lectura: Láser 100/s

Memoria Ram: 512KB

Alimentación: Batt. Li-Ion

Descarga Datos: -IrDA

ROHS: SI

## **3.2. SOFTWARE**

### **3.2.1. DE OPERACIÓN**

Para la operación del Sistema existe el software ArcGIS, de la empresa líder para SIG's, **ESRI**. ArcGIS nace en el 2001, es escalable y adaptable a las necesidades del usuario, se utiliza para: la creación, gestión, análisis y difusión de datos geográficos, tanto de manera local como para entornos distribuidos de red; además de que proporciona un entorno de desarrollo para la creación de nuevas

rutinas de análisis. En esta tesis se utilizó la versión de prueba 10.1, versión más actual a la fecha de elaboración.

### **3.2.2. DE DESARROLLO**

Se empleo un entorno de desarrollo Python, ambiente integrado al ArcGIS que permite generar código, para manejar dentro de sí mismo los objetos del análisis espacial y rutinas especiales, para la automatización de tareas de análisis espacial ya incluidas; así como la creación de nuevas funcionalidades dentro de ArcGIS.

En conjunto con herramientas CASE , que se usaron para la elaboración de diagramas, como lo es el programa Visio de Microsoft que como lo indican los autores Rob P. y Coronel C. (2004) Ayudan a producir mejores Sistemas en un lapso razonable y a un costo accesible, a la vez que las aplicaciones producidas por estas herramientas son más estructuradas, mejor documentadas y especialmente estandarizadas, tienden a prolongar la vida operativa de los Sistemas al hacerlos más fáciles de operar y de mantener.

Otra herramienta utilizada para modelado del Sistema, es el Lenguaje Unificado de Modelado (UML por sus siglas en inglés) que como indica el autor Debrauwer (2009) es un lenguaje gráfico para el modelado de Sistemas y de procesos orientado a objetos, permitiéndonos visualizar, especificar, construir y documentar

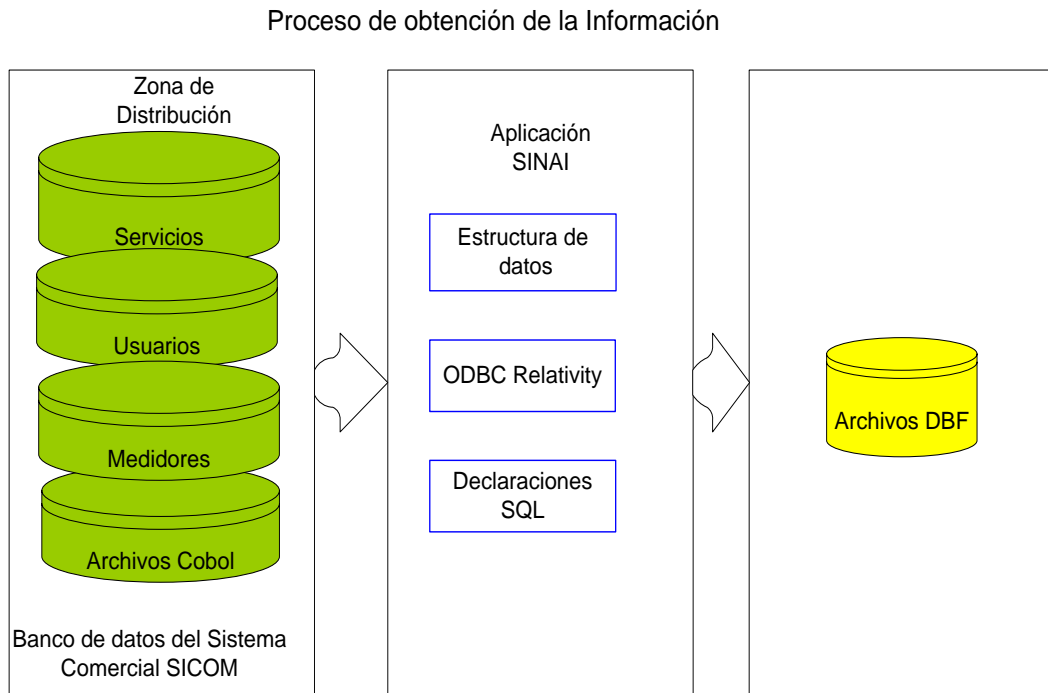
el Sistema. Este lenguaje es adaptable a la metodología que se decida utilizar. Contiene varios diagramas que acompañan las etapas del desarrollo del software.

### **3.3. DATOS**

Para el desarrollo del presente trabajo se dispuso de la Siguiete información:

- a) Las posiciones geográficas de los servicios de energía eléctrica, así como también las localizaciones de las agencias encargadas de administrar este servicio. Puntos digitalizados con las herramientas del ArcGIS, a efecto de mostrar su funcionalidad.
- b) Un mapa de ruta de la población objeto de estudio, con calles y sentidos; entre sus características tiene las distancias de los tramos de calles para poder hacer el cálculo del recorrido.
- c) Los datos o atributos, de las entidades que se relacionan para formar el banco de datos, con información de los servicios de energía y de las agencias comerciales encargadas de su gestión. Se crearon datos ficticios, a efecto de probar el sistema desarrollado. Para obtener la información real, se deberá explotar la información contenida en un banco de datos de la CFE, que contiene la información en archivos indexados de RM COBOL en plataforma UNIX; dicho Sistema (Llamado SICOM ó Sistema Comercial) alberga entre otros los datos requeridos de ubicación del servicio, de su

facturación y su historial, de las características del servicio, del equipo de medición, de las lecturas y de sus adeudos, entre otros.



**Figura 23. El proceso de obtención de la información necesaria para el Sistema.**  
**Fuente: CFE.**

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. DESCRIPCIÓN

Según Senn (1992), existen tres tipos de enfoques para desarrollar un Sistema de Información, estos son:

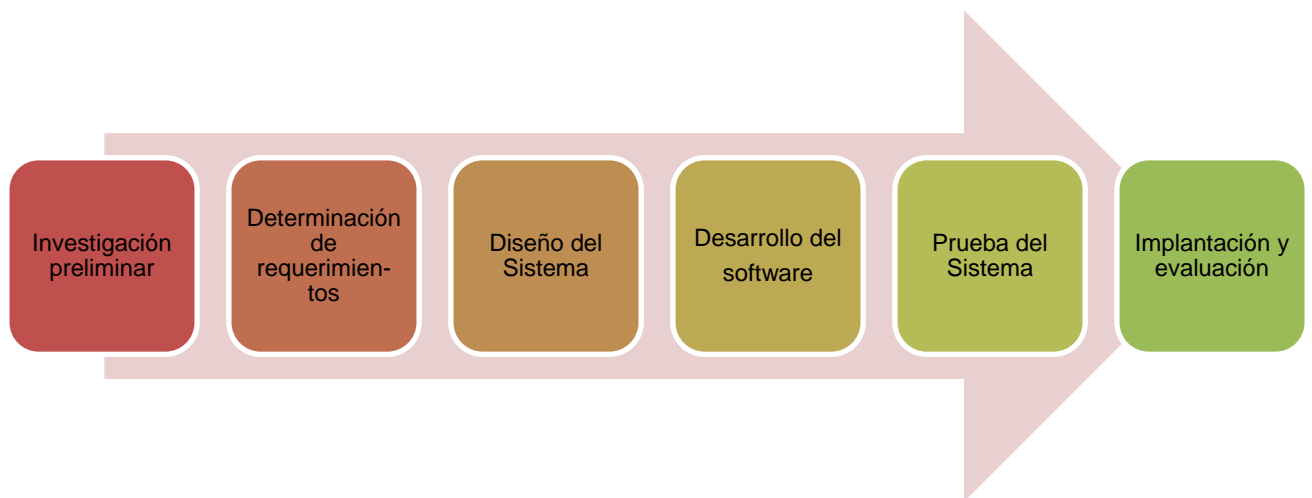
El método del ciclo de vida para desarrollo de Sistemas (SDLC por sus Siglas en inglés), que se utiliza cuando existen requerimientos del Sistema de alguna manera predecibles, cuando los datos ya existen o se encuentran en archivos y/o bancos de datos, existen grandes volúmenes de información y de transacciones.

El método de desarrollo mediante un análisis estructurado. Éste se enfoca a los conceptos lógicos y no a los físicos, busca lo que el Sistema realizará sin importar la forma en que se consiga.

El tercer método, es el del desarrollo de Prototipos de Sistemas, en el que su enfoque radica en el desarrollo del Sistema con continuos cambios evolutivos, teniendo al usuario en completa participación para probar la factibilidad del Sistema y evaluar el diseño mismo.

Aunque no existe un método ideal para el desarrollo de Sistemas, sino que en ocasiones se hace una mezcla de los tres métodos mencionados, elegido es el del Ciclo de Vida para Desarrollo de Sistemas (SDLC) ya que para el caso, los

requerimientos son predecibles en el margen de los objetivos específicos ya predefinidos, y la fuente de la información ya existe, en gran medida en archivos y bancos de datos, además del gran volumen de transacciones generadas por la cantidad de llamadas de emergencia que recibe la CFE en caso de alguna contingencia por falla en el suministro eléctrico. Éste método, consta de las siguientes actividades principales:



**Figura 24 Pasos a seguir para el Diseño del Sistema.**

## **4.2. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR**

La idea y los objetivos del proyecto nacen del conocimiento y la experiencia vivida durante 9 años de trabajo para la empresa CFE, además de pláticas con personal de las áreas de servicio al cliente; encargadas de la gestión de los Centros de Atención Regional de llamadas (CARs, por sus Siglas en español), mismos que reciben las llamadas de los usuarios de energía y turnan a los Centros de Continuidad y Conexiones (CCC por sus Siglas en español) locales, las

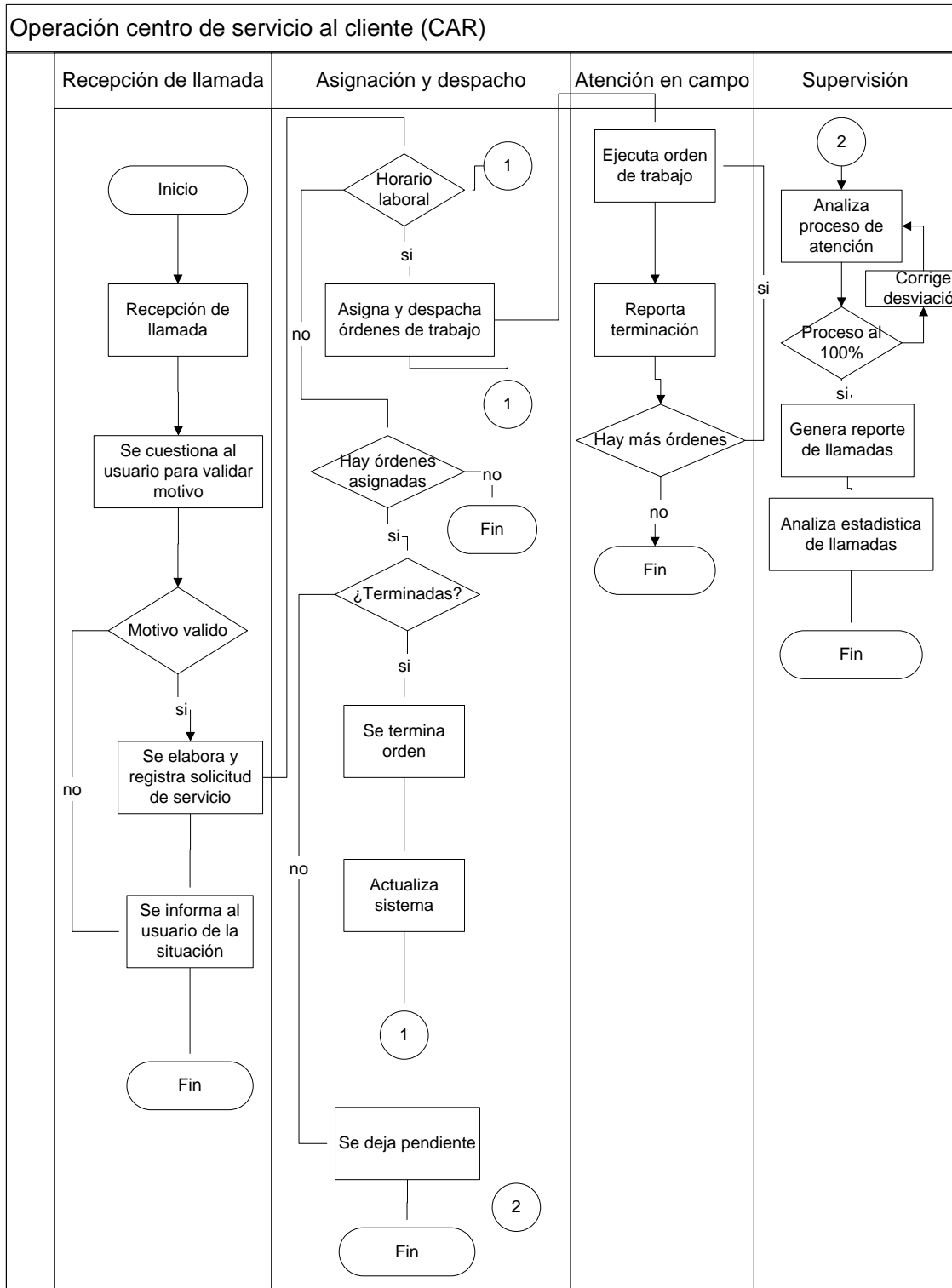
solicitudes de atención por fallas en el suministro eléctrico, en éste, están las cuadrillas de atención que son las que atienden al usuario de energía.

La factibilidad técnica del proyecto, es positiva ya que se cuenta con los equipos de cómputo adecuados para el desarrollo del proyecto; de igual manera se tiene una licencia de prueba para el software, también los conocimientos adquiridos durante mi trayecto por la “Maestría en Sistemas de Información Geográfica, UNIGIS para América Latina” son elementos básicos que hacen factible al buen término del proyecto.

Uno de los pilares que sostiene la CFE, es el de lograr una mejora continua en la calidad de los servicios que brinda a la población, por lo que las ideas innovadoras y de mejora siempre son bienvenidas en la empresa, lo que facilita la factibilidad operacional.

Las características que se deben considerar a incluir en el desarrollo del Sistema, son evaluadas en base a la experiencia y del conocimiento previo, de las conversaciones con personal de áreas de Sistemas, del estudio de la documentación existente de los CAR; así como del análisis de datos recabados durante visitas a las áreas operativas y del análisis de registros existentes. Este análisis sirvió para poder definir el objetivo general y los objetivos específicos planteados en el apartado 1.2.





**Figura 25. Procedimiento de flujo de operación del CAR. Fuente: CFE.**



Figura 26. Procedimiento de atención telefónica del CAR. Fuente: CFE.

### 4.3. DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS

El nuevo Sistema busca reducir los tiempos, desde el momento en que se recibe la llamada, se asigna y despachan los servicios de atención, ante falla del servicio.

Se determinó también que los datos necesarios son:

DATOS DEL SERVICIO:

Número telefónico

## RPU Registro Permanente de Usuario (Folio)

Tarifa

Giro

Número de Hilos

Estatus del servicio

Dirección

Colonia

Población

Código postal

Municipio

Geo\_X

Geo\_Y

Calle1, Entre que calle se encuentra el servicio

Calle2, y Entre que calle se encuentra el servicio

Fecha de alta del servicio

## DATOS DE LA AGENCIA

Nombre

Clave

Dirección

Colonia

Población

Municipio

Código postal

Geo\_X

Geo\_Y

DATOS DEL CLIENTE (USUARIO):

Teléfono

Nombre

Dirección

Colonia

Población

Municipio

Código postal

Geo\_X

Geo\_Y

DATOS DEL MEDIDOR:

Serie de medidor

Lectura actual

Lectura anterior

DATOS DE LA SOLICITUD:

Nombre del solicitante

Dirección del solicitante

Teléfono del solicitante

Calle1, Entre que calles se encuentra el servicio

Calle2, Entre que calles se encuentra el servicio

Colonia

Población

Municipio

CP

Tipo de solicitud

Folio

Nombre del Ejecutivo que atendió

Fecha de registro

Mismos que deberán satisfacer las necesidades de información para procesar los

Siguientes procesos:

Identificación	Descripción	Caso de Uso
REQ#1	El Sistema sea capaz de recibir llamadas telefónicas para reportar fallas en el servicio de energía eléctrica, eliminando aquellas que no se relacionen con el servicio de energía eléctrica; para los que sean usuarios de CFE registre la duración de la llamada, genere un folio de atención, el tipo de solicitud, el nombre de quien lo atendió, la fecha de atención, el número del servicio.	CU#1 y CU#1-A
REQ#2	El Sistema mediante el número telefónico busque y localice en la base de datos el RPU y despliegue los datos básicos del servicio al	CU#2

	operador del Sistema.	
REQ#3	El Sistema despliegue el mapa de localización del servicio de energía por falla en el suministro	CU#3
REQ#4	El Sistema indique la oficina (Agencia) de atención más cercana al domicilio del cliente que reporta la falla	CU#4
REQ#5	El Sistema genere la ruta óptima de acceso al servicio de energía	CU#5
REQ#6	Sea capaz de generar Reporte de atención por agencia más cercana al incidente, por día y por operador. De todas las solicitudes recibidas.	CU#6

**Tabla 2. Documento de requerimientos generales del Sistema.**

A efecto de hacer más gráfico esta identificación de requerimientos del Sistema, se definió las especificaciones mediante la descripción y el uso de diagramas de Casos de Uso; estos según Campderrich (2003), sirven para mostrar las funciones de un Sistema de software desde el punto de vista de sus interacciones con el exterior, sin entrar en la descripción detallada, ni en la implementación de estas funciones.

Los actores que participan en el modelo son:

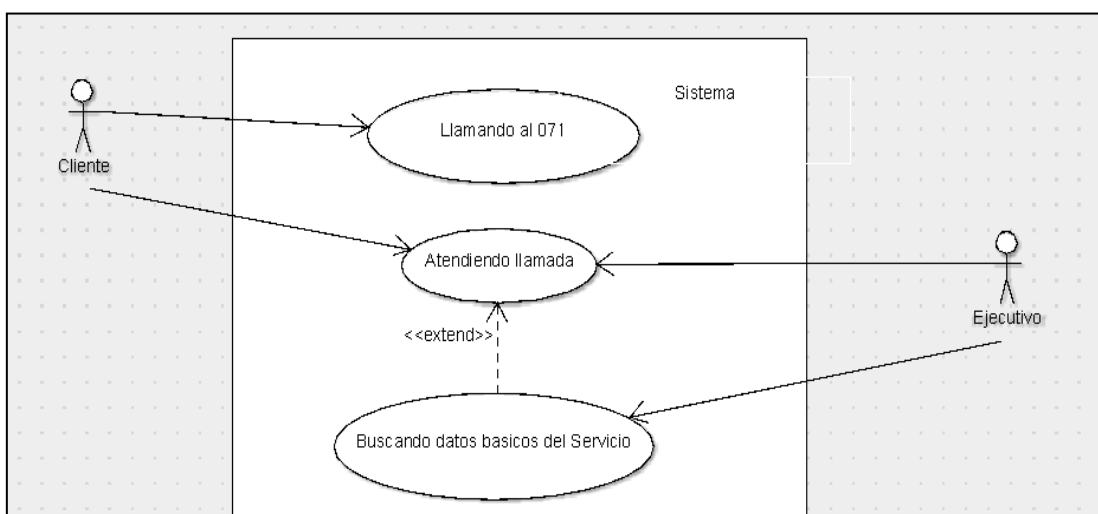
*Cliente:* Es cualquier ciudadano que llama al 071, sea un usuario del servicio de energía eléctrica o no, que hace una solicitud como puede ser un reporte de emergencia por **falla en el suministro de energía**, poner una queja, solicitar un

contrato nuevo de energía, hacer una solicitud de información y/o una petición de actualización de datos. En este caso solo atenderá la parte de falla en el suministro de energía.

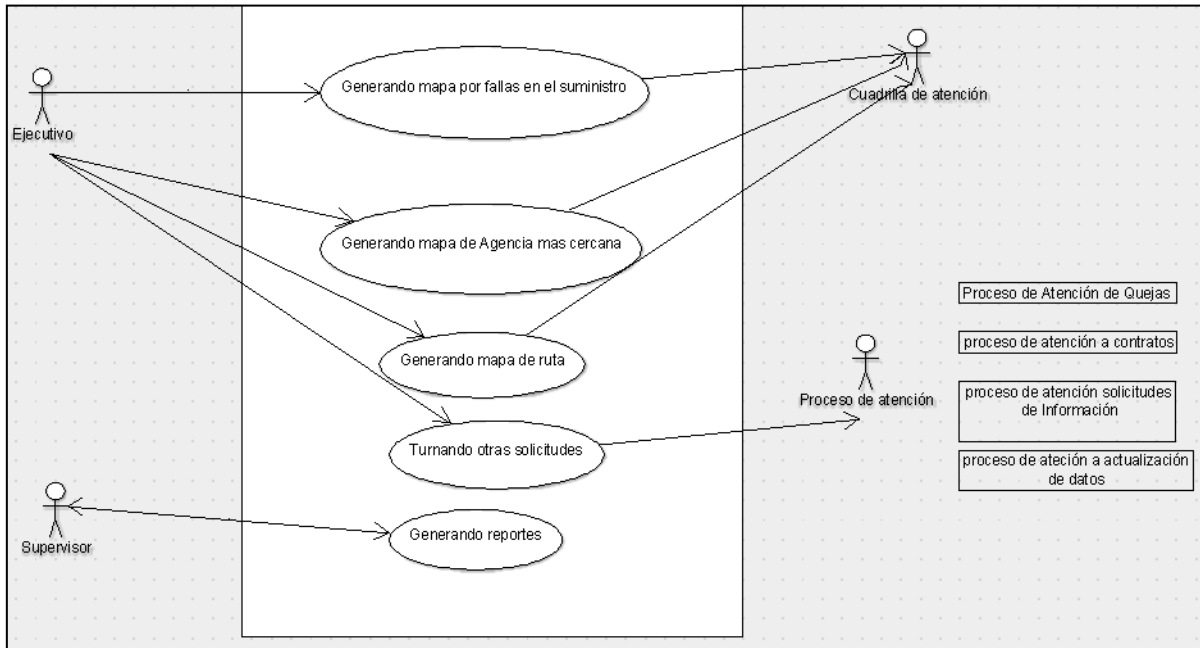
*Ejecutivo:* Es personal de CFE responsable de la comunicación con los clientes y de registro de solicitudes por cada contacto con el cliente, y del despacho de solicitudes para su atención.

*Supervisor de Ejecutivos:* Es personal de CFE responsable del desempeño del grupo de ejecutivos que coordina las acciones para lograr las metas del Centro de Atención Regional.

*Cuadrilla de atención:* Es el equipo de personas, a quienes se les entrega un reporte o listado con los servicios que se tienen que revisar, hace la revisión física en el lugar del incidente y restablece el servicio de energía.



**Figura 27. Diagrama de los primeros 3 de 6 casos de uso.**



**Figura 28. Diagrama de los 3 restantes de 6 casos de uso.**

Caso de Uso: CU#1, Llamando al 071	
Actor que inicia: Cliente	
Objetivo: Que un cliente sea usuario del servicio de energía o no establezca comunicación al “071” para levantar una solicitud.	
Curso Normal	Alternativas
1. El Cliente marca telefónicamente al “071”	



<p>2. Se repite el paso 1 hasta que logra establecer comunicación</p>	
---	--

Tabla 3. Tabla 4.2. Tabla de caso de uso llamando al 071.

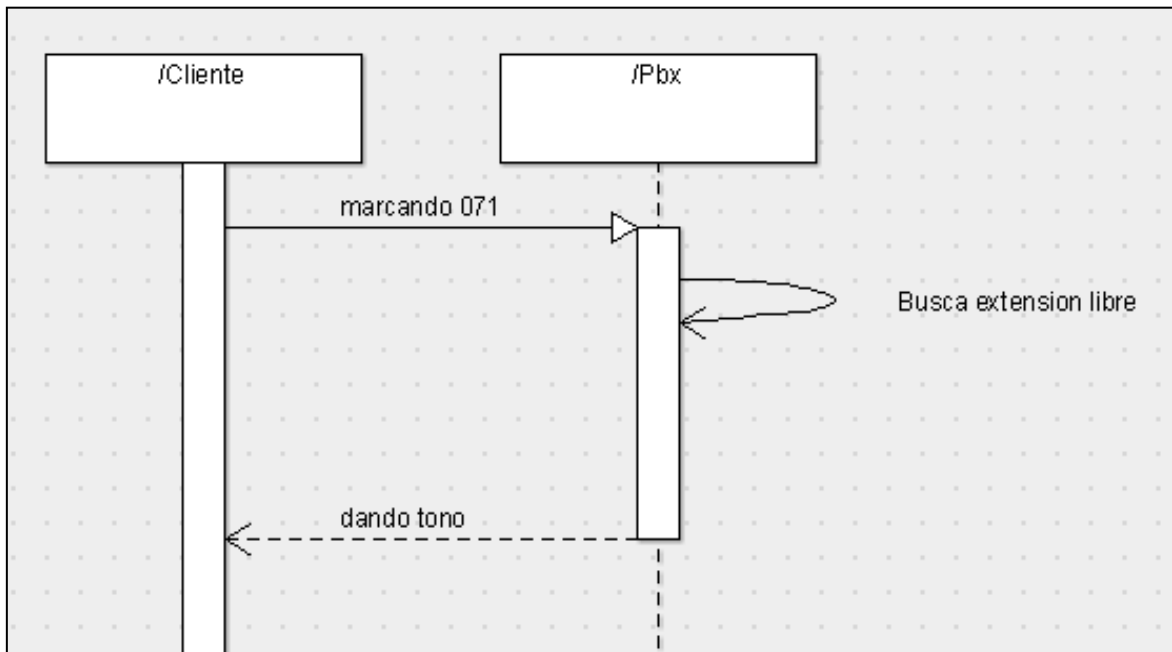
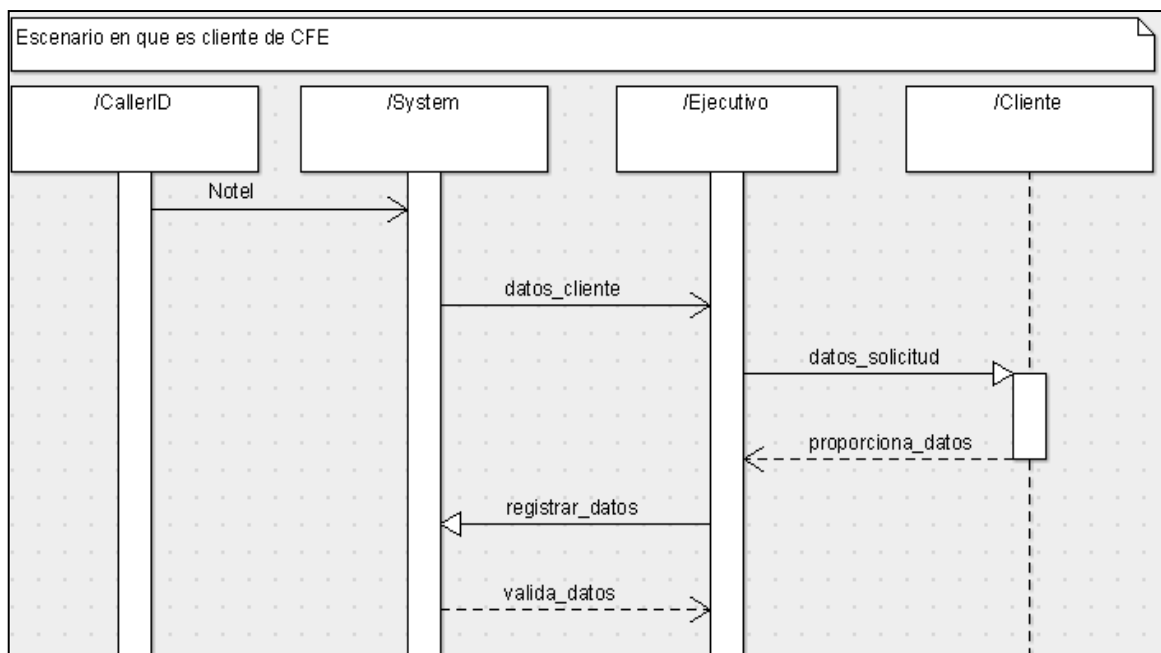


Figura 29. Diagrama de secuencia del caso de uso llamando al 071

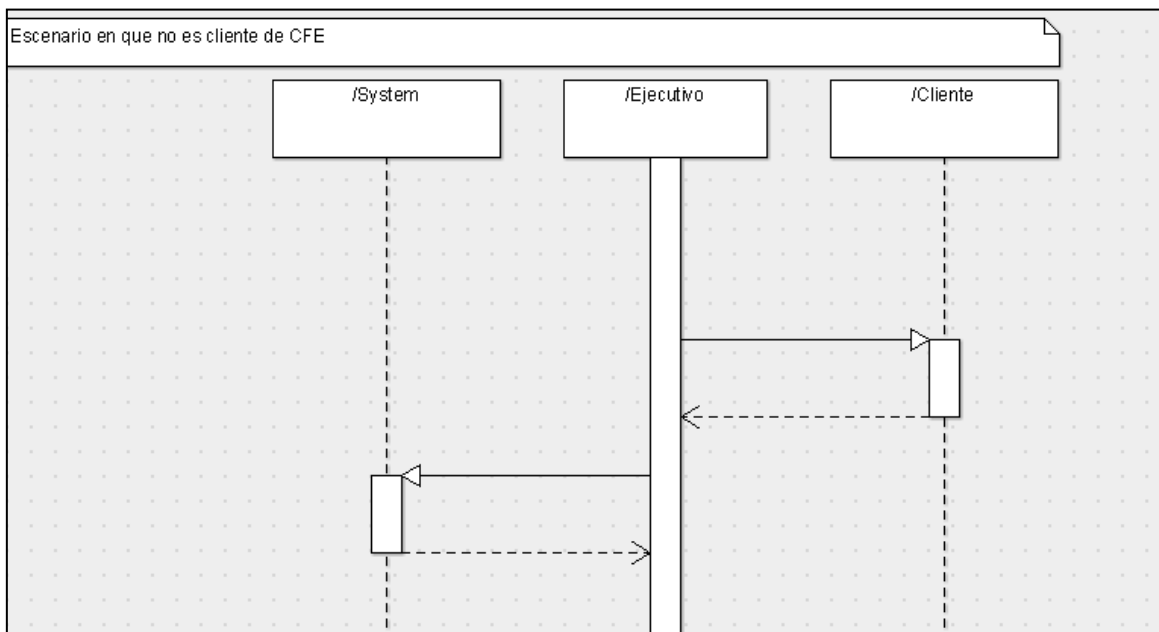
<p>Caso de Uso: CU#1-A, Atendiendo llamada</p>	
<p>Actor que inicia: Ejecutivo</p>	
<p>Objetivo: Que el Ejecutivo atienda y registre los datos de la solicitud que hace el cliente.</p>	
<p>Curso Normal</p>	<p>Alternativas</p>

1. El Ejecutivo contesta la llamada del cliente	
2. El Ejecutivo lleva a cabo el protocolo de comunicación con el cliente	
3. Si el Cliente es ya un usuario del servicio de energía, el Sistema busca y muestra los datos básicos del servicio	Si no es usuario del servicio de energía envía mensaje “El servicio es solo para usuarios del servicio de energía eléctrica de CFE, por favor marque al teléfono 999999999999 para solicitar contrato de energía”.
4. El Sistema registra la solicitud del Cliente	

**Tabla 4. Tabla de caso de uso atendiendo llamada.**



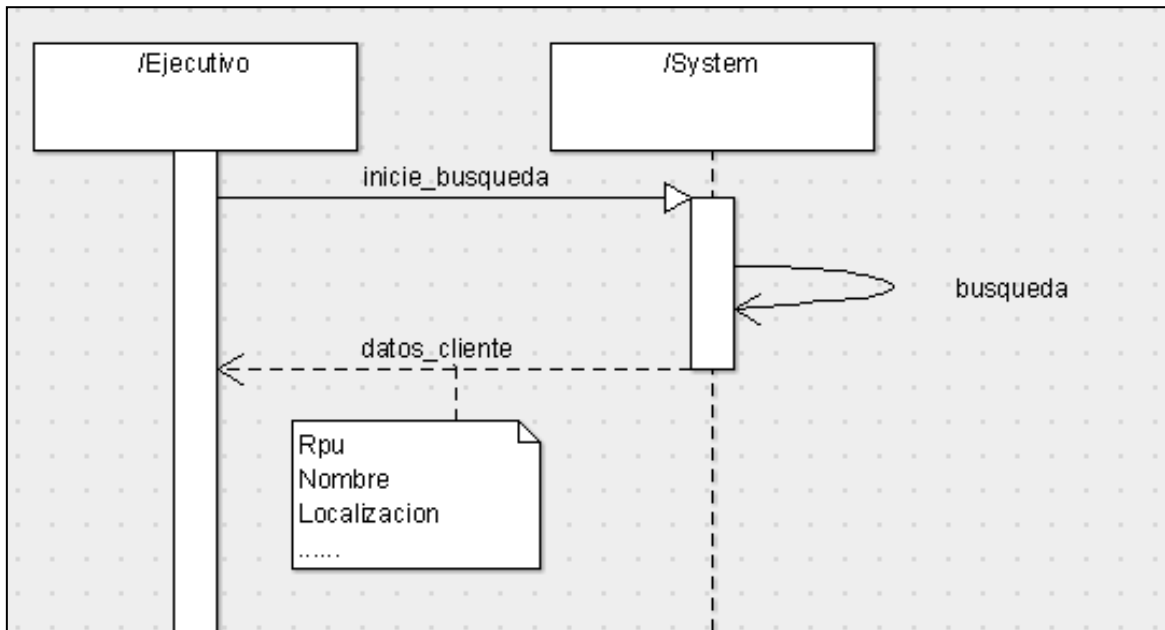
**Figura 30. Diagrama de secuencia del caso de uso atendiendo llamada en el escenario cuando el que llama es cliente de la CFE.**



**Figura 31. Diagrama de secuencia del caso de uso atendiendo llamada en el escenario cuando el que llama no es cliente de la CFE.**

Caso de Uso: CU#2, Buscando datos básicos del Servicio	
Actor que inicia: Ejecutivo	
Objetivo que a una petición del ejecutivo, el Sistema busque y localice la ubicación y los datos básicos del cliente.	
Curso Normal	Alternativas
1. El Ejecutivo pide al Sistema que busque los datos básicos del servicio	
2. El Sistema a través del número telefónico busca y localiza los datos básicos del servicio	
3. El Sistema despliega los datos al Ejecutivo	

**Tabla 5. Tabla de caso de uso buscando datos básicos del servicio.**

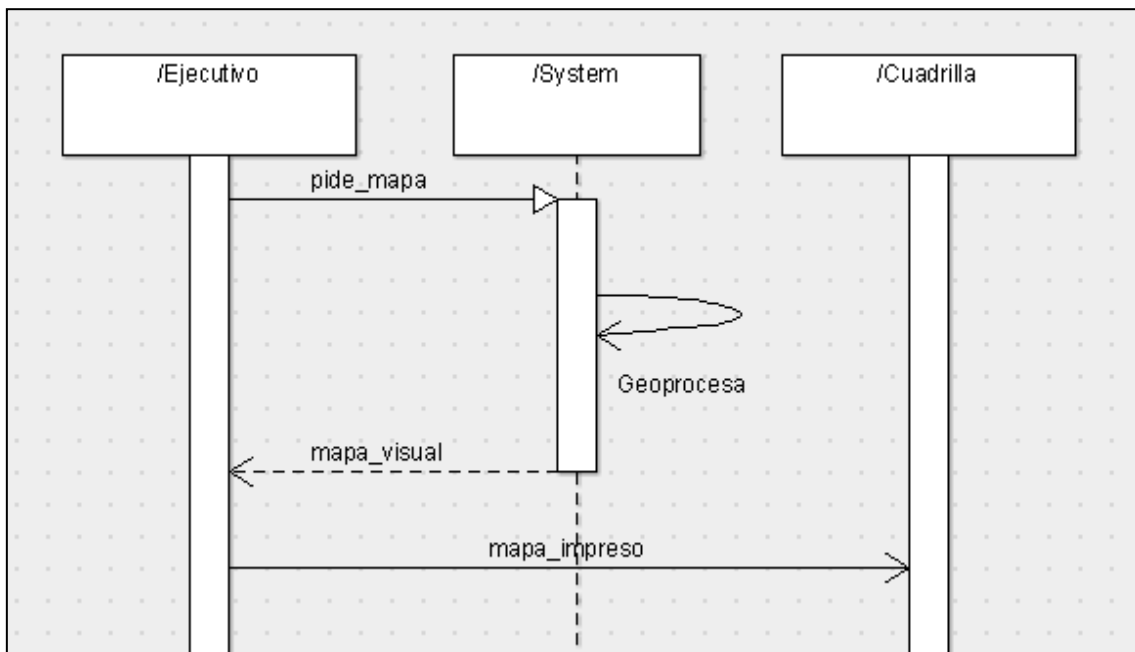


**Figura 32. Diagrama de secuencia del caso de uso buscando datos básicos del servicio.**

Caso de Uso: CU#3, Generando mapa por falla en el suministro	
Actor que inicia: El ejecutivo	
Objetivo: Que el Sistema se pueda visualizar la ubicación del servicio que está solicitando una atención por falla del suministro eléctrico.	
Curso Normal	Alternativas
1. El Ejecutivo pide al Sistema la impresión del mapa con la ubicación del servicio que reporta falla en el suministro	
2. El Sistema Geoprocasa la información y genera el mapa indicando el servicios de	

energía que reportar falla.	
3. El Ejecutivo entrega a la cuadrilla de la agencia respectiva el mapa.	

**Tabla 6. Tabla de caso de uso generando mapa por fallas en el suministro.**

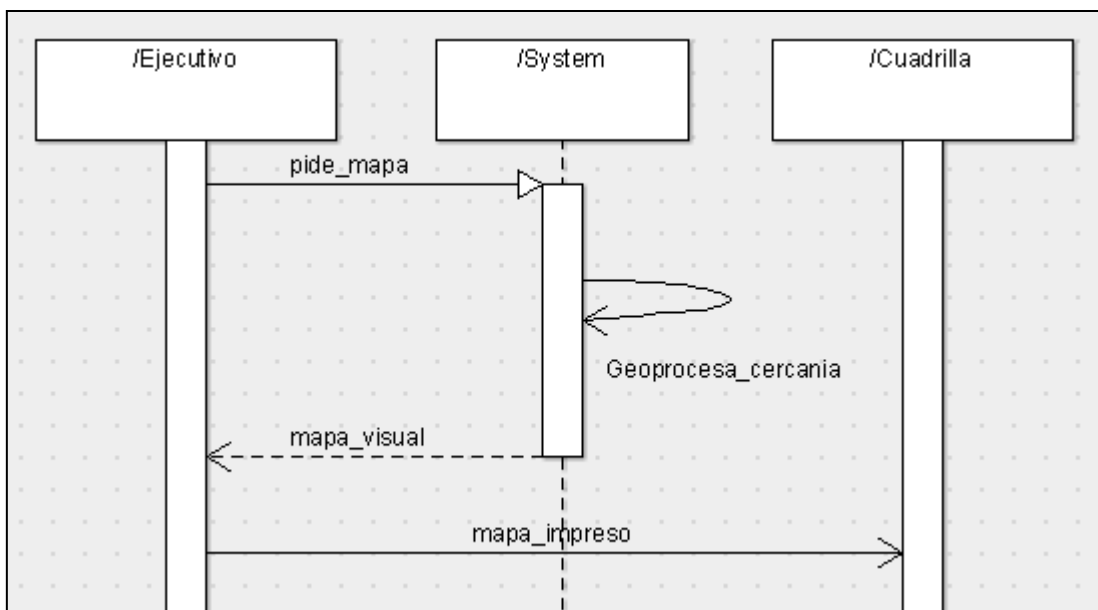


**Figura 33. Diagrama de secuencia del caso de uso generando mapa por fallas en el suministro.**

Caso de Uso: CU#4, Generando mapa de agencias más cercana.	
Actor que inicia: El ejecutivo	
Objetivos: Que el Sistema se pueda visualizar la ubicación de los servicios que están solicitando una atención por falla del suministro eléctrico y su agencia que le queda más cerca para su atención.	
Curso Normal	Alternativas
1. El Ejecutivo pide al Sistema la	

<p>impresión del mapa con la ubicación de los servicios que reportaron falla en el suministro y la agencia que le queda más cerca.</p>	
<p>2. El Sistema Geoprocasa la información y genera el mapa indicando el servicio de energía que reporta falla con sus agencia más cercana.</p>	
<p>3. El Ejecutivo entrega a la cuadrilla de la agencia más cercana el mapa respectivo.</p>	

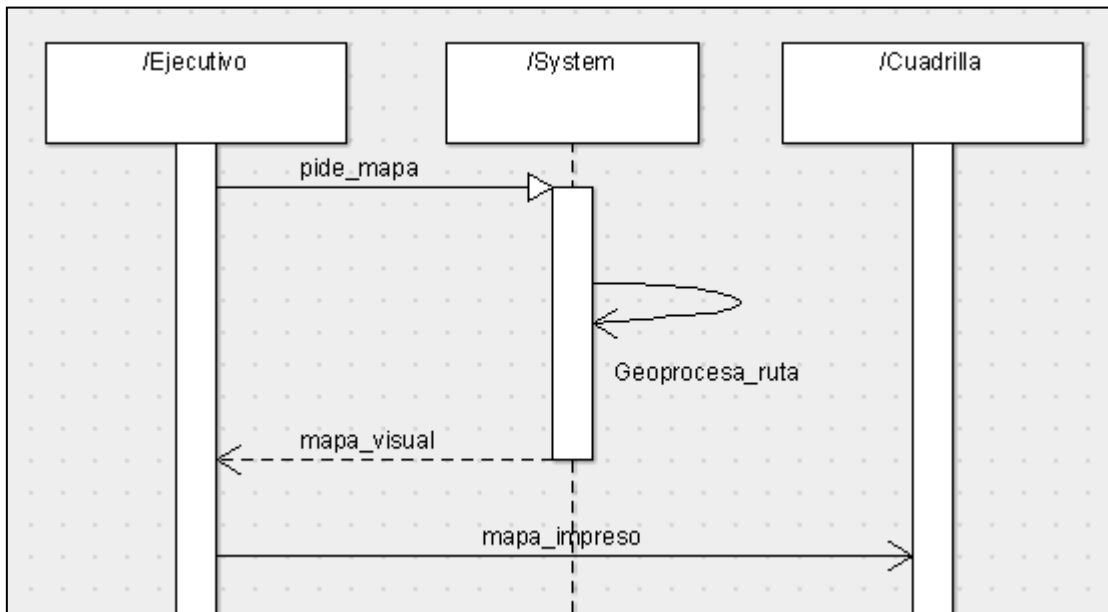
**Tabla 7. Tabla de caso de uso generando mapa de agencias más cercana.**



**Figura 34. Diagrama de secuencia del caso de uso generando mapa de agencias más cercana.**

Caso de Uso: CU#5, Generando mapa de ruta	
Actor que inicia: El ejecutivo	
Objetivo: Que el Sistema genere un mapa con la ruta del servicio que reporta falla en el suministro de energía	
Curso Normal	Alternativas
1. El Ejecutivo pide al Sistema la impresión del mapa con la ruta del servicio que reportaron falla en el suministro.	
2. El Sistema Geoprocasa la información y genera el mapa indicando la ruta desde la agencia al servicio que reporto falla en el suministro.	
3. El Ejecutivo entrega a la cuadrilla de la agencia el mapa respectivo.	

**Tabla 8. Tabla de caso de uso generando mapa de ruta**



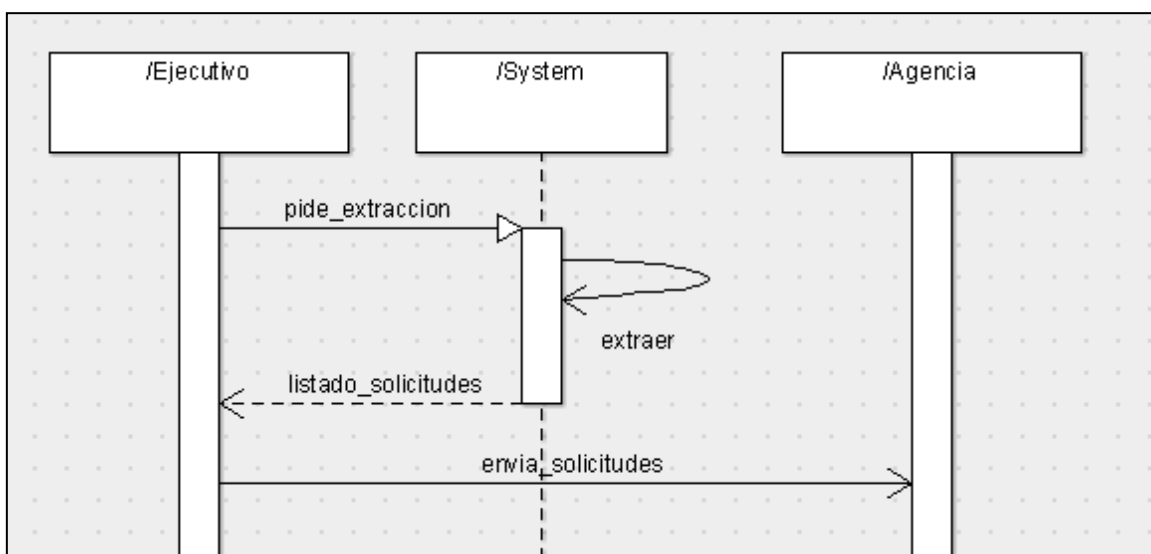
**Figura 35. Diagrama de secuencia del caso de uso generando mapa de ruta.**

Caso de Uso: CU#6, Turnando otras solicitudes	
Actor que inicia: El ejecutivo	
Objetivo: Generar un reporte de las solicitudes hechas y turnarlas a las agencias más cercanas para su atención.	
Curso Normal	Alternativas
1. El Ejecutivo pide al Sistema que se haga una extracción de las solicitudes por agencia por proceso	
2. El Sistema genera un listado de las solicitudes por agencia, fecha y operador.	



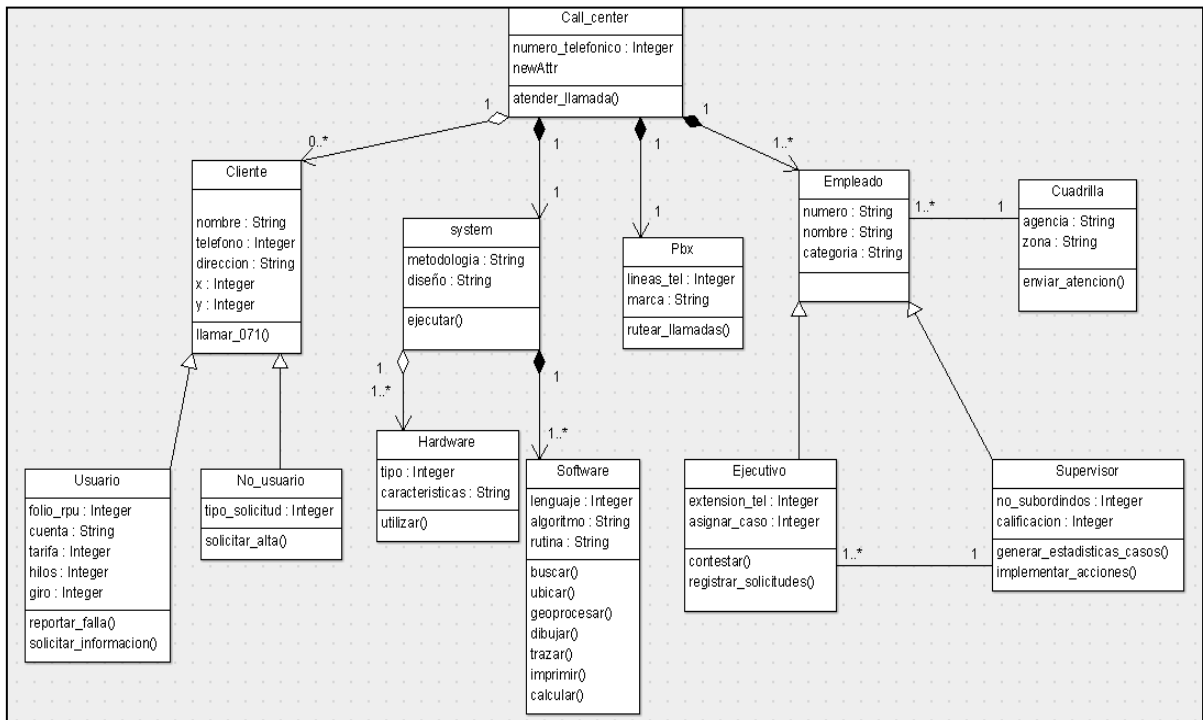
<p>3. El Ejecutivo envía a cada agencia y área correspondiente las solicitudes según su clasificación.</p>	
--	--

**Tabla 9. Tabla de caso de uso turnando otras solicitudes.**



**Figura 36. Diagrama de secuencia del caso de uso turnando otras solicitudes.**

A continuación se define el Diagrama de Clases que nos permitirá conceptualizar la información, y los componentes principales que se encargaran del funcionamiento del Sistema; así como su interacción entre estos componentes.



**Figura 37. Diagrama de clases de la interacción y operación de los elementos del Sistema.**

#### 4.4. DISEÑO LOGICO DEL SISTEMA

Para satisfacer los requerimientos que se han planteado, en esta fase es el momento de describir detalladamente las especificaciones del nuevo Sistema, como son las entradas, las salidas, los archivos, bases de datos y sus procedimientos.

##### 4.4.1. DISEÑO DE ENTRADAS Y DE SALIDAS.

Se han relacionado las entradas y las salidas para los requerimientos del Sistema, según los caso de uso identificados y como se describen en las Sigüientes figuras:

Titulo y encabezado	SREQ#1
	EREQ#1
Alta de Solicitudes de atención de emergencia (datos del Solicitante que ya es usuario de CFE)	
Fecha de registro: 999999	Tipo: [según catalogo]
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	Teléfono: 999999999999
Folio:9999	Nombre ejecutivo: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Hora inicial: 99.99.99	Hora Fin: 99.99.99
Seleccione el tipo de solicitud:	
<b>Catalogo de de solicitudes:</b>	
Caída de árbol	
Derribo de poste	
Trono transformador	
Corto eléctrico calle	
Corto eléctrico interior casa	
Explosión	
Aire derribo cable/poste	
Lluvia	
Incendio	
Manifestación	
Trabajos taller cercano	
Conexión de equipo inadecuado	

**Figura 38. Pantalla de salida y de entrada requerida para el requerimiento REQ#1, para el registro de la solicitud de emergencia para cuando el que llama es usuario del servicio de energía eléctrica.**

Titulo y encabezado	EREQ#2 y SREQ#2
<input type="text" value="Búsqueda por No. telefónico"/>	

Alta de Solicitudes de atención emergencia

Datos del Solicitante que ya es usuario de CFE

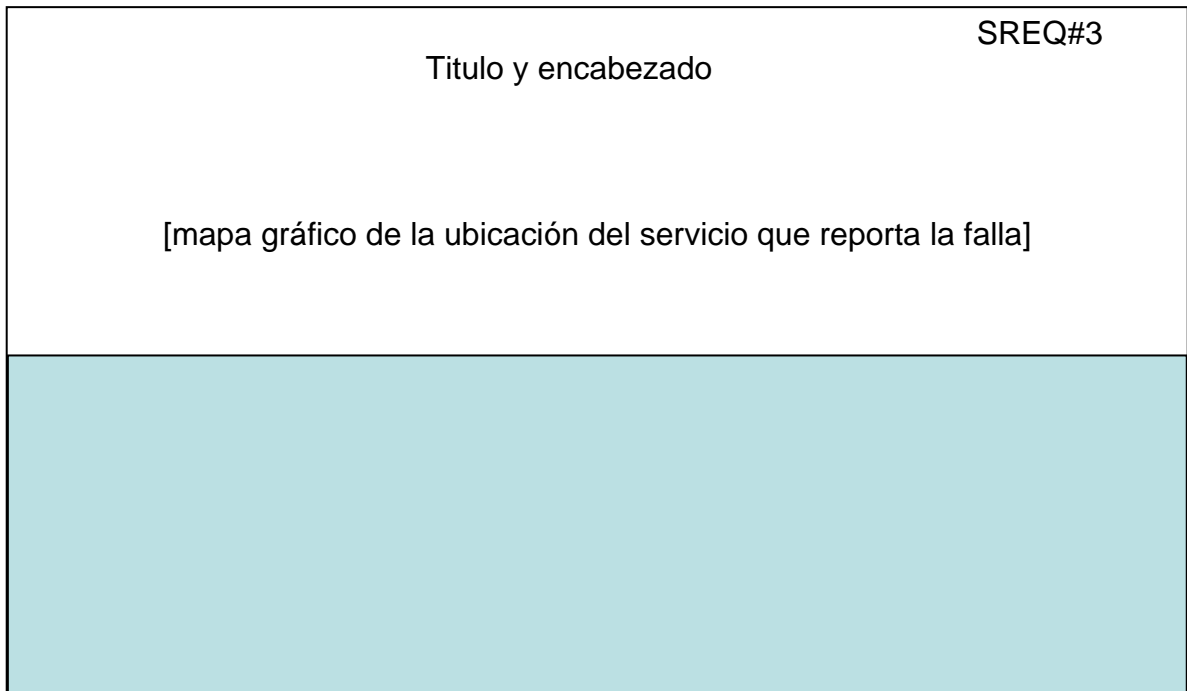
Datos a registrar

Fecha de registro: 999999                      Tipo: [según catalogo]  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX      Teléfono: 999999999999

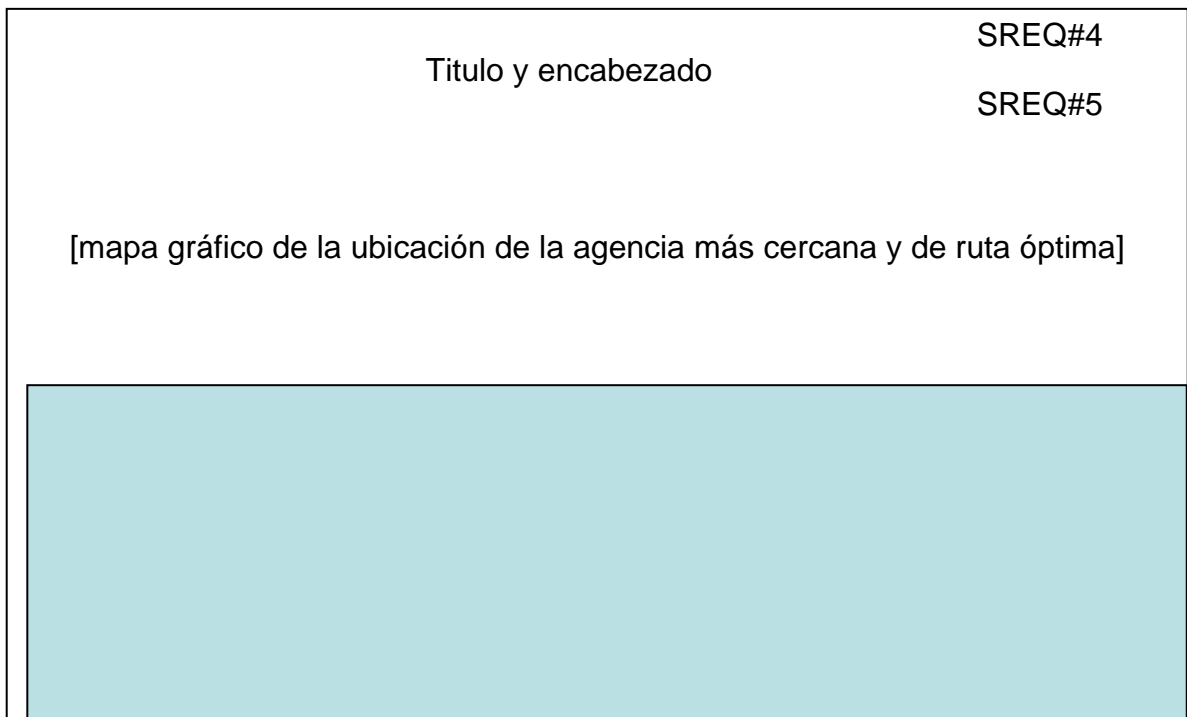
Folio:9999    Nombre ejecutivo: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Hora inicial: 99.99.99 Hora Fin: 99.99.99

Seleccione el tipo de solicitud:

**Figura 39. Pantalla de entrada y salida requerida para el requerimiento REQ#2.**



**Figura 40. Pantalla de salida requerida para los requerimientos REQ#3.**



**Figura 41. Pantalla de salida requerida para los requerimientos REQ#4 y REQ #5.**

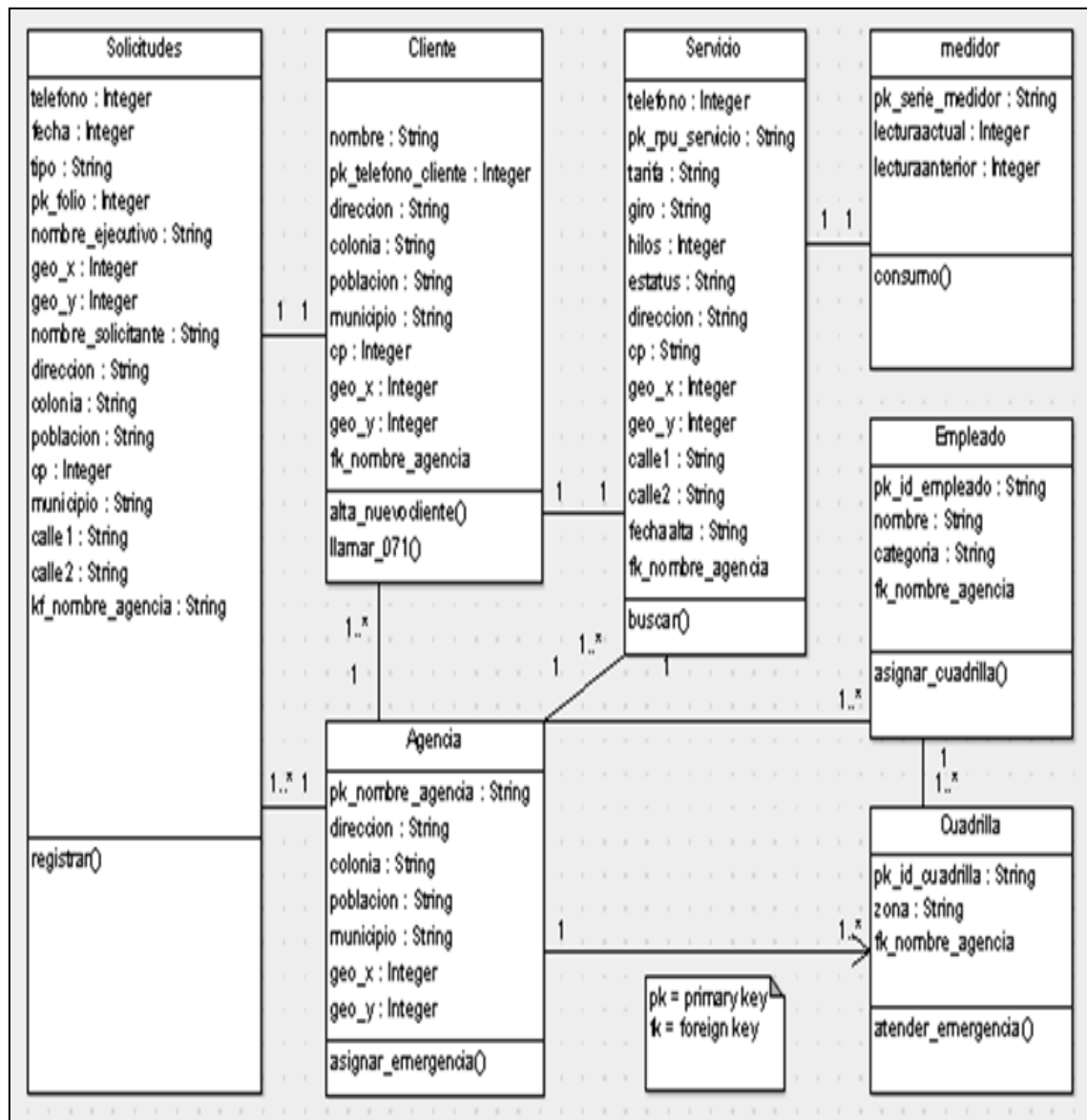
EREQ#6	
Titulo y encabezado	
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">                     Generar reporte por : Agencia, día y RPE                 </td> </tr> </table>	Generar reporte por : Agencia, día y RPE
Generar reporte por : Agencia, día y RPE	

**Figura 42. Entrada requerida para el REQ#6.**

SREQ#6
Titulo y encabezado
Reporte de solicitudes de emergencia
Agencia más cercana (en distancia, metros): XXXXXX
Fecha de registro    RPE    Tipo de solicitud
DDMMAAAA            XXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Folio            RPU            Dirección Colonia Entre calle y la Calle    Dist
999 999999999999    XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX    999
Total por solicitudes por Agencia : 9999

**Figura 43. Reporte impreso de salida requerida para el REQ#6.**

#### 4.4.2. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS



**Figura 44. Diseño lógico de la base de datos para el Sistema de atención de emergencias por fallas en el suministro eléctrico.**

Se han identificado que las tareas que deben llevarse a cabo para el diseño del Sistema, las podemos agrupar en los siguientes procesos:

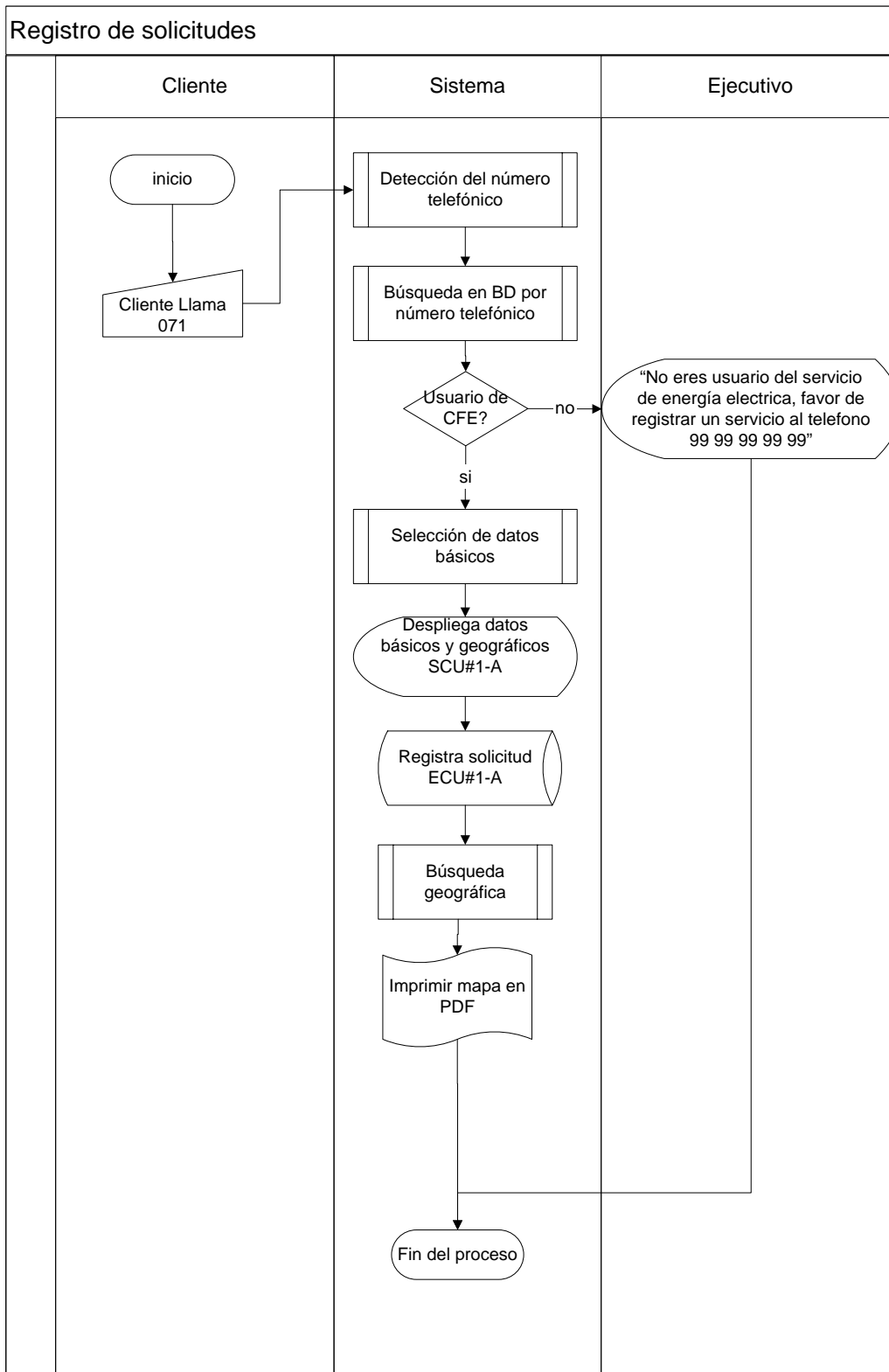


Figura 45. Diseño del proceso para el registro de solicitudes de emergencias.



Pseudocódigo para el registro\_de\_solicitudes;

/\* Identificación del número telefónico

Activar librerías para el manejo de puertos seriales;

Activar en modo de escucha el puerto serial del modem;

Mientras no\_existe\_llamada

    Cadena = buffer del puerto;

    numero = buscar la subcadena de 10 digitos;

    Si encontró Número Entonces

        no\_exista\_llamada = falso;

        imprime "Ring...llamada entrante"

        imprime numero

    Si no

        No\_existe\_llamada = verdadero;

    Fin si

Fin Mientras

/\* Búsqueda del número telefónico en la BD

ti = Hora y fecha del computador;

Importar librerías para el manejo de la BD;

Establecer la conexión a la base de datos;

SQL = "Seleccionar id\_numero, rpu, serie, cuenta, nombre, fechaalta, tarifa, giro, hilos, dirección, colonia, cp, población, municipio, calle1, calle2 donde id\_numero = numero y las llaves de las tablas de FSERVICIOS y MEDIDORES coincidan";

vista = ejecutar(sql);

Si registro\_vacio

    imprime "No es usuario de CFE, "No es usuario de CFE, No hay datos, favor de marcar el 071 para solicitar el servicio de energía";

Si no registro\_vacio

    imprime id\_numero, rpu, serie, cuenta, nombre, fechaalta, tarifa, giro, hilos, dirección, colonia, cp, población, municipio, calle1, calle2;

/\* Determinando el tipo de solicitud y generando el registro correspondiente

Imprime "Seleccione tipo de solicitud, (1)..Caida de árbol .... (12)

    ..Conexión inadecuada;

Mientras la selección no esté entre 1 y 12

Leer selección;

Fin Mientras

Leer el RPE para asignar el servicio;

t2 = fecha y hora del computador;

Use tabla de solicitudes;

Crear nuevo registro;

Insertar registro con los datos requeridos en la tabla de solicitudes;

Fin Si

/\* Búsqueda geográfica del Feature seleccionado

Importar librerías para el manejo de mapas;

Seleccionar los feature desde la tabla de features donde id\_telefono =  
numero;

Realizar un zoom a los features seleccionados;

Exportar a formato de archivo PDF la vista geográfica;

Fin Pseudocódigo para el registro \_de\_solicitudes.

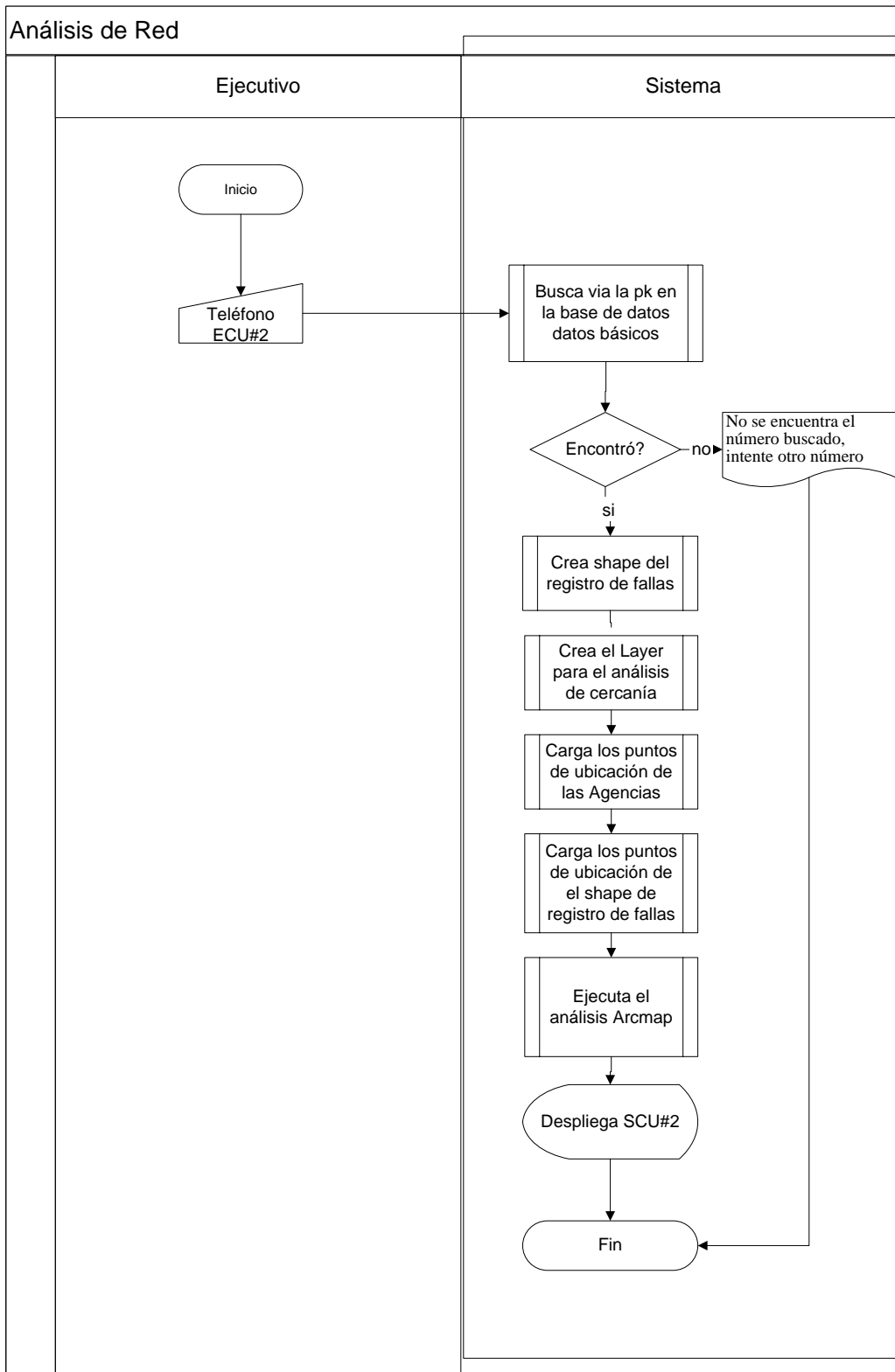
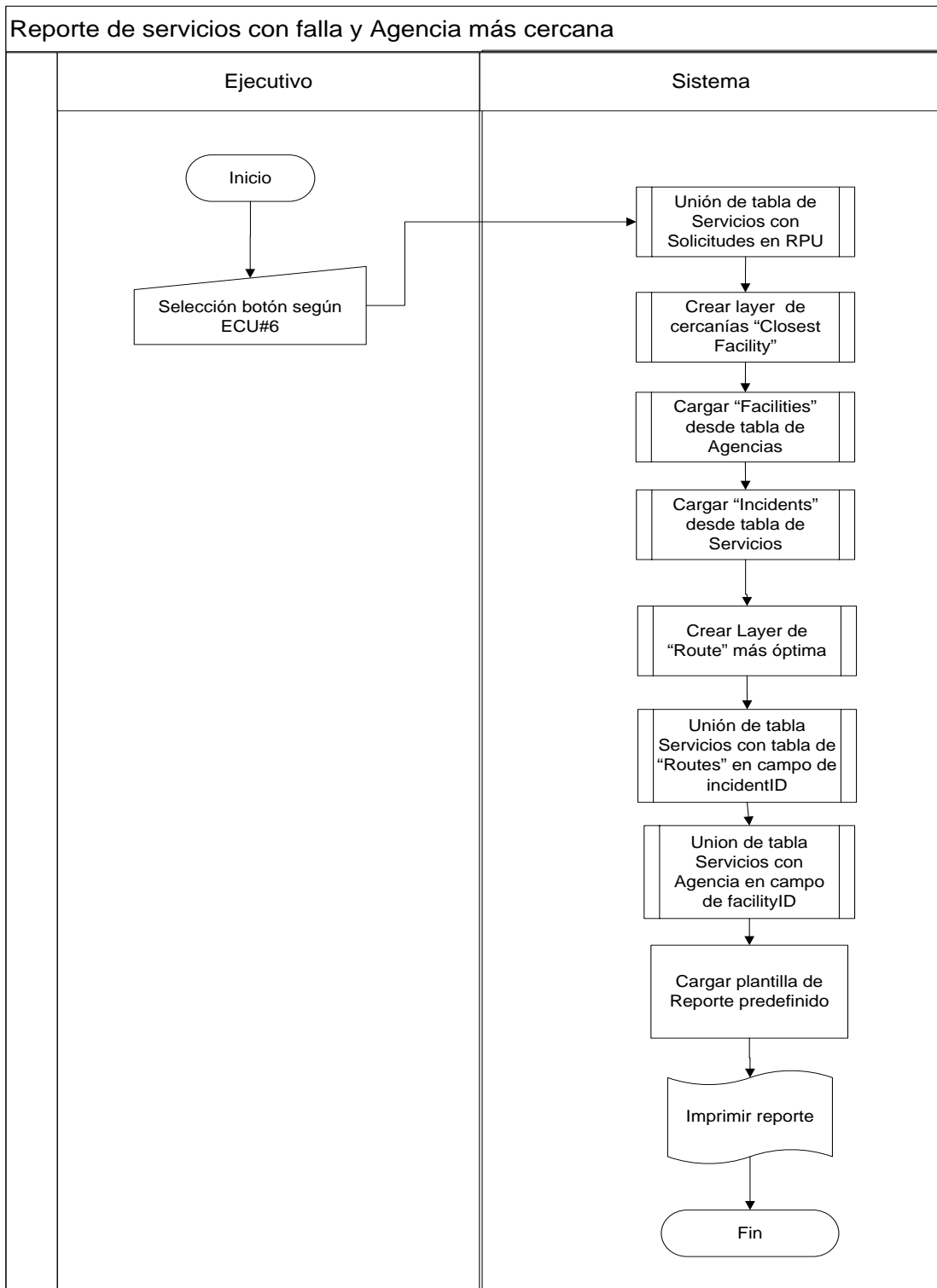


Figura 46. Diseño del procedimiento para la ejecución del análisis de red.

Pseudocódigo para el análisis de red;  
Cargar librerías para el análisis de Red (Arcpy);  
Verificar modulo de análisis activo (Network analyst);  
Activar el conjunto de datos de puntos (Feature Dataset);  
/\* Inicia búsqueda del registro vía el número telefónico  
Leer Número telefónico;  
Buscar Número telefónico en tabla de Servicios de energía;  
/\* si encuentra numero realiza el proceso  
Si encontró entonces  
    Ubicar apuntador en registro;  
    Extraer registro generando un archivo temporal tipo punto (Shape);  
    Agregar al marco de datos (Data Frame);  
    Crear la capa de ubicaciones más cercanas;  
    Cargue los puntos de Agencias (Facilities);  
    Cargue los puntos del archivo temporal (Incidents);  
    Ejecute la herramienta de ubicación más cercana (Closest Analysis);  
    Exporte el mapa generado a formato PDF;  
    Ejecute la herramienta para detalle de movimientos (Directions);  
    Exporte a formato TXT;  
    Borre archivos temporales;  
    Borre Layer de ubicaciones más cercanas;  
/\* En caso de no encontrar pedirá intentar otro número  
Si no  
    Imprime “No se encuentra el Número buscado, intente otro numero”;  
Fin Si  
Fin Pseudocódigo para el Análisis de Red.



**Figura 47. Diseño del procedimiento de impresión de mapa con ubicación geográfica de servicios con falla.**

Pseudocódigo para el Reporte de servicios con falla y de ubicación de la Agencia más cercana;

Cargar librerías para el análisis de Red (Arcpy);

Verificar modulo de análisis activo (Network analyst);

Activar el conjunto de datos de puntos (Feature Dataset) y de la tabla de Solicitudes;

/\* La Siguiete Unión es para tener identificados solo los registro Shape

/\* Correspondientes a los servicios que han levantado su incidente

Hacer la Unión de tablas de Servicios con tabla de Solicitudes a través del RPU;

/\* Crear repositorio con características del análisis de cercanías

Crear el Layer "Closest Facility";

/\* Consideramos que las Agencias son las que atenderán las fallas en el

/\* suministro

Cargar las locaciones de Agencia;

/\* Consideramos que los Incidentes son los servicios que reportaron falla

/\*para tener identificada aquella Agencia más cercana

Cargar los incidentes de la tabla de Servicios;

Crear el Layer de "Route" más óptima con Solve;

/\* Unimos tablas para identificar qué Agencia le corresponde por cercanía a

/\* que Incidente o Servicio que reportó falla y tener además los datos

/\*complementarios para generar la carga del reporte

Unir la tabla de Servicios con la tabla de "Route" generada, en el campo identificador "incidentID" ;

Unir la tabla de Servicios con Agencia en el campo identificador "facilityID";

/\* Cargamos la plantilla del reporte

Llama a la plantilla del reporte previamente creado y ejecutarlo en la tabla Servicios;

Imprimir reporte;

Fin Pseudocódigo para el Reporte de servicios con falla y de ubicación de la Agencia más cercana.

## **4.5. DISEÑO FISICO DEL SISTEMA**

Esta etapa, también conocida como desarrollo del Software, es donde se desarrollan los archivos físicos, y la programación requerida para lograr la interacción entre los usuarios y el Sistema; para el caso particular del diseño de SIG, se tienen 2 tipos de archivos, los del tipo alfanumérico que almacenan toda la información de las entidades o del tipo dBase; y las del tipo geográfico como son los puntos, líneas, poli líneas y mapas mismos.

### **4.5.1. DISEÑO FISICO DE ARCHIVOS CON INFORMACIÓN ALFANUMÉRICA**

Después del estudio lógico del Sistema, y en particular de la base de datos, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones para su transición y depuración dentro del diseño físico:

Un usuario puede tener uno o varios servicios de energía eléctrica, por lo que, la llave de acceso al archivo de servicios debe de ser además del número telefónico, el RPU o registro único del servicio, conocido también como el folio del servicio.

Considere que solo existe un solo medidor por cada servicio.

Una agencia da atención a uno o varios servicios, así también tiene uno o más empleados, y una o varias cuadrillas de atención a las emergencias que se presentan.

La solicitud por falla en el suministro de energía eléctrica, corresponde a un solo servicio, y pueden generarse una o más solicitudes por cada usuario.

Las cuadrillas de atención están integradas por uno o más empleados.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y su diseño físico, a continuación se representa el diccionario y la base de datos.

Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción
id_telefono	Texto	10 posiciones, llave primaria de la tabla, indice
id_clave	Texto	6 posiciones, llave foranea de la de tabla Agencia
nombre	Texto	30 posiciones, nombre del Usuario
direccion	Texto	30 posiciones, dirección del Usuario
colonia	Texto	30 posiciones, nombre de la Colonia del Usuario
poblacion	Texto	30 posiciones, nombre de la Población del Usuario
municipio	Texto	30 posiciones, nombre del Municipio del Usuario
cp	Texto	5 posiciones, código postal del Usuario

Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción
id_rpe	Texto	5 posiciones, llave primaria, indice, número de Empleado
id_cuadrilla	Número	entero, forma llave primaria, llave foránea viene de CUADRILLA
id_clave	Texto	forma llave primaria, clave de la agencia donde trabaja el Empleado
nombre	Texto	30 posiciones, nombre del Empleado
categoria	Texto	30 posiciones, categoria del Empleado

Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción
id_rpu	Texto	12 posiciones, indice, forma llave primaria
id_telefono	Texto	10 posiciones, forma llave primaria
id_clave	Texto	6 posiciones, forma llave primaria, es llave foránea de AGENCIA
tarifa	Texto	2 posiciones, tipo de tarifa del Servicio
cuenta	Texto	16 posiciones, cuenta contable del Servicio
giro	Texto	10 posiciones, giro del Servicio
hilos	Número	entero, número de hilos del Servicio
estatus	Texto	2 posiciones estado del Servicio
direccion	Texto	30 posiciones, dirección donde se encuentra el Servicio
colonia	Texto	30 posiciones, colonia donde se encuentra el Servicio
poblacion	Texto	30 posiciones, población donde se encuentra el Servicio
municipio	Texto	30 posiciones, municipio donde se encuentra el Servicio
fechaalta	Fecha/Hora	fecha DD/MM/AAAA fecha de alta del Servicio
cp	Número	entero, código postal donde se encuentra el Servicio
calle1	Texto	30 posiciones, calle que limita al Servicio
calle2	Texto	30 posiciones, calle que limita al Servicio
geo_x	Número	entero doble, coordenada X del servicio
geo_y	Número	entero doble, coordenada Y del servicio



MEDIDOR : Tabla			
Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción	
id_serie	Texto	Índice, llave primaria, 6 posiciones, número de serie del Medidor	
id_rpu	Texto	12 posiciones, forma llave primaria, llave foránea de SERVICIOS	
lecturaactual	Número	entero, última lectura tomada del Medidor	
lecturaanterior	Número	entero, lectura anterior tomada del Medidor	

SOLICITUDES : Tabla			
Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción	
id_folio	Autonómico	entero, llave primaria, índice, folio de la Solicitud	
id_rpu	Texto	12 posiciones, forma llave primaria, llave foránea de SERVICIOS	
id_rpe	Texto	5 posiciones, forma llave primaria, llave foránea de EMPLEADOS, número del trabajador	
id_telefono	Texto	10 posiciones, forma llave primaria, número telefónico del Servicio	
fecha	Fecha/Hora	fecha de la solicitud DD/MM/AAAA	
tipo	Texto	30 posiciones, tipo de Solicitud	
t_inicio	Fecha/Hora	6 posiciones hora de inicio de la solicitud	
t_fin	Fecha/Hora	6 posiciones hora de término de registro e impresión mapa de localización	

CUADRILLA : Tabla			
Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción	
id_cuadrilla	Número	número, llave primaria, índice, identifica a la Cuadrilla	
id_dave	Texto	6 posiciones, llave foránea de AGENCIA, forma llave primaria	
zona	Texto	10 posiciones, zona que atiende la Cuadrilla	

AGENCIA : Tabla			
Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción	
id_dave	Texto	6 posiciones, índice, llave primaria, clave de la Agencia	
direccion	Texto	30 posiciones, dirección de la Agencia	
colonia	Texto	30 posiciones, nombre de la colonia donde está la Agencia	
poblacion	Texto	30 posiciones, población donde está la Agencia	
municipio	Texto	30 posiciones, municipio donde está la Agencia	
cp	Texto	5 posiciones, código postal de la Agencia	
calle1	Texto	30 posiciones, calle que limita con la Agencia	
calle2	Texto	30 posiciones, calle que limita con la Agencia	
geo_x	Número	doble, coordenada X donde está la Agencia	
geo_y	Número	doble, coordenada Y donde está la Agencia	

Figura 48. Diccionario de datos del Sistema

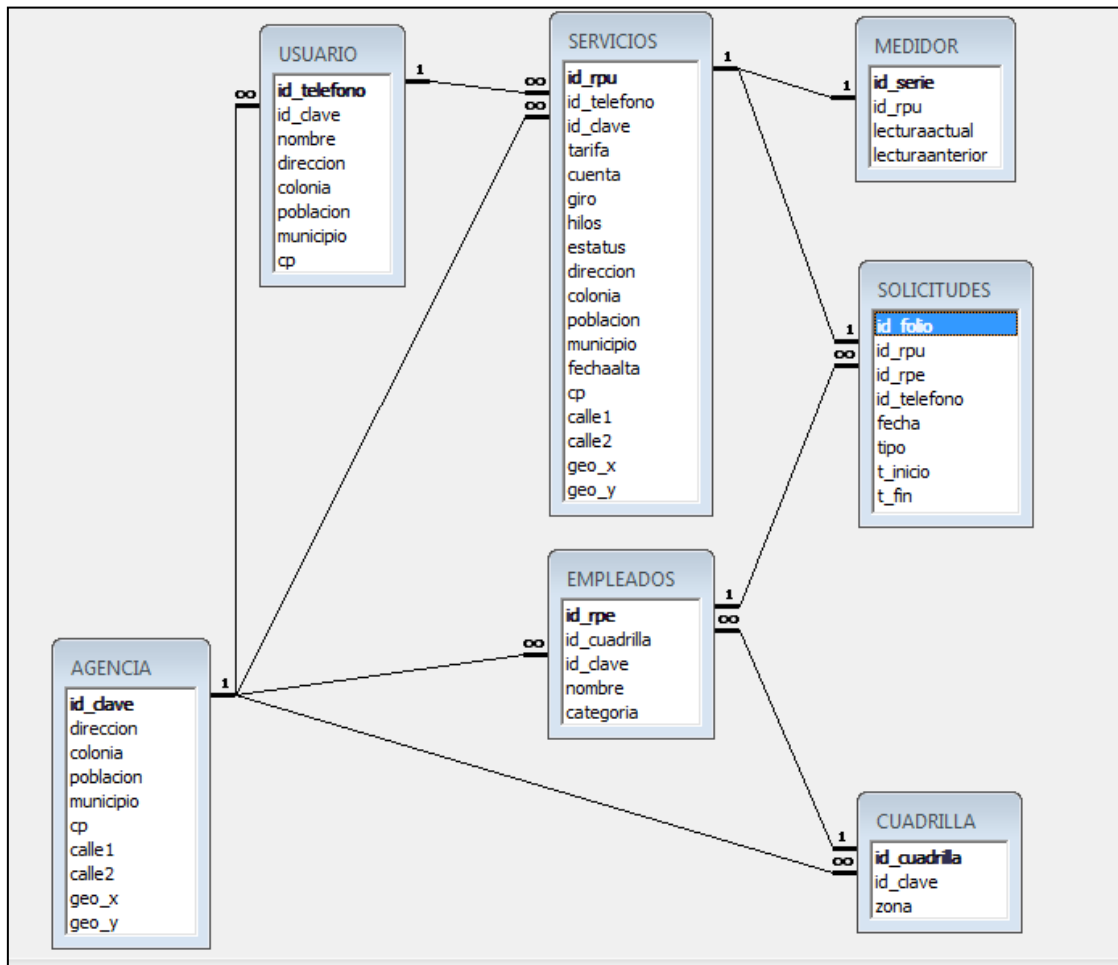


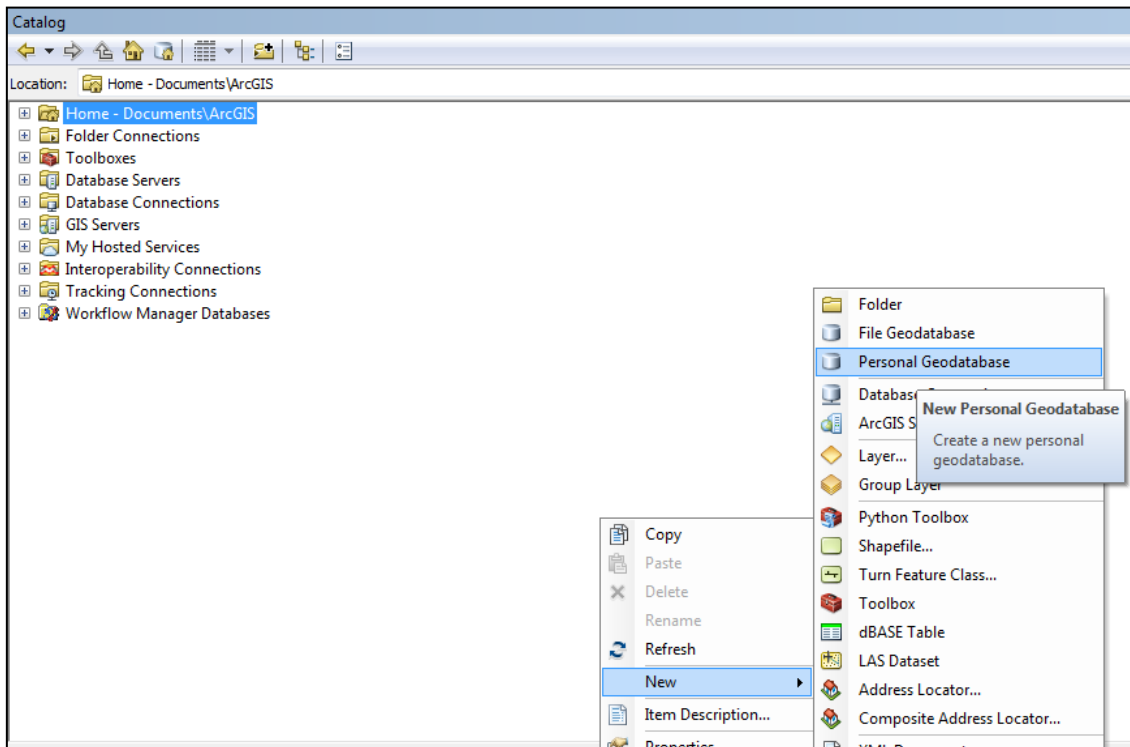
Figura 49. Diseño relacional de la base de datos.

#### 4.5.2. DISEÑO FÍSICO DE ARCHIVOS CON LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En cuanto al diseño que debe seguir en la base de datos, ahora con la información geográfica, se deberá de considerar la creación de una base de geodatos o geodatabase; a efecto de homogeneizar y que se dé una estructura única para el manejo de información, además de mantener en un solo lugar la totalidad de nuestros datos en donde se tendrá:

- Un archivo del tipo Shapefile que contendrá las polilíneas de los trazos de las calles del Municipio de elección, en este caso trabajaremos con la cabecera municipal de San Juan de los Lagos, Jalisco. Este archivo deberá ser compatible con las funciones necesarias para el análisis de ruta y del geoprocesamiento requerido.
  
- Un archivo del tipo Shapefile con los puntos geográficos de los servicios de energía eléctrica correspondientes al mismo Municipio.
  
- Un archivo del tipo Shapefile con los puntos geográficos de las Agencias comerciales que son las que atienden y gestionan las llamadas de auxilio por la emergencia.

Como primer paso, se procede a la creación mediante el ArcCatalog, de la geodatabase del tipo personal ya que el tamaño de nuestra muestra de datos es pequeña, se tiene un solo modificador y/o lector, y además, de que el formato de los datos alfanuméricos está en Microsoft Access.



**Figura 50. Creando la geodatabase personal, mediante el Arccatalog.**

Se consiguió a través del INEGI, ente rector en materia de cartografía en México, el archivo vectorial en formato ESRI Shape de los ejes viales de la cabecera municipal de San Juan de los Lagos, Jalisco. Este archivo se encuentra referido a la proyección cartográfica Cónica Conforme de Lambert y el Datum ITRF2, éste compatible según la norma al WGS84 (Datum utilizado por el Sistema Google Earth) para casos de menor precisión.

Se presenta la problemática de que el archivo de INEGI no contiene referencia espacial, y con la intención de que todas las capas a manejar estén en el Sistema de coordenadas UTM WGS84, se procede a ajustar el archivo, primero definiendo la proyección Cónica Conforme de Lambert con sus parámetros proporcionados en el metadata del archivo y después

reproyectandolo al Sistema WGS84 UTM Zona13N que es la proyección que corresponde para el huso donde se ubica el municipio de San Juan de Los lagos, como se puede apreciar en las Siguietes figura:

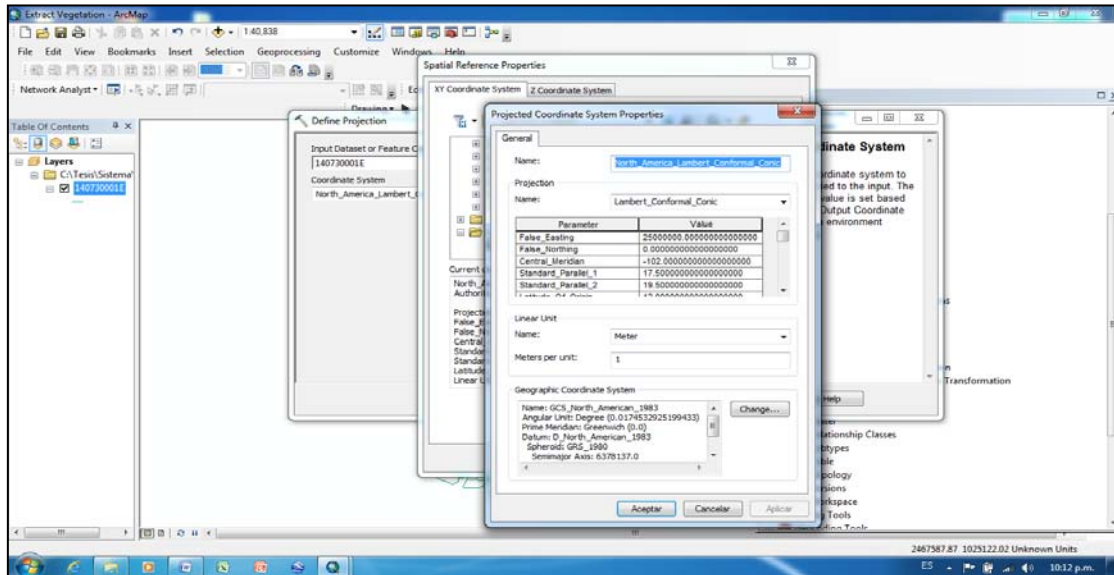


Figura 51. Definiendo la proyección del archivo con parámetros INEGI.

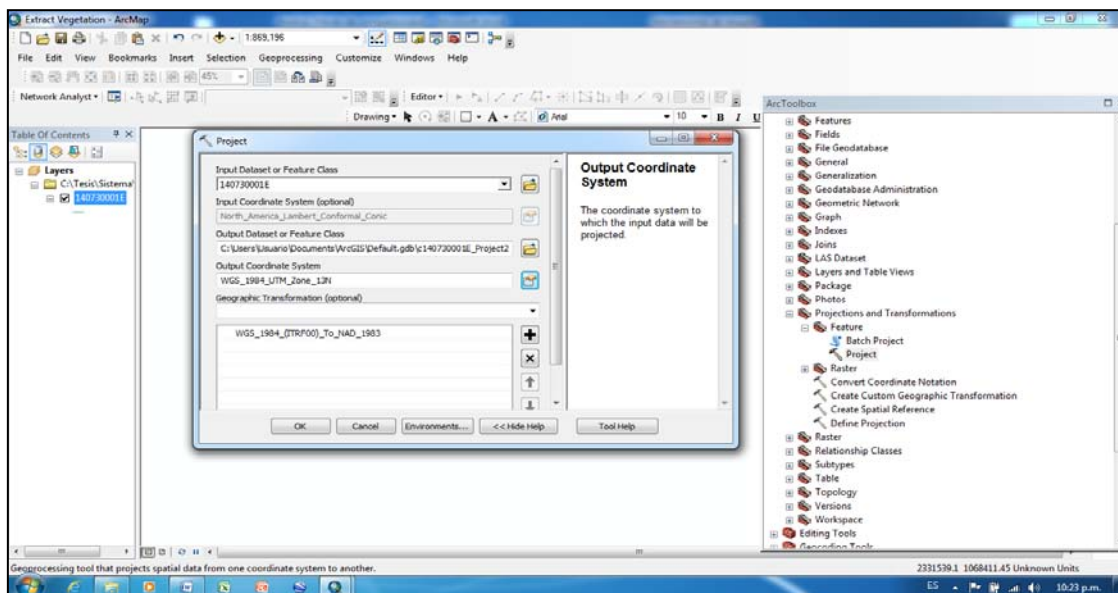
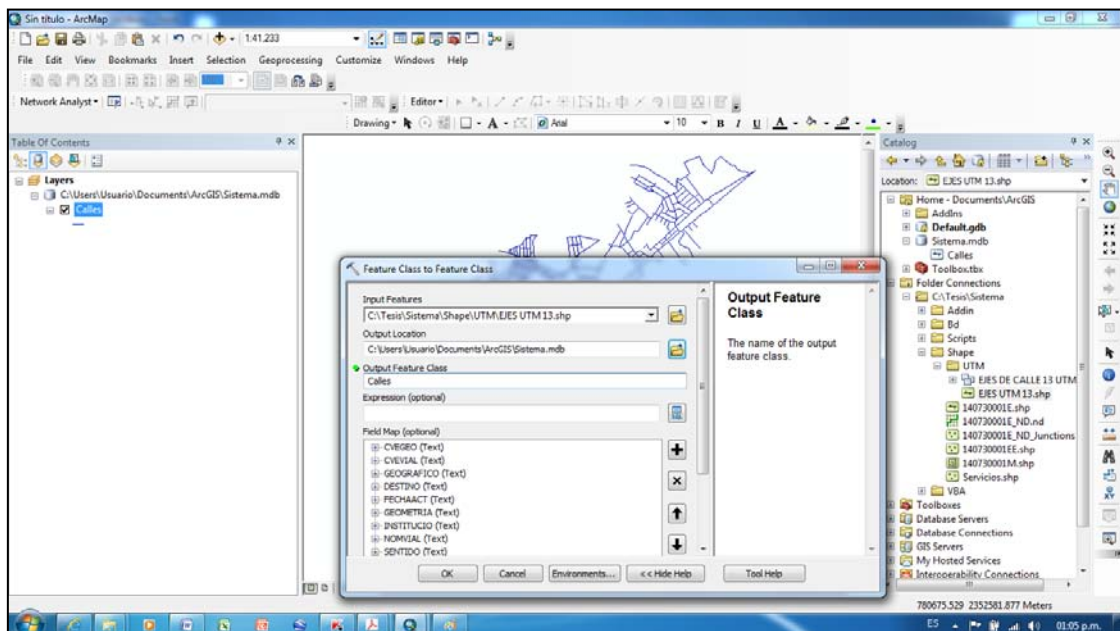


Figura 52. Proyectando al Sistema UTM WGS84, generando un nuevo archivo shape.

Establecemos en ArcMap, manejar las coordenadas en grados decimales, con fracciones de hasta 6 puntos de visualización, para poder tener el detalle a nivel de calle.

Se procede a continuación a la importación de este Shape a nuestra geodatabase, nombrando el archivo a **Calles**, ahora, del tipo Feature Class como se puede observar en la Siguiete figura:



**Figura 53. Importando nuestro shape a la geodatabase.**

Para el archivo de puntos con la ubicación de los servicios de energía eléctrica del municipio de San Juan de los Lagos, como no existe información de momento, procederemos a digitalizar una muestra de 20 servicios directamente sobre del archivo de calles Shape, convirtiendo estos puntos al formato shape para poderlos utilizar como una nueva capa. Primero creamos el archivo Feature Class, por ser para la Geodatabase, según Siguiete figura:

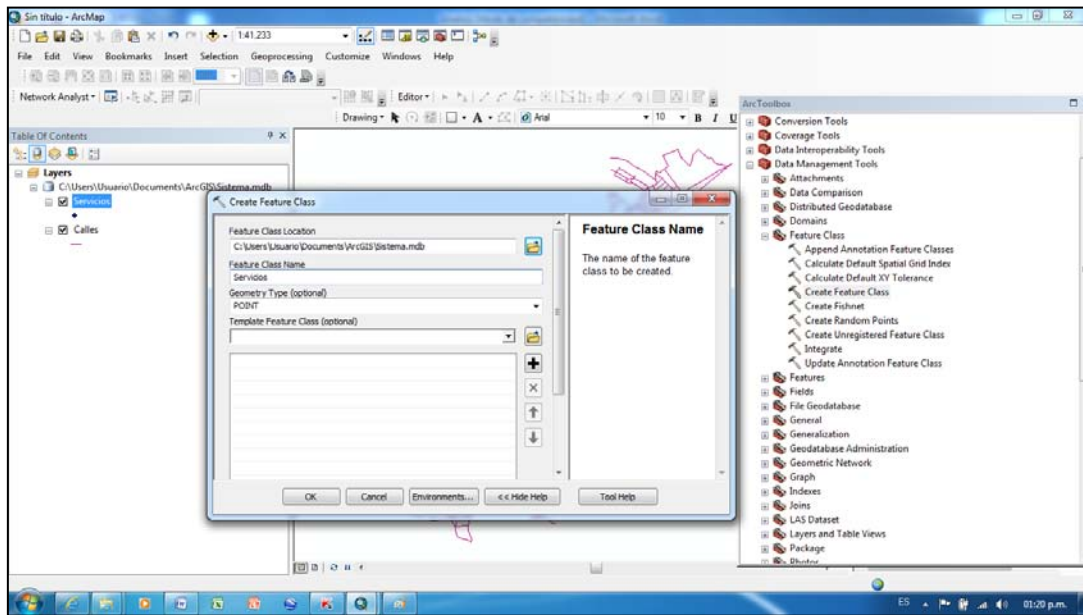


Figura 54. Creando el archivo de servicios de energía, en formato de feature class por ser para la geodatabase.

Continuamos con la definición del Sistema de coordenadas a utilizar (WGS84 UTM Zona13N) y a la edición de los puntos.

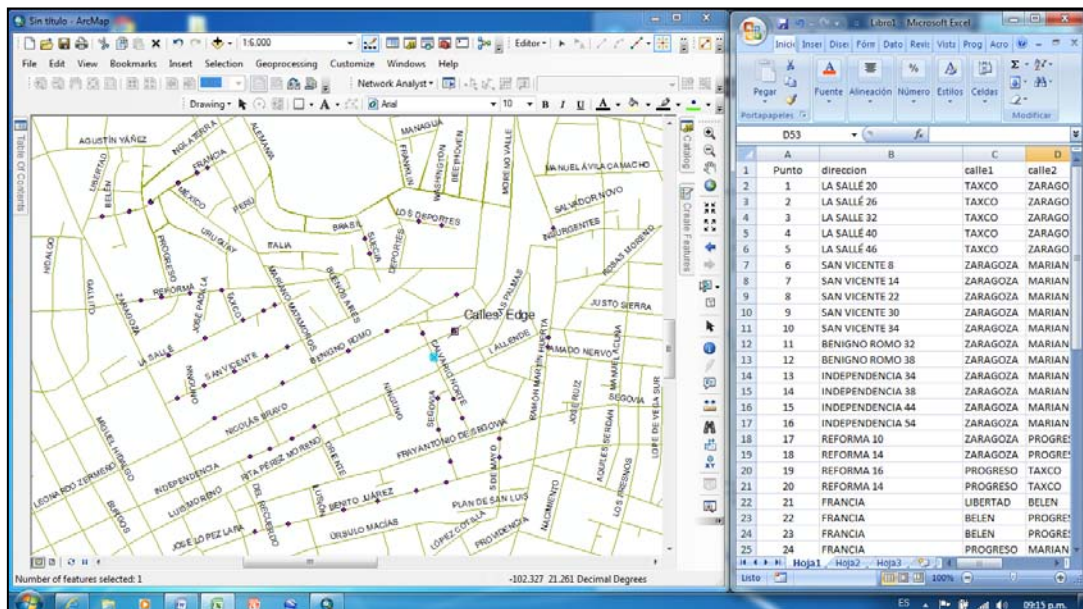
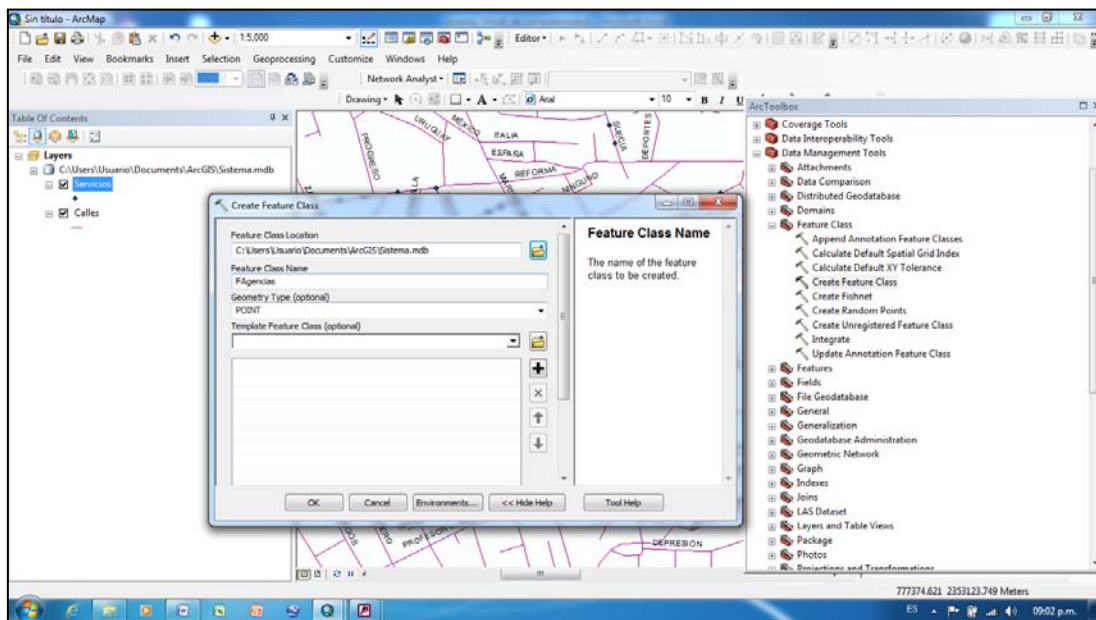


Figura 55. Digitalizando puntos e identificando las calles adyacentes.

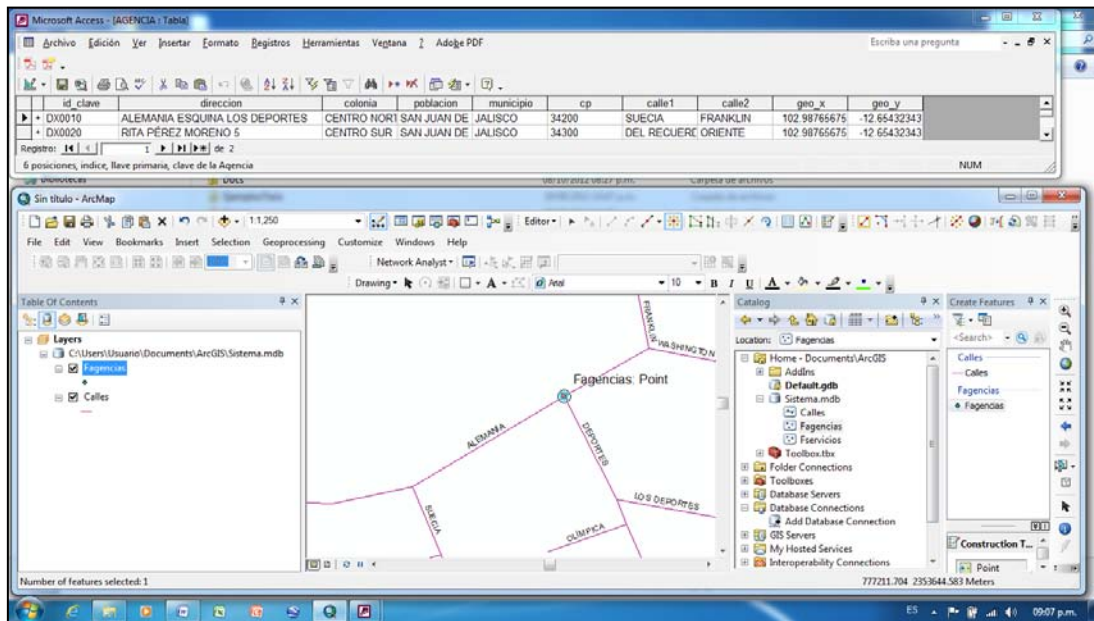
Para el archivo de puntos con la ubicación de las agencias de energía eléctrica del municipio de San Juan de los Lagos, como no existe información georeferenciada de momento, procederemos a crear mediante la digitalización directa sobre del archivo de calles Shape, de dos agencias, convirtiendo estos puntos al formato shape para poderlos utilizar como una nueva capa. Primero se creo el archivo Feature Class, por ser para la Geodatabase, según Siguiente figura:



**Figura 56. Creando el archivo de agencias, en formato de feature class por ser para la geodatabase.**

Continuamos con la definición del Sistema de coordenadas a utilizar (WGS84 UTM Zona13N) y a la edición de los puntos.





**Figura 57. Digitalizando los puntos para las agencias, en formato de feature class por ser para la geodatabase.**

Una vez que se han generado los archivos feature, se procede a la integración de la base de datos previamente diseñada hacia nuestra geodatabase.

Se presenta la problemática de que la versión con que se está trabajando del ArcMap 10.1, no mantiene soporte para crear la conexión para el proveedor de datos adecuado como es el OLE DB para ACCESS; en consecuencia para resolver este caso, se procede a generar las relaciones entre tablas directamente en nuestra geodatabase a través de las clases de relación, mismas que garantizan una mayor integridad de información en la geodatabase, además de hacerlas permanentes.

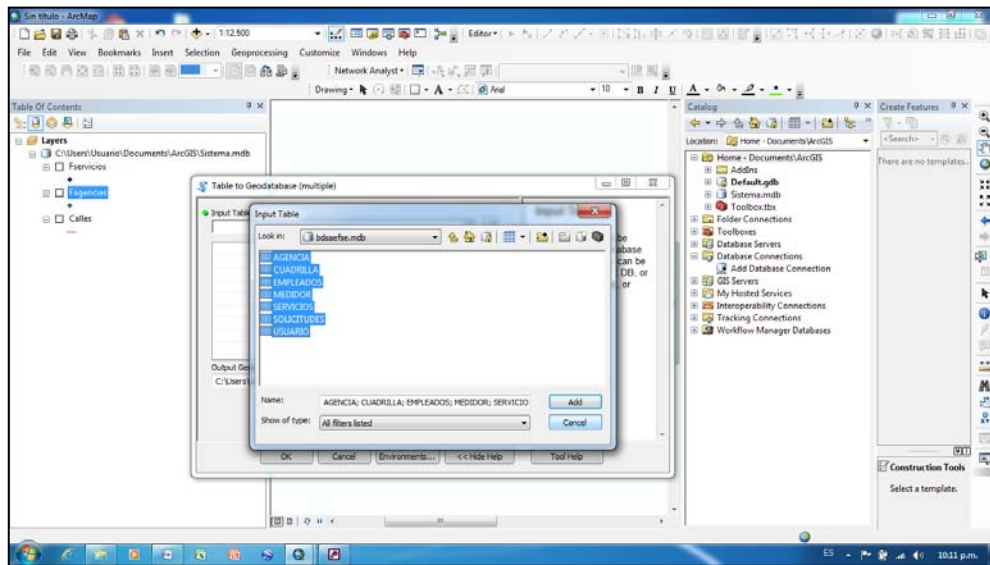


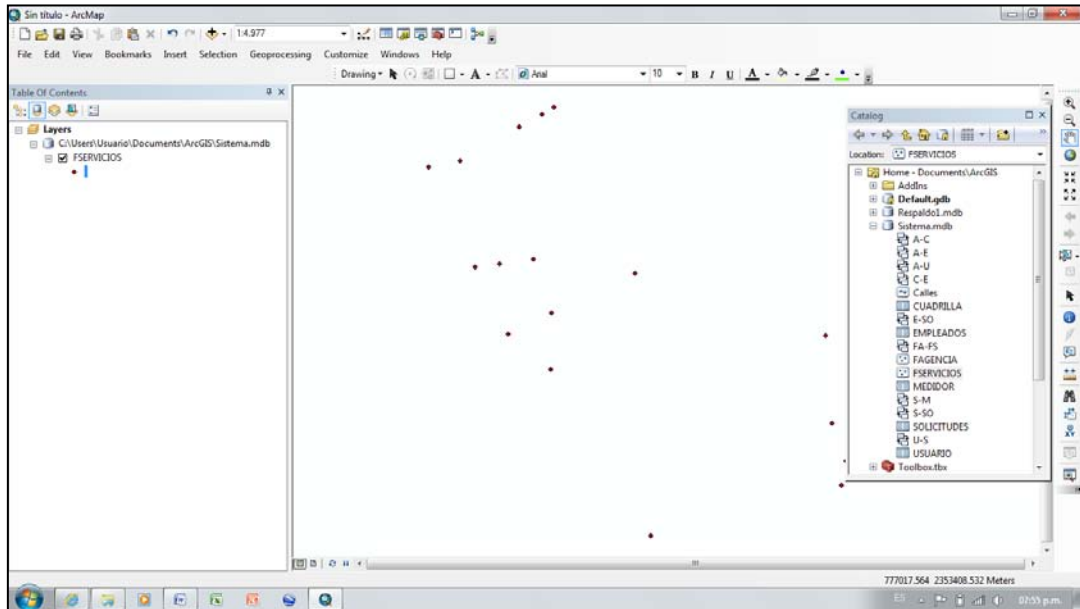
Figura 58. Importando las tablas de la base de datos de Access a la geodatabase.

Después, se cargan algunos datos a los archivos feature, desde las tablas mediante la operación de unir las tablas de features, con las de datos alfanuméricos para así tener en el caso de las agencias y los servicios una sola tabla con las features más los datos alfanuméricos.

OBJECID	Shape	id_pue	id_telefon	id_clave	tarifa	cuanta	gro	hilos	estatus	direccion	colonia	poblacion	municipio	fecha
1	Punto	44811002940	473111306	DX0010	1	060X02010003000	DOMESTIC	1	AC	LA SALLE 20	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	12/03/20
2	Punto	448111102130	7388485	DX0010	1	070X02010021033	DOMESTIC	1	AC	LA SALLE 26	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	13/03/20
3	Punto	448091100952	7342206	DX0010	1	080X02010010010	DOMESTIC	1	AC	LA SALLE 46	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	16/03/20
4	Punto	44817010141	736975	DX0010	1	080X02010010028	DOMESTIC	1	AC	SAN VICENTE 14	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	18/03/20
5	Punto	448510100634	5311461906	DX0020	1	080X02010010070	DOMESTIC	1	AC	REFORMA 10	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	28/03/20
6	Punto	448911000840	7368804	DX0020	1	080X02010010070	DOMESTIC	1	AC	REFORMA 14	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	29/03/20
7	Punto	448090000041	7356423	DX0010	1	080X02010010080	DOMESTIC	1	AC	REFORMA 16	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	30/03/20
8	Punto	448000004216	7388106	DX0010	1	080X02010010090	DOMESTIC	1	AC	FRANCIA 15	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	01/04/20
9	Punto	44888000472	7371443	DX0010	1	080X02010010096	DOMESTIC	1	AC	FRANCIA 17	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	02/04/20
10	Punto	44896001189	7361533	DX0020	1	080X02010010108	DOMESTIC	1	AC	FRANCIA 21	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	04/04/20
11	Punto	448030000396	7387161	DX0010	1	080X02010010110	DOMESTIC	1	AC	FRANCIA 25	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	05/04/20
12	Punto	448170000194	7341856	DX0010	1	080X02010010115	DOMESTIC	1	AC	FRANCIA 31	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	06/04/20
13	Punto	44891101051	7341076	DX0020	1	080X02010010125	DOMESTIC	1	AC	BENITO JUAREZ 136	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	08/04/20
14	Punto	448000005186	7349450	DX0010	1	080X02010010145	DOMESTIC	1	AC	BENITO JUAREZ 160	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	12/04/20
15	Punto	448860004413	7374274	DX0010	1	080X02010010150	DOMESTIC	1	AC	SEGOVIA 8	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	13/04/20
16	Punto	448070000295	7360245	DX0010	1	080X02010010155	DOMESTIC	1	AC	SEGOVIA 20	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	14/04/20
17	Punto	448950010034	7349626	DX0010	1	080X02010010165	DOMESTIC	1	AC	CALVARIO DEL NORTE 15	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	16/04/20
18	Punto	448021000087	7348453	DX0010	1	080X02010010180	DOMESTIC	1	AC	S DE MAYO 47	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	19/04/20
19	Punto	448810000220	7356431	DX0020	1	080X02010010220	COMERCIAL	2	BA	BENIGNO ROMO 79	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	30/04/20
20	Punto	448810010185	7348660	DX0010	1	080X02010010240	COMERCIAL	2	BA	CALVARIO NORTE 88	CENTRO	SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO	01/05/20

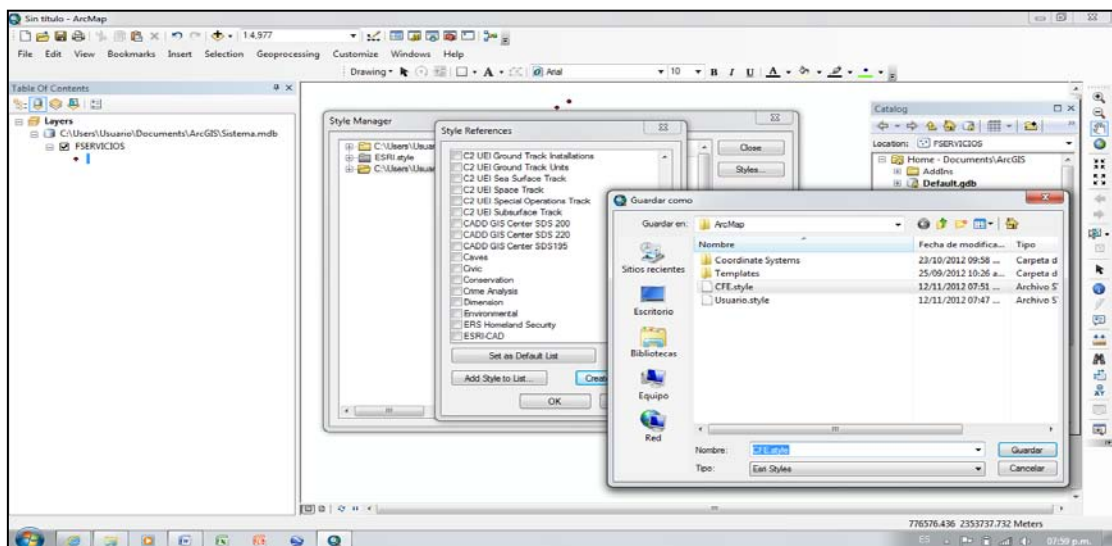
Figura 59. Resultado de la unión de tabla de features con tabla alfanumérica.

Se crean las relaciones entre las tablas, así la geodatabase queda integrada como se ve en la Siguiete figura:

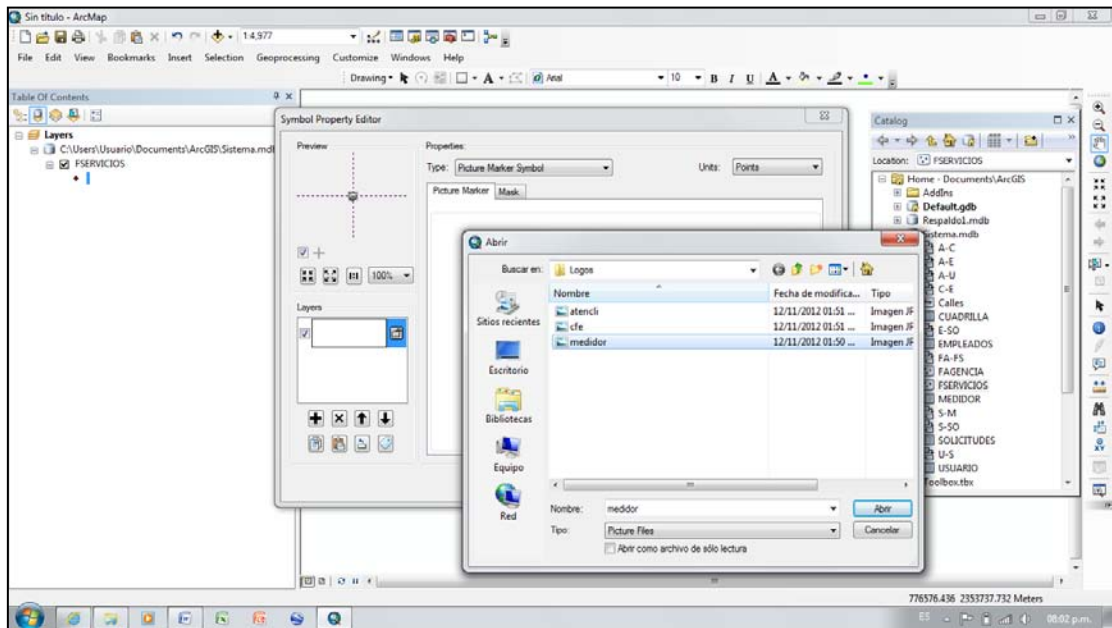


**Figura 60. Tablas de geometrías y alfanuméricas, así como sus relaciones**

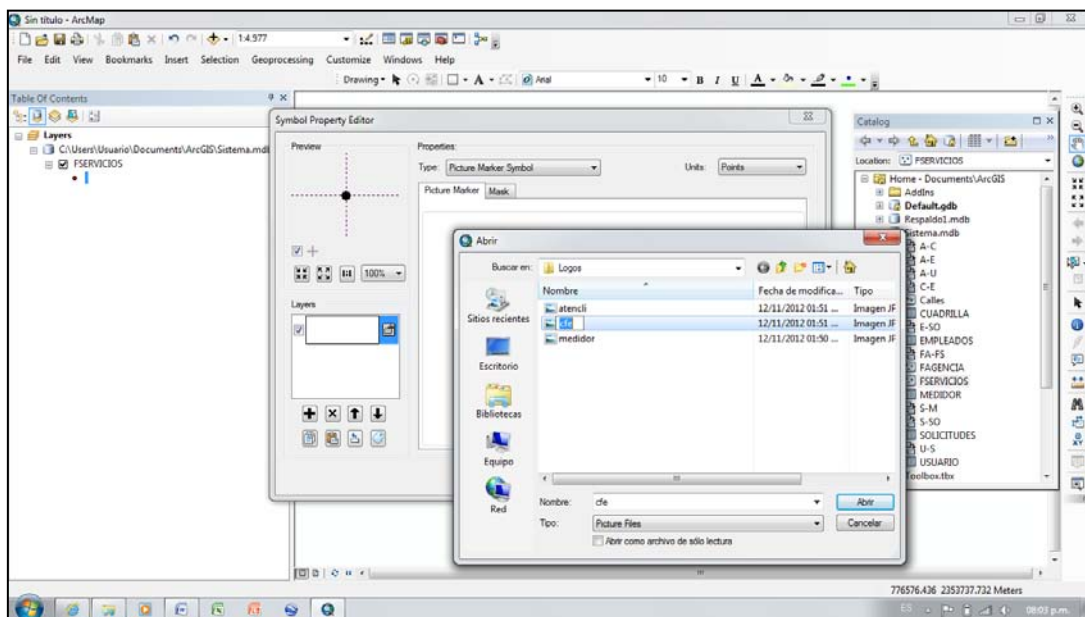
A efecto de personalizar los símbolos a utilizar en las tablas de FSERVICIOS y de FAGENCIAS, se procede a personalizar el estilo y a generar símbolos propios.



**Figura 61. Creando el estilo CFE.**

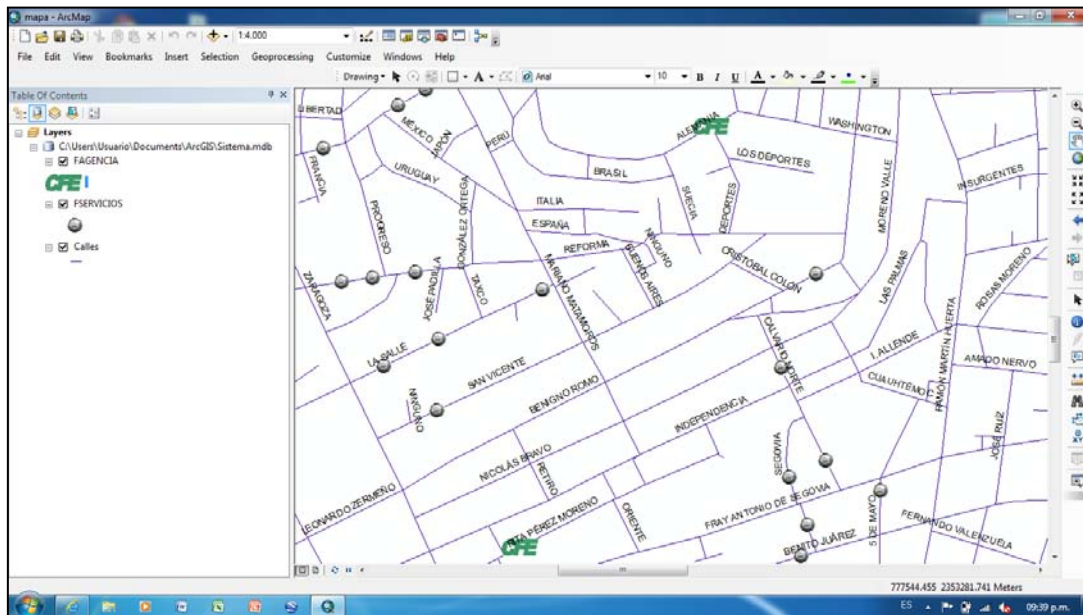


**Figura 62. Importando el símbolo para los servicios desde una imagen de un medidor de energía.**



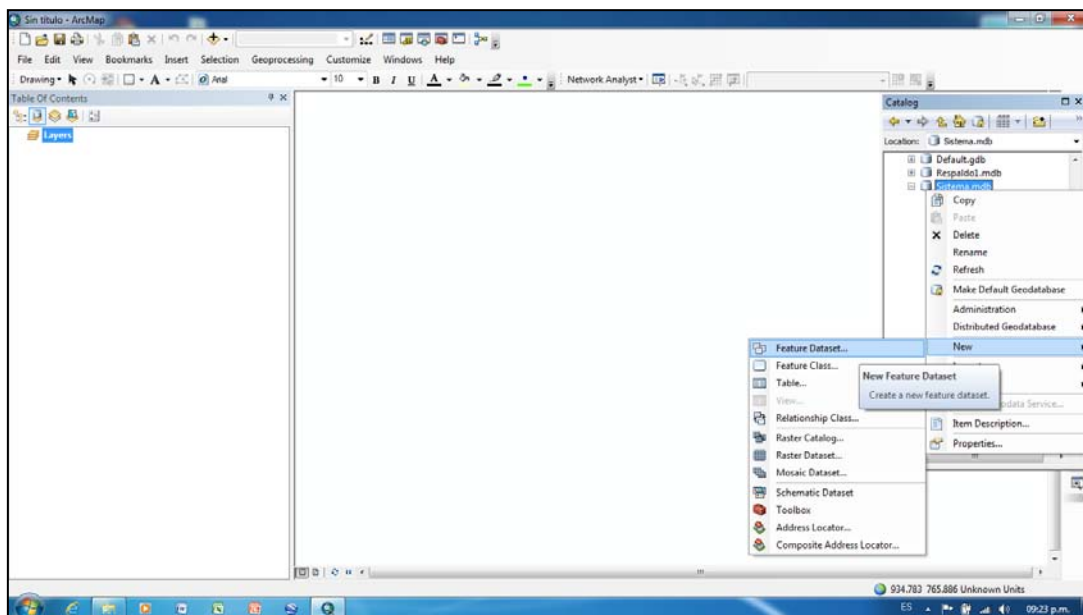
**Figura 63. Importando la imagen de CFE para representar una agencia.**

Una vez creados nuestros propios símbolos, se procede a utilizarlos para crear nuestro mapa principal



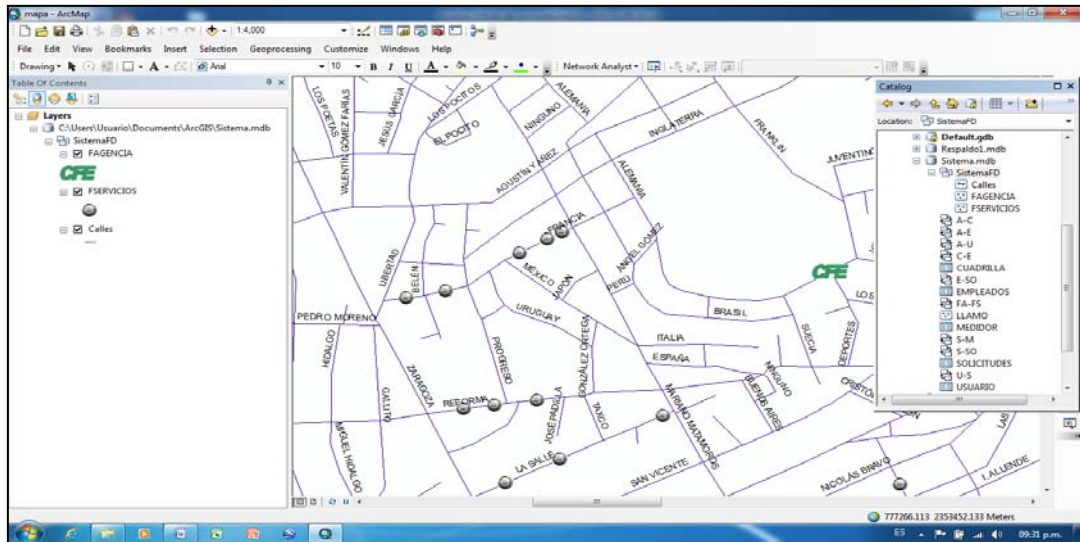
**Figura 64. Mapa principal con símbolos propio.**

A continuación, se prepara la geodatabase para el análisis de red, que servirá para localizar el incidente o punto desde donde se reporta la falla del servicio, y la agencia de atención más cercana al lugar del evento.



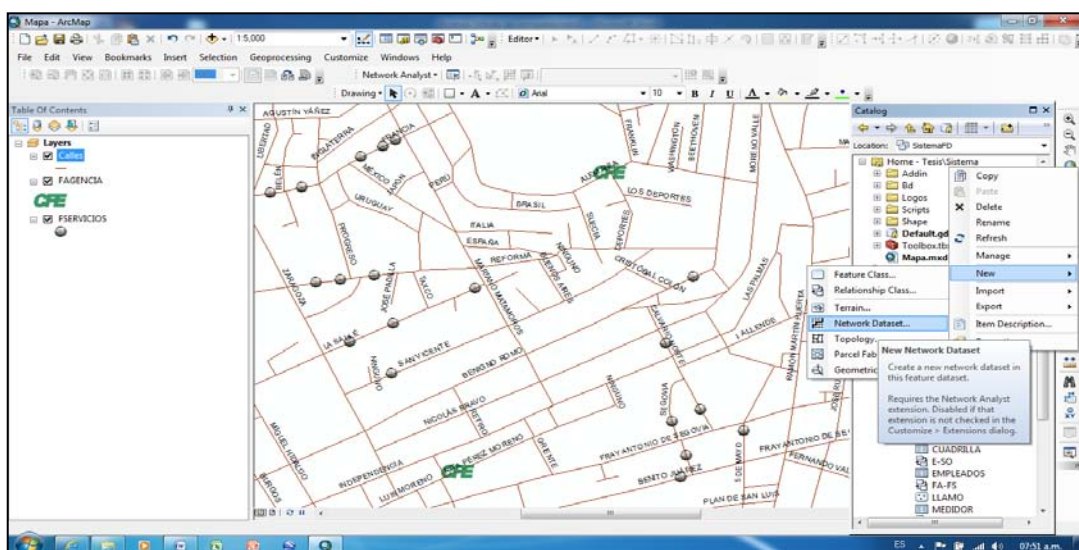
**Figura 65. Creando el feature dataset que contendrá las clases de las entidades que participan en el análisis.**

Una vez creado el feature dataset, se adicionan las clases de entidad a utilizar en el análisis.



**Figura 66. Adicionando al feature dataset las entidades que participaran en el análisis de red.**

En seguida se procede a elaborar el Network dataset que contendrá las asociaciones de atributos y las políticas de conectividad necesarias para el análisis.



**Figura 67. Creando el network dataset.**

Seleccionamos las fuentes de información que participaran.

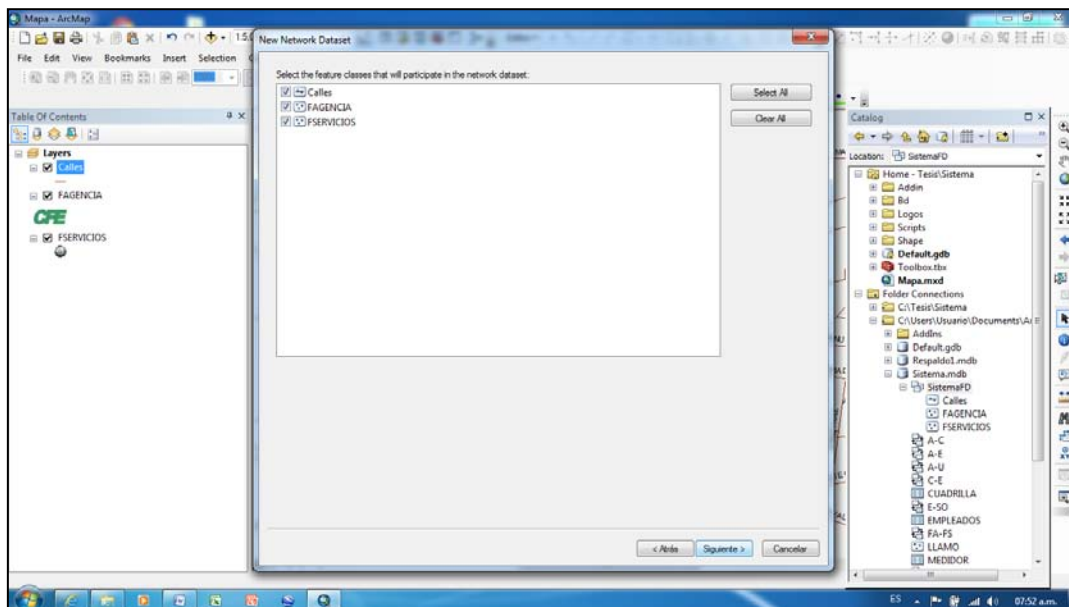


Figura 68. Seleccionando las fuentes de información.

No se considera la modelación del parámetro giros.

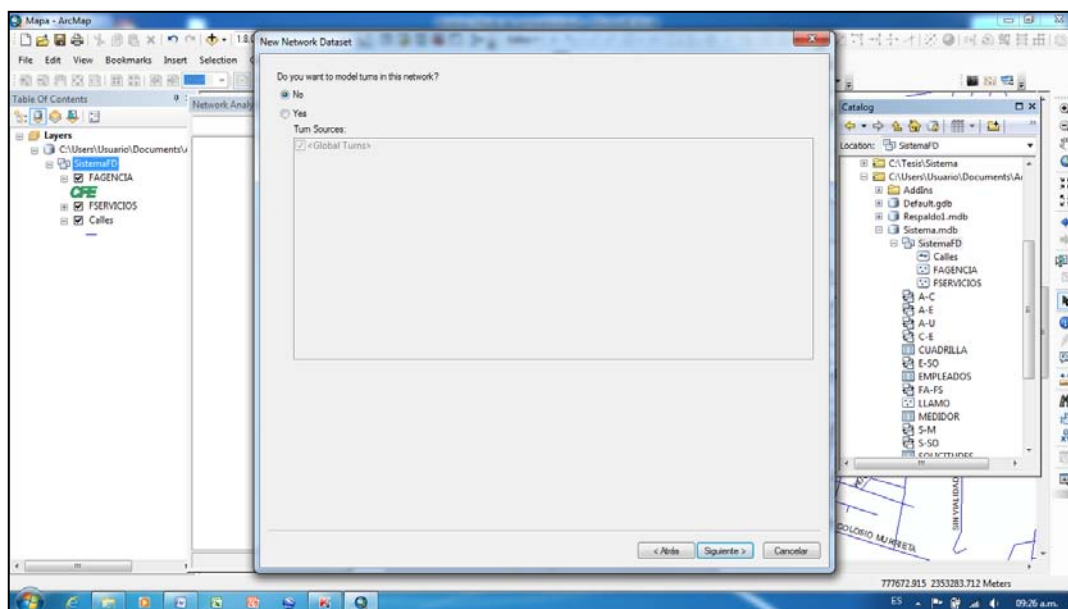


Figura 69. Para este caso, no parametrizamos los giros.

Ahora se identifican las políticas de conectividad, considerando que para las calles, la conexión se realizará sobre cualquier vértice del segmento de calle, incluyendo los puntos finales. Para los servicios y las agencias se considera que la conexión pueda ser en cualquier parte coincidente del eje más cercano.

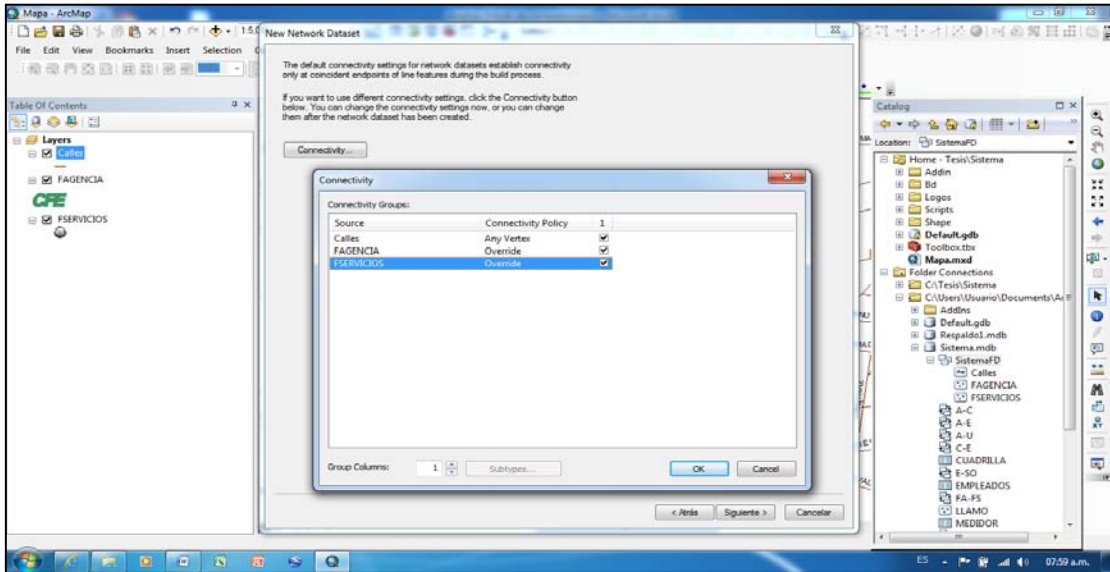


Figura 70. Estableciendo las políticas de conectividad.

No se considera la modelación del parámetro de elevación.

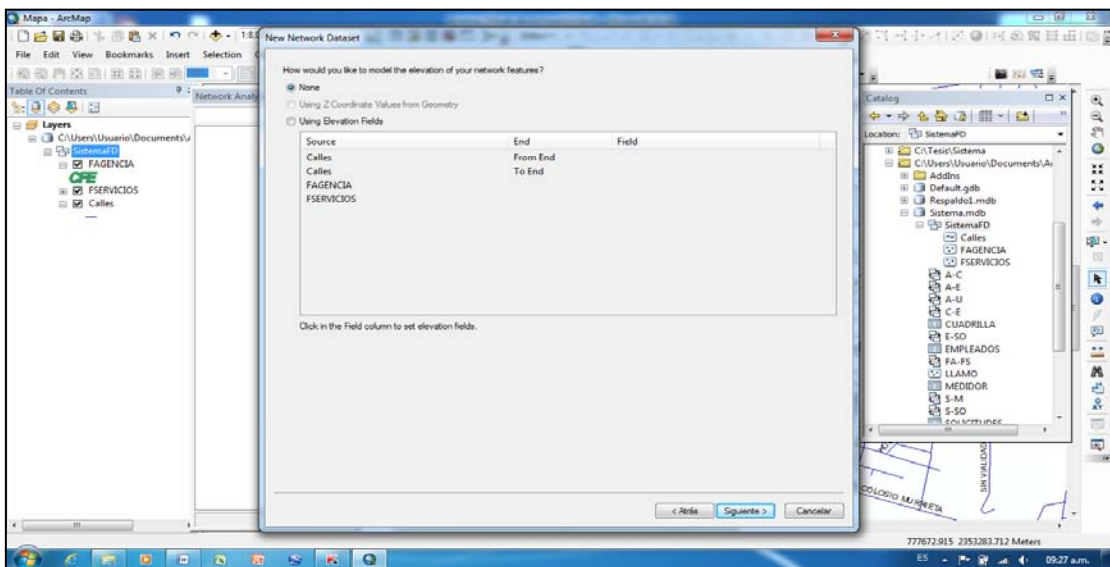
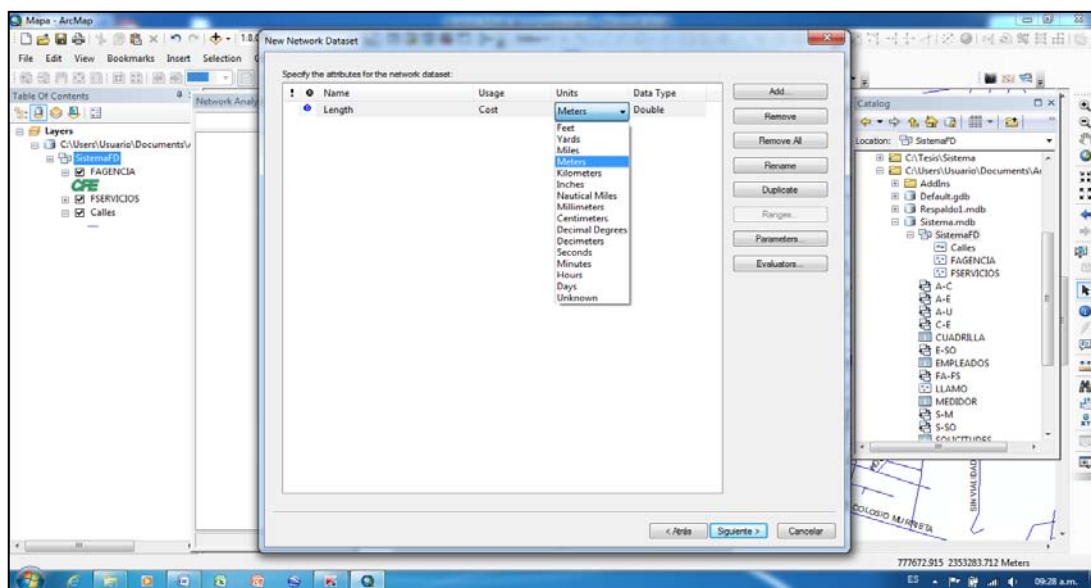


Figura 71. Nuestro callejero no maneja elevación.



Se define la longitud de las calle en metros.



**Figura 72. Nuestro atributo de medición está en metros.**

Se requiere crear la interface gráfica con el usuario, mediante una barra de herramientas para contener dentro de ella, los tres botones que ejecutaran al dar clic en cada uno la clase o código de Python, para realizar la tarea descrita anteriormente como pseudocódigo.

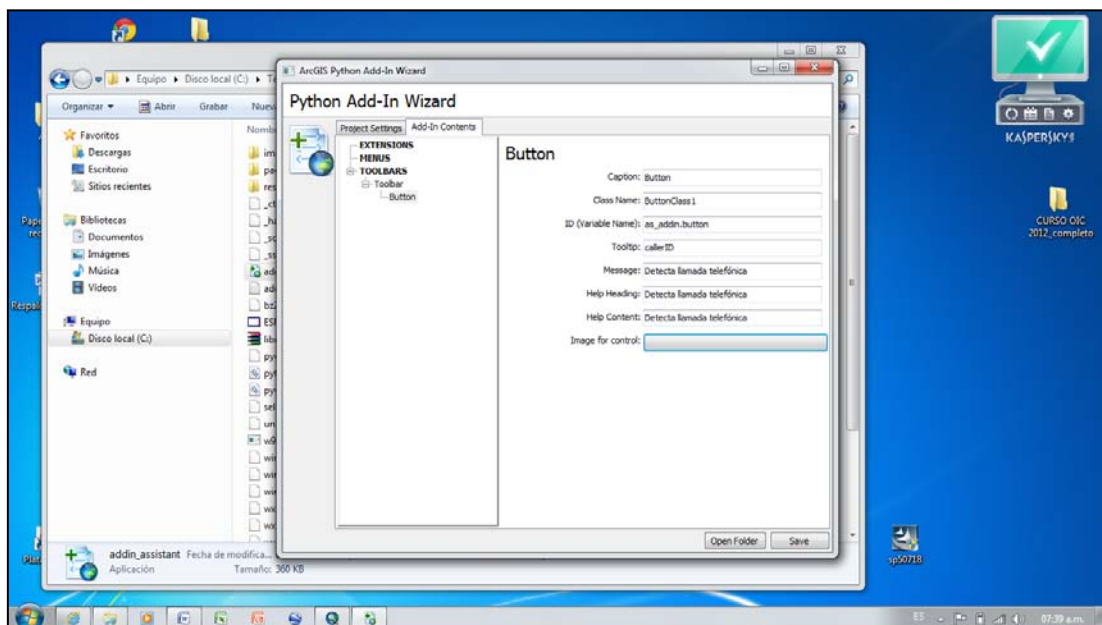
Botón	Descripción	Requerimientos que atiende
Botón 1	Mediante la pulsación de este botón, el Sistema deberá:  Detectar las llamadas entrantes al Computador mediante la lectura continua del puerto serial, identificar el número telefónico que está	REQ#1, REQ#2 y REQ#3

	<p>entrando y validar en el Banco de datos si es un número registrado con servicio de energía, si es número de algún cliente, deberá mostrar los datos básicos y generar un mapa de localización del servicio. El proceso deberá además de registrar los datos de la solicitud de falla que se reporta, junto con el tiempo que tardo desde que se detecta el número telefónico y el registro de la solicitud.</p> <p>El nombre del archivo del mapa será: NúmeroTelefónico+MapaUbicacion.pdf</p>	
Botón 2	<p>De acuerdo al número telefónico proporcionado, al presionar este Botón, el Sistema deberá determinar la Agencia más cercana al servicio que reporta, para así imprimir un mapa de la ruta óptima y de indicaciones para llegar hasta el servicio.</p> <p>El nombre del archivo será: NúmeroTelefónico+MapaRuta.pdf NúmeroTelefónico +DetalleComoLlegar.txt</p>	REQ#4 y REQ#5
Botón 3	<p>La función de este botón al ser presionado, básicamente es la de generar el listado del reporte de fallas en el suministro recibidas por</p>	REQ#6

	<p>Agencia, por día y por número de trabajador.</p> <p>AgenciaMasCercana.PDF</p>	
--	--	--

**Tabla 10.** Tabla que nos indica los botones a diseñar para la interface gráfica con el usuario.

Para lograr esto, se utiliza el Python Add-In Wizard, mismo que facilita la personalización y la extensión de las aplicaciones de ArcGIS.



**Figura 73.** Creando la barra de herramienta y los 3 botones necesarios en el Python add-in wizard.

Personalización de botones.

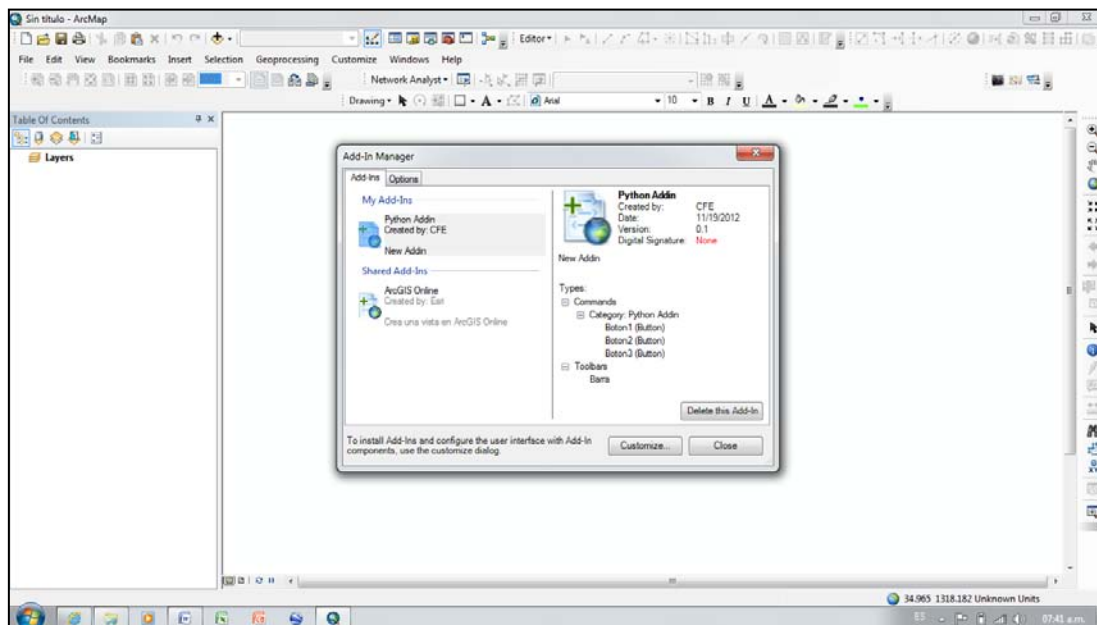


Figura 74. Estructura de add-in creada.

Se muestran a continuación los botones creados.

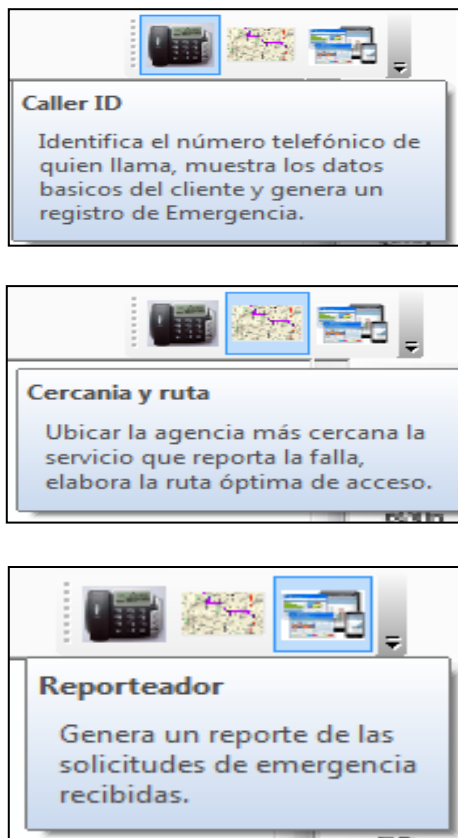


Figura 75. Botones agregados al ArcMap, con su descripción.

Se procede a la elaboración del código para cada uno de los botones, mediante el lenguaje Python en combinación con el ArcGIS y su procesador de objetos geográficos.

#### Código Python para Boton1

```
#
# Objetivo: detectar el número telefónico mediante el Caller ID
#         del usuario que llama, buscar el número en una BD
#         mostrando sus datos básicos, generar un registro
#         de la solicitud de emergencia, además de generar un
#         mapa en formato PDF de la localización de quien llama.
#
# Autor: Ing. Heriberto Aguilera madrigal
#         Estudiante programa UNIGIS
#
#
import sys
import adodbapi #Para acceder a la bd
import datetime #Para mostrar la fecha y la hora
import serial, re #Para detectar el numero telefonico
from datetime import *
sys.path.insert(0, 'C:\\tesis\\sistema')
#Variables
# usuCFE nos indica si es usuario de CFE 1, o no es usuario 0
# numTipo indica el numero del tipo de la solicitud
# cadTipo indica la categoria del tipo de solicitud
# rpe indica el personal de cuadrilla que se le asigna la atención de la
emergencia
# numRpe indica el numero seleccionado para elegir el rpe
usuCFE=2
numTipo=0
```

```
cadTipo=""
rpe = "99999"
numRpe=0

#Fecha y Hora Iniciales
fecha = str(datetime.today())
fecha = fecha[:10]
horalni = str(datetime.today())
horalni = horalni[11:]

#Procedimiento para leer el CALLER ID en un módem AGERE --
puerto3 = serial.Serial(2)
puerto3.write("at+vcid=1+"\r\n")
x = 0
while x==0:
    buffer =puerto3.read(puerto3.inWaiting()).strip()
    #print buffer
    salida = str(buffer)
    numero = re.findall(r"\d{10}",salida)
    if len(numero) == 1:
        print("RING ... Llamada entrante ", numero)
        numero = str(numero[0])
        puerto3.close
        x=1
    else:
        x=0

#Inicio de la conexión con la base de datos
database = "C:\\tesis\\sistema\\bd\\sistema.mdb"
constr = 'Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0; Data Source=%s' % database
conn = adodbapi.connect(constr)

# Creando el cursor para acceder los registros de la BD
```

```
cs= conn.cursor()

# Instruccion SQL
numero = ""%s" % numero
sql = 'select FSERVICIOS.id_telefon, FSERVICIOS.id_rpu,
MEDIDOR.id_serie,FSERVICIOS.cuenta,\
    USUARIO.nombre, FSERVICIOS.fechaalta, FSERVICIOS.tarifa,
FSERVICIOS.giro, FSERVICIOS.hilos,\
    FSERVICIOS.direccion, FSERVICIOS.colonia, FSERVICIOS.cp,
FSERVICIOS.poblacion, FSERVICIOS.municipio,\
    FSERVICIOS.calle1, FSERVICIOS.calle2\
from FSERVICIOS, MEDIDOR, USUARIO\
where USUARIO.id_telefono=FSERVICIOS.id_telefon AND
FSERVICIOS.id_telefon=%s AND FSERVICIOS.id_rpu=MEDIDOR.id_rpu' %
numero
cs.execute(sql)

# Obteniendo todos los renglones que coinciden en el SELECT
rows1 = cs.fetchall()

# Almacenando los campos accesados en variables
for ubicacion in rows1:
    tel=ubicacion.id_telefon
    rpu=ubicacion.id_rpu
    idser=ubicacion.id_serie
    cuenta=ubicacion.cuenta
    nombre=ubicacion.nombre
    fechal=ubicacion.fechaalta
    tarif=ubicacion.tarifa
    giro=ubicacion.giro
    hilos=ubicacion.hilos
    direc=ubicacion.direccion
```

```

col=ubicacion.colonia
cp=ubicacion.cp
pob=ubicacion.poblacion
mun=ubicacion.municipio
call_1=ubicacion.calle1
call_2=ubicacion.calle2

```

```

#Prueba si hay datos en 'telef'(USUARIO), 'rpu'(SERVICIOS) y
'idserie'(MEDIDOR), si alguno no tiene datos no es usuario de CFE
try:
    tel
    usuCFE=1
except:
    print "No es usuario de CFE/No hay datos, favor de marcar el 071 para
solicitar el servicio de energía"
    usuCFE=0

if usuCFE==1:
    print "Ubicacion del Sistema de Energía Eléctrica"
    print "Datos del Servicio: "
    print "Teléfono: ", tel, " RPU: ", rpu, " Medidor: ",idser, " Numero Cuenta:
",cuenta
    print "Nombre de Usuario: ", nombre, " Fecha de Alta: ", fechal, " Tarifa ", tarif,
" Giro: ", giro, " Hilos: ", hilos
    print ""
    print "Datos de Ubicación: "
    print "Dirección: ", direc, " Colonia: ", col, " CP: ", cp
    print "Poblacion: ", pob, " Municipio: ", mun
    print "Entre calle: ", call_1," y Calle: ", call_2
    print ""
    print "Seleccione un tipo de solicitud: "
    print " (1) Caída de Arbol"

```



```
print " (2) Derribo de Poste"
print " (3) Tronó Transformador"
print " (4) Corto Eléctrico Calle"
print " (5) Corto Eléctrico Interior Casa"
print " (6) Explosión"
print " (7) Aire Derribo Cable/Poste"
print " (8) Lluvia"
print " (9) Incendio"
print "(10) Manifestación"
print "(11) Trabajos Taller Cercano"
print "(12) Conexion de Equipo Inadecuado"

while (numTipo==0 or numTipo>12):
    print "Tipo de Solicitud: "
    numTipo=input("")
    if numTipo == 1:
        print "(1) Caida de Arbol"
        cadTipo="Caida de Arbol"
    elif numTipo == 2:
        print "(2) Derribo de Poste"
        cadTipo="Derribo de Poste"
    elif numTipo == 3:
        print "(3) Tronó Transformador"
        cadTipo="Tronó Transformador"
    elif numTipo == 4:
        print "(4) Corto Elèctrico Calle"
        cadTipo="Corto Eléctrico Calle"
    elif numTipo == 5:
        print "(5) Corto Eléctrico Interior Casa"
        cadTipo="Corto Eléctrico Interior Casa"
    elif numTipo == 6:
        print "(6) Explosión"
```

```
cadTipo="Explosión"
elif numTipo == 7:
    print "(7) Aire Derribo Cable/Poste"
    cadTipo="Aire Derribo Cable/Poste"
elif numTipo == 8:
    print "(8) Lluvia"
    cadTipo="Lluvia"
elif numTipo == 9:
    print "(9) Incendio"
    cadTipo="Incendio"
elif numTipo == 10:
    print "(10) Manifestación"
    cadTipo="Manifestación"
elif numTipo == 11:
    print "(11) Trabajos Taller Cercano"
    cadTipo="Trabajos Taller Cercano"
elif numTipo == 12:
    print "(12) Conexion de Equipo Inadecuado"
    cadTipo="Conexion de Equipo Inadecuado"

#Asignando la solicitud a un empleado
while (numRpe== 0 or numRpe > 4):
    print "RPE que atiende, <0> para salir "
    numRpe=input("")
if numRpe == 1:
    print "(1) 86202 , HERIBERTO AGUILERA, ELECTRICISTA "
    rpe="86202"
elif numRpe == 2:
    print "(2) 78YU6 , PEPE NAJERA, ELECTRICISTA "
    rpe="78YU6"
elif numRpe == 3:
    print "(3) 76UY8 , GABRIEL LAZARILLO, ELECTRICISTA "
```

```

    rpe="76UY8"
elif numRpe == 4:
    print "(4) 89900 , DANIEL PALMERIN, ELECTRICISTA "
    rpe="89900"

# Registrando la duracion del tiempo de registro de solicitud
horaFin = str(datetime.today())
horaFin = horaFin[11:]
# Registro de la solicitud de emergencia, el folio es autonumérico por lo que no
se requiere llevar control
rpu = "%s" % rpu
rpe = "%s" % rpe
fecha = "%s" % fecha
cadTipo = "%s" % cadTipo
horalni= "%s" % horalni
horaFin= "%s" % horaFin
sql = 'insert into solicitudes(id_rpu,id_rpe,id_telefono,fecha,tipo,t_inicio,t_fin)\
      values(%s,%s,%s,%s,%s,%s,%s)'
%(rpu,rpe,numero,fecha,cadTipo,horalni,horaFin)
cs.execute(sql)
# Cierre de transacción y de la conexión
conn.commit()
conn.close()

#
# Objetivo: Genera un archivo PDF con la ubicación geográfica
#         del usuario que llama.

#
# Autor: Ing. Heriberto Aguilera madrigal
#       Estudiante programa UNIGIS
#

```

```

#
import sys
import arcpy
sys.path.insert(0, 'C:\\tesis\\sistema')
#Ubicando el apuntador <select> en el registro ubicado via <id_telefon>
# anterior arcpy.SelectLayerByAttribute_management ("FSERVICIOS",
"NEW_SELECTION", " [id_telefon] = '3311461909' ")
arcpy.SelectLayerByAttribute_management ("FSERVICIOS",
"NEW_SELECTION", " [id_telefon] = '4731113060' ")
mxd = arcpy.mapping.MapDocument("CURRENT")
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd)[0]
df.zoomToSelectedFeatures()
#Generando el mapa de ubicacion en PDF
arcpy.mapping.ExportToPDF(mxd,
"c:/tesis/sistema/reportes/4731113060MpaUbicacion.pdf")
#arcpy.SelectLayerByAttribute_management(mxd, "CLEAR_SELECTION")
arcpy.RefreshActiveView()
del mxd

```

**Tabla 11. Muestra el código Python para el Boton1.**

#### Código Python para Boton2

```

# -*- coding: cp1252 -*-
#
# Objetivo: el Sistema deberá determinar la Agencia más cercana
#         al servicio que reporta, para así imprimir un mapa
#         de la ruta óptima para llegar desde la Agencia hasta
#         el servicio que reporta la falla en PDF y un texto con
#         el detalle del recorrido.
#
# Autor: Ing. Heriberto Aguilera madrigal
#         Estudiante programa UNIGIS
#
#

```

```

import sys
import arcpy #Para utilizar el geoprocamiento
sys.path.insert(0, 'C:\\tesis\\sistema')
#Ubicando el apuntador <select> en el registro ubicado via <id_telefon>
arcpy.SelectLayerByAttribute_management ("FSERVICIOS",
"NEW_SELECTION", " [id_telefon] = '4731113060' ")
mxd = arcpy.mapping.MapDocument("CURRENT")
# por si se requiere ajustar df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd)[0]
# por si se requiere ajustar df.zoomToSelectedFeatures()
# Extrae y agrega al marco de datos el registro seleccionado generando un
archivo temporal tipo punto (Shape)
arcpy.CopyFeatures_management("FSERVICIOS","C:/Tesis/Sistema/Temp/te
mporal.shp", "#", "0", "0", "0")
# Crea la capa de analisis de Red de ubicaciones más cercanas
arcpy.MakeClosestFacilityLayer_na("SistemaFD_ND", "Analisis de
cercanias", "Length", "TRAVEL_FROM", "#", "1", "#", "ALLOW_UTURNS", "#", "NO
_HIERARCHY", "#", "TRUE_LINES_WITH_MEASURES", "#", "NOT_USED")
# carga los puntos de Agencias (Facilities)
arcpy.AddLocations_na("Analisis de
cercanias", "Facilities", "FAGENCIA", "#", "5000 Meters", "#", "Calles
SHAPE;SistemaFD_ND_Junctions
NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "APPEND", "NO_SNAP", "5
Meters", "INCLUDE", "Calles #;SistemaFD_ND_Junctions #")
#carga los puntos del archivo temporal, servicio ubicado por número telefónico
(Incidents)
arcpy.AddLocations_na("Analisis de
cercanias", "Incidents", "C:/Tesis/Sistema/Temp/temporal.shp", "#", "5000
Meters", "#", "Calles SHAPE;SistemaFD_ND_Junctions
NONE", "MATCH_TO_CLOSEST", "APPEND", "NO_SNAP", "5
Meters", "INCLUDE", "Calles #;SistemaFD_ND_Junctions #")
# Ejecute la herramienta de ubicación más cercana (Closest Analisis)
arcpy.Solve_na("Analisis de cercanias", "HALT", "TERMINATE", "#")

```

```

#Exportar el mapa generado a formato PDF
arcpy.mapping.ExportToPDF(mxd,
"c:/tesis/sistema/Reportes/4731113060MapaRuta.pdf")
# Generar archivo de indicaciones de como llegar al incidente
arcpy.Directions_na("Análisis de
cercanias","TEXT","C:/Tesis/Sistema/Reportes/4731113060DetalleComoLlegar
.txt","Meters","REPORT_TIME","#","en-US","NA Desktop","#")
#Borre archivos temporales y cierre conexión
arcpy.Delete_management("temporal")
arcpy.Delete_management("Análisis de cercanias")
arcpy.RefreshActiveView()

```

**Tabla 12. Muestra el código Python para el Boton2.**

Código Python para Boton3
<pre> # -*- coding: cp1252 -*- # # Objetivo: Este proceso, generará a partir de la tabla de Solicitudes, #         de la tabla de Servicios, de la tabla de Agencias y de la #         tabla de rutas, un reporte de los servicios con falla #         indicando la agencia que por cercanía le corresponde. # # Autor: Ing. Heriberto Aguilera Madrigal #         Estudiante programa UNIGIS # # # Carga de librerias import sys import arcpy #Para utilizar el geoprocesamiento sys.path.insert(0, 'C:\\tesis\\sistema') mxd = arcpy.mapping.MapDocument("CURRENT") # # Crea el Join de los Servicios con las solicitudes tener solo los servicios que # reportaron falla </pre>

```

#
arcpy.AddJoin_management("FSERVICIOS","id_rpu","SOLICITUDES","id_rpu"
,"KEEP_COMMON")
#
# Crea el Layer para analisis de cercanías
arcpy.MakeClosestFacilityLayer_na("SistemaFD_ND","Closest
Facility","Length","TRAVEL_FROM","#","1","#","ALLOW_UTURNS","#","NO_HI
ERARCHY","#","TRUE_LINES_WITH_MEASURES","#","NOT_USED")
#
# Carga las Agencias como facilities
arcpy.AddLocations_na("Closest Facility","Facilities","FAGENCIA","#","5000
Meters","#","Calles SHAPE;SistemaFD_ND_Junctions
NONE","MATCH_TO_CLOSEST","APPEND","NO_SNAP","5
Meters","INCLUDE","Calles #;SistemaFD_ND_Junctions #")
#
# Carga los Servicios como incidentes, aqui solo van los servicios con
solicitudes de emergencia
arcpy.AddLocations_na("Closest Facility","Incidents","FSERVICIOS","#","5000
Meters","#","Calles SHAPE;SistemaFD_ND_Junctions
NONE","MATCH_TO_CLOSEST","APPEND","NO_SNAP","5
Meters","INCLUDE","Calles #;SistemaFD_ND_Junctions #")
#
# Crea el layer de Rutas óptimas
arcpy.Solve_na("Closest Facility","HALT","TERMINATE","#")
#
# Hace la union entre Servicios y "Routes" para corresponder el servicio que
agencia le toca
arcpy.AddJoin_management("FSERVICIOS","FSERVICIOS.OBJECTID","Clos
est Facility/Routes","IncidentID","KEEP_ALL")
#
# Finalmente un Join más para tener la descripcion de las agencias en
facilityID

```

```

arcpy.AddJoin_management("FSERVICIOS","CFRoutes.FacilityID","FAGENCI
A","OBJECTID","KEEP_ALL")
#
# Correr reporte de AgenciaMasCercana predefinido según requerimiento
#
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd)[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "FSERVICIOS", df)[0]
arcpy.mapping.ExportReport(lyr,r"C:\Tesis\Sistema\Reportes\AgenciaMasCerc
ana.rlf",r"C:\Tesis\Sistema\Reportes\AgenciaMasCercana.pdf")

```

**Tabla 13. Muestra el código Python para el Boton3.**

#### **4.6. PRUEBA DEL SISTEMA**

La prueba del Sistema se realizó con la información contenida en los archivos diseñados en el apartado 4.5. Se buscó que el código desarrollado funcione para cumplir los requerimientos planteados. Es bien conocida la imposibilidad de que un Sistema funcione a la perfección, debido a la diversidad con que cada persona vive y percibe las situaciones que lo rodean, también a que los cambios dentro de la organización son rápidos y frecuentes.

Para poder probar el Botón1, es necesario que se realicen las configuraciones que se describen en el apartado de anexos.

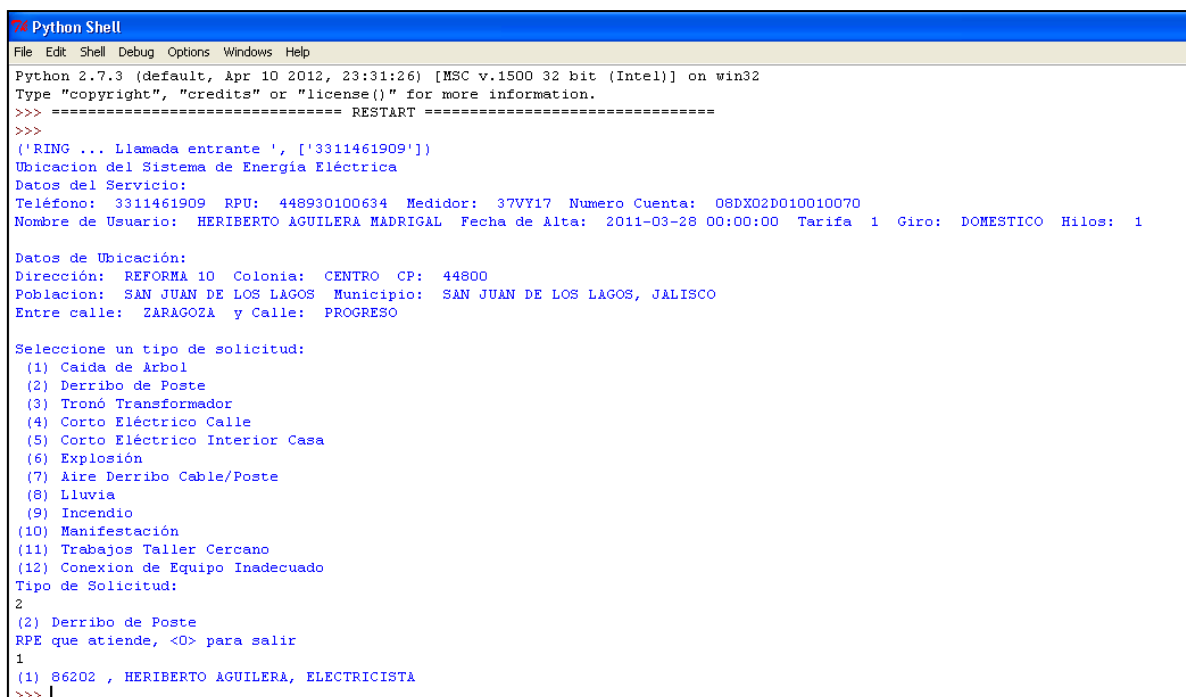
Probando el Botón1.

Para poder probar este botón, se hizo en dos partes; la primera que tiene que ver con el uso del CallerID, y la segunda, que tiene que ver la parte de la



generación del archivo en formato PDF, que nos da la ubicación geográfica del usuario que llama. Para esto, se separó el código en dos partes Boton1 y Boton1B respectivamente. Esto es porque nuestra BD se diseñó en formato ACCESS con conexión vía ADODBAPI, formatos de acceso a datos que en ArcGIS 10.1 ya no tienen soporte.

Probando el CallerID: Deberá seguir las instrucciones de ejecución de acuerdo a lo indicado en anexo. Se ejecutó durante 10 ocasiones el boton1, registrando el tiempo que se tarda el Sistema para identificar los datos del Usuario que está llamando, identificar el incidente que está reportando y generar su folio respectivo en una tabla.



```

Python Shell
File Edit Shell Debug Options Windows Help
Python 2.7.3 (default, Apr 10 2012, 23:31:26) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>>
('RING ... Llamada entrante ', ['3311461909'])
Ubicación del Sistema de Energía Eléctrica
Datos del Servicio:
Teléfono: 3311461909 RPU: 448930100634 Medidor: 37VY17 Numero Cuenta: 08DX02D010010070
Nombre de Usuario: HERIBERTO AGUILERA MADRIGAL Fecha de Alta: 2011-03-28 00:00:00 Tarifa 1 Giro: DOMESTICO Hilos: 1

Datos de Ubicación:
Dirección: REFORMA 10 Colonia: CENTRO CP: 44800
Poblacion: SAN JUAN DE LOS LAGOS Municipio: SAN JUAN DE LOS LAGOS, JALISCO
Entre calle: ZARAGOZA y Calle: PROGRESO

Seleccione un tipo de solicitud:
(1) Caída de Arbol
(2) Derribo de Poste
(3) Tronó Transformador
(4) Corto Eléctrico Calle
(5) Corto Eléctrico Interior Casa
(6) Explosión
(7) Aire Derribo Cable/Poste
(8) Lluvia
(9) Incendio
(10) Manifestación
(11) Trabajos Taller Cercano
(12) Conexion de Equipo Inadecuado
Tipo de Solicitud:
2
(2) Derribo de Poste
RPE que atiende, <0> para salir
1
(1) 86202 , HERIBERTO AGUILERA, ELECTRICISTA
>>>

```

**Figura 76.** Figura que muestra la interacción del usuario con el Sistema mediante el procedimiento del Boton1.

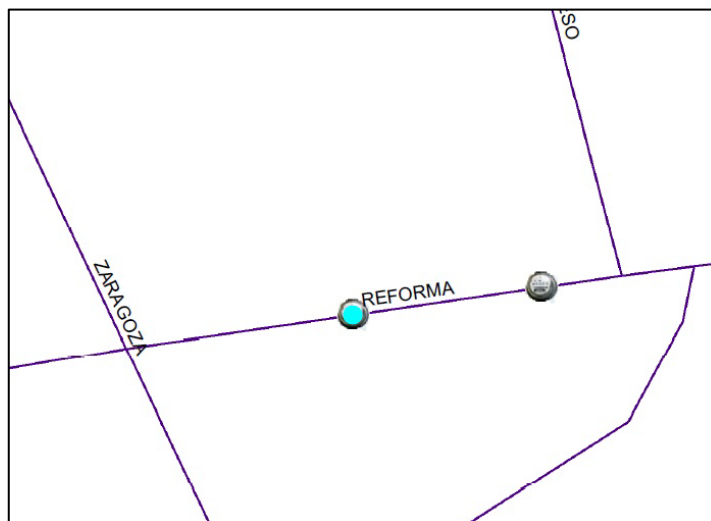
SOLICITUDES							
OBJECTID	id_rpu	id_rpe	id_telefono	fecha	tipo	t_inicio	t_fin
1	448930100634	86202	3311461909	21/12/2012	Caida de Arbol	08:31:57.390000	08:32:19.593000
2	448110202548	76UY8	4731113060	21/12/2012	Derribo de Poste	12:23:09.281000	12:23:25.390000
3	448110202548	86202	4731113060	21/12/2012	Caida de Arbol	12:23:41.906000	12:24:08.531000
4	448110202548	78YU6	4731113060	21/12/2012	Derribo de Poste	12:24:15.250000	12:24:37.750000
5	448110202548	86202	4731113060	21/12/2012	Aire Derribo Cable	12:27:23.046000	12:27:37.234000
6	448110202548	86202	4731113060	21/12/2012	Caida de Arbol	12:32:37.921000	12:32:48.531000
7	448110202548	86202	4731113060	21/12/2012	Trabajos Taller Cei	12:32:54.984000	12:33:11.140000
8	448110202548	78YU6	4731113060	21/12/2012	Incendio	12:33:17.171000	12:33:32.031000
9	448110202548	86202	4731113060	21/12/2012	Derribo de Poste	12:36:12.750000	12:36:30.281000
10	448110202548	86202	4731113060	21/12/2012	Lluvia	12:37:36.671000	12:37:50.656000
11	448930100634	86202	3311461909	24/12/2012	Derribo de Poste	10:55:48.656000	10:57:53.921000
*	(Nuevo)						

**Tabla 14. Muestra el folio, las llaves de acceso a las demás tablas de la BD, la fecha, el tipo de emergencia, los tiempos de inicio y el fin del registro.**

El procedimiento para este botón, se puede mejorar al agregar un campo del tipo calculado que indique la diferencia entre t\_inicio y t\_fin de tal manera que se obtenga el dato de duración del proceso.

Probando el Boton1B.

Una vez que se ejecuta el primer botón de la barra de herramientas creada para el Sistema, se genera en la ruta C:\Tesis\Sistema\Reportes un archivo en formato PDF en donde se muestra la ubicación del servicio de energía eléctrica correspondiente al teléfono ingresado.



**Figura 77. Figura que indica el archivo que contiene la ubicación del servicio de energía eléctrica reportado, en archivo PDF.**

Este proceso se puede mejorar si se agrega al reporte los datos básicos del servicio de energía, a manera de tener una descripción más amplia.

Probando el Boton2.

Para ejecutar el Boton2, es necesario que mantenga la configuración como se indica en el apartado de anexos. Al presionar el botón indicado, el Sistema ejecuta herramientas del geoprocesador de ArcGIS de Análisis de Red para obtener la ruta más corta entre el servicio de energía y la agencia de atención correspondiente.

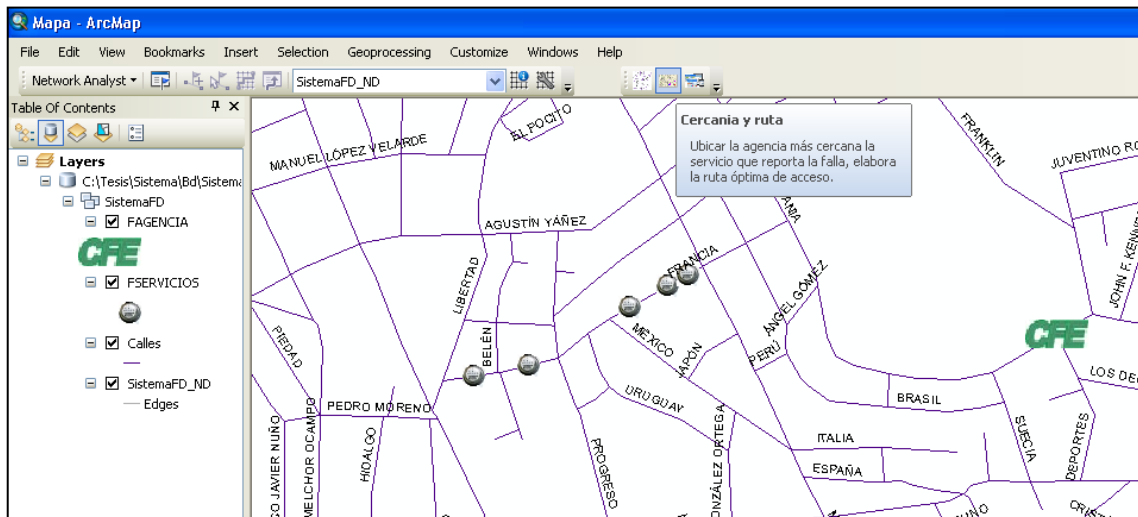


Figura 78. Figura que indica el estado del mapa antes de ejecutar el análisis.

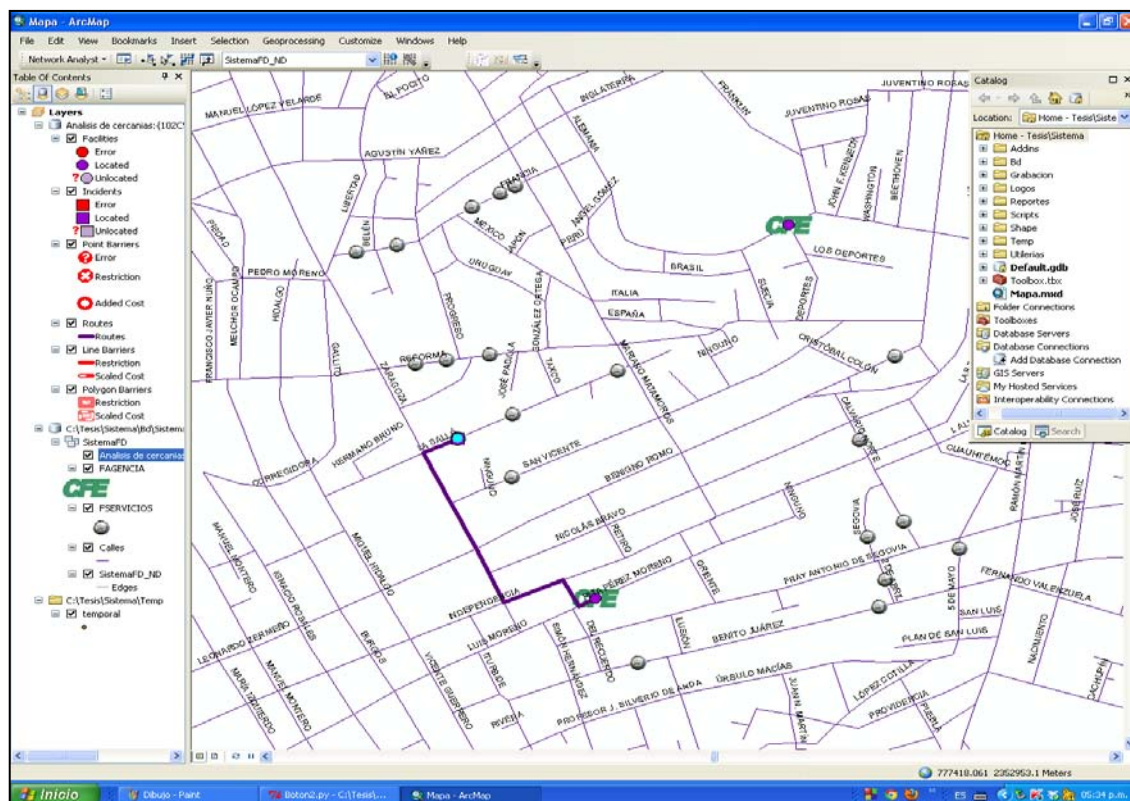


Figura 79. Figura que indica es estado del mapa después de ejecutar el análisis.

Después de realizar el análisis, se genera un archivo en formato PDF con el mapa de la ruta más óptima para llegar desde la ubicación del servicio de energía a la

agencia más próxima, también se genera un archivo de texto con las indicaciones de cómo hacerlo en la ruta C:\Tesis\Sistema\Reportes.

Probando el Boton3.

Para ejecutar el proceso del boton3, es necesario que se tenga la configuración indicada en el anexo.

Se debe ejecutar el tercer botón de la barra de acceso, después, el proceso genera un archivo en formato PDF, donde se relacionan los servicios de energía que han reportado alguna falla en el suministro, éste reporte, es agrupado por agencia, ordenado en fecha y en empleado para darnos la agencia más cercana al servicio.

**Solicitudes de Emergencias con Agencia más próxima**

Clave: DX0010    Direccion: ALEMANIA ESQUINA LOS DEPORTES

Fecha	Empleado	Emergencia	Folio	RPU	direccion	colonia	calle1	calle2	Distancia
21/12/2012	86202	Lluvia	10	448110202548	LA SALLÉ 20	CENTRO	TAXCO	ZARAGOZA	591.684563
24/12/2012	86202	Derribo de Poste	11	448930100634	REFORMA 10	CENTRO	ZARAGOZA	PROGRESO	452.38762

Page 1 of 1

**Figura 80. Figura donde se relacionan los servicios que han reportado falla en el suministro.**

Este proceso puede ampliarse variadamente y se pueden crear más reportes, de acuerdo a los cambios de requerimientos de información que se vayan generando en la empresa.

#### **4.7. IMPLANTACIÓN**

Entendiendo la Implantación como la última etapa del ciclo de desarrollo del SIG, y en la que se busca “insertar” al Sistema de Información dentro de la

Organización, y que éste interactúe con las acciones, personas y demás Sistemas, alineado a los objetivos de la empresa.

Es por esto, por lo que es esencial una adecuada implantación, que considere la capacitación del personal, un procedimiento de conversión y la revisión después de la implantación.

*La capacitación*, siendo ésta de calidad, deberá llegar a todo aquel que tenga alguna relación con el Sistema, pueden ser los operadores y/o usuarios finales que reciben algún reporte o información, identificando plenamente el papel que juega cada persona dentro del Sistema. Ésta deberá ser orientada y estratificada de acuerdo al nivel de operación requerido.

*El procedimiento de conversión*, se recomienda sea un proceso ágil, ya que los periodos largos de conversión generan frustración. Si los costos en la empresa no son muy significativos, pero si la seguridad durante la conversión, se recomienda llevar el método de Sistemas Paralelos, en el que se llevan tanto el Sistema antiguo como el nuevo; duplicando costos de operación pero garantizando el regreso al anterior en caso de falla. Si se opta por una conversión directa u abrupta, o sea que llevando el Sistema antiguo decidimos cambiar inmediatamente al nuevo, corremos el riesgo de que en caso de falla se tenga que parar labores mientras esta es corregida, este método debe ser intensamente planeado y estar seguro de que funcionará, una falla en él, puede ser frustrante para los usuarios y puede llevar a la pérdida de confianza en el Sistema. Un método de aplicación “piloto” garantiza que el Sistema se pruebe y corrija

continuamente mientras se lleva en una área de la empresa, antes de implantarlo en toda, una vez seguros de su funcionamiento, se aplica a toda las áreas de la empresa, reduciendo al mínimo la posibilidad de falla. Cuando es imposible instalar el Sistema en toda la empresa, y ya seguros de su funcionalidad, el método por etapas es el adecuado, la desventaja es que no todas las áreas estarán trabajando en el mismo Sistema, esto puede ocasionar desilusión entre los usuarios, a la vez que los rumores de fallas pueden difundirse.

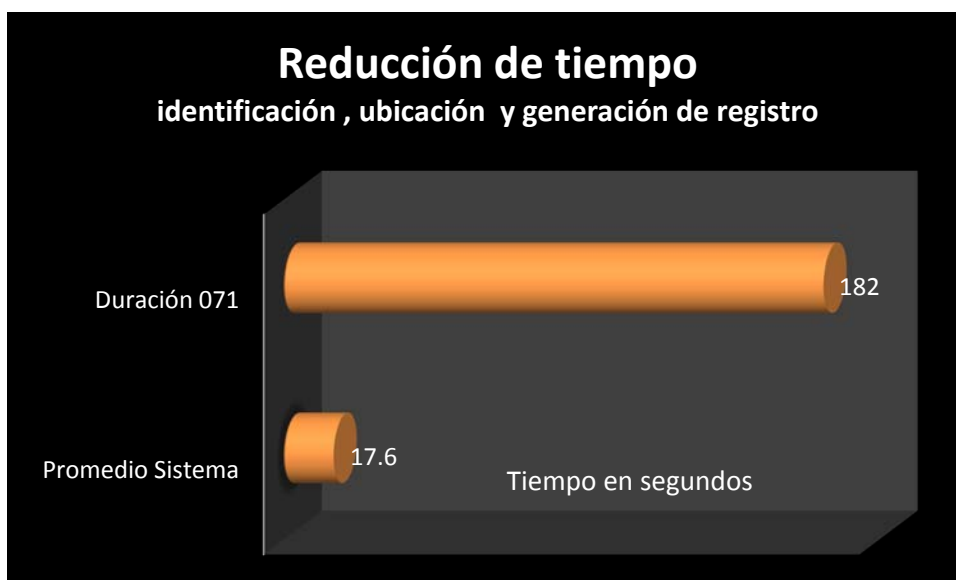
El procedimiento de conversión deberá detallarse, mediante la descripción de todas las actividades, los responsables y el calendario mismo en el plan de conversión.

*Revisión después de la implantación.* Esta fase, nos indicará que tan bien está funcionando el Sistema, a la vez que nos proporciona información para el mantenimiento del mismo. Esta actividad de recopilación de datos deberá apoyarse en los estándares de los métodos de recolección, como lo son: cuestionarios, entrevistas, observación, el muestreo y la inspección de registros. También se puede evaluar el impacto, leer los registros de incidentes críticos u otros que nos proporcionen información de cómo se afecta, cómo han cambiado las áreas de la organización, qué tanto beneficio económico se obtiene a la fecha, entre otros de interés.



## 5. RESULTADOS

Se tuvo como resultado durante las pruebas al Sistema, que el indicador regional que mide el tiempo de atención promedio por duración de la llamada telefónica con el usuario de energía eléctrica, establecido entre 120 a 240 segundos, se reduce en promedio a 17.6 segundos, con la prueba realizada, representando una disminución en el tiempo invertido en la identificación, búsqueda y registro del incidente en un 90%, como lo muestra la siguiente figura.



**Figura 81. Figura que muestra la reducción en el tiempo por el uso del “Sistema actual” y el “Sistema desarrollado”.**

Este resultado es significativo y debido a :

Que durante la comunicación manual, entre el usuario de energía y el Centro de Servicio, existen tiempos como: espere en la línea, enseguida le atenderemos., etcétera. Una vez que se logra establecer comunicación con un ejecutivo, éste realiza una serie de preguntas (¿Quién es usted?, ¿de dónde nos llama?, ¿cuál

es su número de servicio?, ¿por donde vive?, entre otras) para posteriormente ingresar los datos a un sistema de consulta automático. El tiempo que se tarda el ejecutivo en cargar y registrar los datos en el Sistema, es un tiempo que se ve prácticamente eliminado por la integración del CallerID, mediante el uso de rutinas desarrolladas para esto. El proceso de comunicación entre el usuario con CallerID y los bancos de datos, es directo, no existe intermediación humana alguna para localizar el registro de datos del usuario, sino que es mediante el índice o llave del número telefónico y los algoritmos automatizados, de los gestores de bases de datos, que se logra la localización del registro.

Quizhpe (2009), en su estudio sobre el rendimiento que tienen los Sistemas Gestores de Bases de Datos, podemos ver que las velocidades de inserción de registros no llegan ni siquiera al orden de 1 milisegundo; y que las velocidades de consulta (SELECT) están alrededor de 7 milisegundos por fila de datos. Por otro lado, sabemos que el Lenguaje Python es un intérprete, como lo indica Fernández (2012), y que tiene desventaja en velocidad contra un lenguaje compilado, pero su sencillez y robustez hace que las rutinas sean cortas, poderosas y se ahorre tiempo en su desarrollo, Así entonces tenemos que no hay comparativa entre la consulta manual contra la automatizada.

En cuanto a la localización física del lugar donde se tiene contratado el servicio de energía, también se tienen mejoras. En un caso manual, la búsqueda del lugar, se haría mediante un mapa impreso, mientras en el SIG, tenemos digitalizado y georeferenciado los servicios, con la posibilidad de ubicar el lugar de manera inmediata en pocos segundos, mediante un simple SELECT.

Los resultados obtenidos para conseguir la ruta más óptima entre el servicio de energía y la agencia correspondiente para la atención de la emergencia, se ve optimizada también, debido a que al mantener una cartografía georeferenciada y estructurada para estudios de redes, se está garantizando que el software para manejo de GIS, haga uso de los algoritmos diseñados para encontrar las rutas más cortas , tal es el caso del de Dijkstra utilizado por ArcGIS, que según Alonso (2008), está diseñado para determinar el camino más corto, optimizando con esto recursos, Estos son rápidos y dependen en gran medida de la capacidad de proceso de los equipos. Situación que de manera manual es más tardada.

Otra de las bondades que el software para manejo de GIS nos proporcionó, tiene que ver con la explotación de los bancos de datos, ya que en su versión utilizada, contiene un generador ágil para reportes, que nos permite obtener información de la base de datos integrada.

## 6. CONCLUSIONES

La hipótesis establecida al inicio de este trabajo o supuesto de que mediante un SIG Integral que incluya: Tecnología GIS, el CallerID, las Bases de Datos y la rutinas en lenguaje Python , se podría o no reducir los tiempos de atención ante la llamada de auxilio de algún usuario de energía eléctrica, se vio materializada y fundamentada durante el transcurso del trabajo. Esta reducción del tiempo se debió a que se deja a la capacidad de los micro procesadores y del poder de proceso de la tecnología del SIG mismo, varias actividades que aún se llevan de manera manual; como lo es el que durante la llamada se pide al usuario proporcionar el RPU, número de cuenta, el domicilio , el nombre del contratante del servicio o la búsqueda manual en una carta impresa de la ubicación del servicio, u algún otro dato de referencia para realizar la búsqueda en los bancos de datos al momento de que un usuario reporta una falla en el suministro de energía, con la posibilidad de que el usuario desconozca donde obtener esta información y muchas veces ni siquiera tenga a la mano algún recibo de pago para proporcionarla.

El resultado de esta investigación refuerza el hecho de por qué las primeras potencias mundiales, han establecido que el número telefónico sea la manera de acceso inmediato a los bancos de datos para establecer una relación e identificar al usuario plenamente, con la intención de agilizar los servicios que se le proporcionan, así tenemos por ejemplo al 911 de emergencias en EU, también la Comunidad Económica Europea tiene el número 112, en México existe el 066 , el 071 para fallas en el servicio de energía eléctrica. Esto nos da una idea de que

importante y positivo puede ser el ámbito de aplicación para lograr integrar el SIG con la telefonía, en nuestro caso el CallerID, en aplicaciones críticas o no, donde el indicador de medida de calidad del servicio proporcionado tenga que ver con la optimización del tiempo transcurrido en la búsqueda y localización, para hacer llegar o entregar un bien o servicio.

## 7. RECOMENDACIONES

En cuanto a la identificación de llamadas o CallerID, es necesario que se identifiquen los diferentes modos de marcación o ladas telefónicas a que se verán afectados los servicios de energía en las diferentes zonas geográficas, así también es necesario que se adecuen las instrucciones de acceso al módem conocidas como comandos AT para el tipo de módem a utilizar. Esto afectará en modificaciones a la programación del procedimiento.

Para el proceso de ubicación y generación en archivo PDF, se recomienda probar con diferentes acercamientos para tener una mejor visualización de la población y así poder mostrar un mejor nivel de detalle del sitio buscado.

Para la cartografía es necesario apegarnos a las normas técnicas y legales establecidas por los organismos rectores en la materia que en cada país existen sobre: la recolección de datos, el sistema de referencia a utilizar para la Georeferenciación, las recomendaciones de las características de los equipos a utilizar, la nomenclatura y las descripciones de variables utilizadas en las bases de datos geográficas y en los diferentes tipos de archivos.

Se recomienda para el manejo de los datos, tanto alfanuméricos como geográficos, se analicen : su tamaño, la cantidad de usuarios que accederán estos, la plataforma operativa donde se gestionaran, la compatibilidad en las funciones estándar o de consulta(SQL), la seguridad y sus permisos, entre otros de gestión, a fin de decidir qué tipo de DBMS se deberá utilizar. Es importante también considerar el tipo de estructura lógica a diseñar, ya que por ejemplo

ArcGIS maneja el modelo relacional de forma nativa. En esta práctica utilizamos el Microsoft Access a efecto de probar el funcionamiento del modelo de forma ejemplar con una pequeña cantidad de datos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso J. 2008. Flujo en Redes y Gestión de proyectos: Teoría y ejercicios resueltos. España: NETBIBLO. 224p.
- ArcGIS. 1995-2011. ArcGIS Resource center. EMITE [INTERNET]. [CITED 1995-2011]. Available from <http://resources.ArcGIS.com/es>
- Cairo O. 2006. Fundamentos de programación: Piensa en C. México: Pearson Educación. 392p.
- Campderrich B. 2003. Ingeniería de Software. Barcelona: Editorial UOC. 320p.
- Correia P. 2002. Guía práctica del GPS. España: Marcombo. 186p.
- Debrauwer L. 2009. UML 2. Barcelona: Ediciones ENI. 252p.
- ESRI GEODATABASE. 2013. ESRI ESPAÑA. EMITE[INTERNET]. [CITED 2013]. Consultado el 05 de Mayo del 2013 en <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/003n00000002000000/>
- ESRI. 2012. ESRI ESPAÑA. EMITE[INTERNET]. [CITED 2012]. Consultado el 15 de Agosto del 2012 en <http://www.esri.es/es/formacion/que-es-un-SIG/>



ESRI. 2013. ESRI ESPAÑA. EMITE[INTERNET]. [CITED 2013]. Consultado el 05 de Mayo del 2013 en <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/00v20000000r000000/>

Fernández A. 2012. Python 3 al descubierto. Madrid: RC Libros. 262p.

INEGI. 2011. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). EMITE [INTERNET].[CITED 2011]. Consultado el 25 de Agosto del 2011 en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/urbana/Sintesis.aspx>

Letham L. 2001. GPS fácil: Uso del Sistema de posicionamiento global. Barcelona: Editorial Paidotribo. 283p.

Longley P. 2001. Geographic Information Systems and Science. England: John Wiley & Sons. 454p.

Moreno J. 2008. Sistemas y análisis de la Información Geográfica: Manual de aprendizaje con ArcGIS 2ª. Edición. México: Alfa Omega Grupo Editor. 911p.

Palomar J. 2010. Programación en Sistemas de Información Geográfica: ArcObjects y VBA en ArcGIS Desktop. España: Universidad Politécnica de Valencia. 218p.

Quizhpe P. 2009. Tesis de grado: "Diseño e implementación de la arquitectura de datos basada en comparativas de rendimiento entre sistemas de gestión de

bases de datos". Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.  
177p.

Rob P, Coronel C. 2004. Sistemas de bases de Datos. México: Thomson Editores.  
838p.

Rodríguez J. 2003. Introducción a la programación: teoría y práctica. España:  
editorial Club Universitario. 213p.

Sanders D. 1985. Informática: presente y futuro. México: Mc. Graw Hill. 670p.

Senn J. 1992. Análisis y Diseño de Sistemas de Información. New York: Mc. Graw  
Hill. 942p.

Star J, Estes J. 1990. Geographic Information Systems: an introduction. New  
Yersey: prentice Hall. 3003p.

Taboada J, Cotos J. 2005. Sistemas de información medioambiental. España:  
Netbiblo. 272p.

Zeiler M. 1999. Modeling our World: the ESRI guide to geodatabase design.  
California: Environmental Systems Research Institute. 199p.

## 9. ANEXOS

### 9.1. CONFIGURACION

Configuración requerida para probar el Boton1.

- a) Deberá tener instalado en su computador: El software de Python versión 2.7.3, y un Modem con características similares al utilizado

Marca: LSI

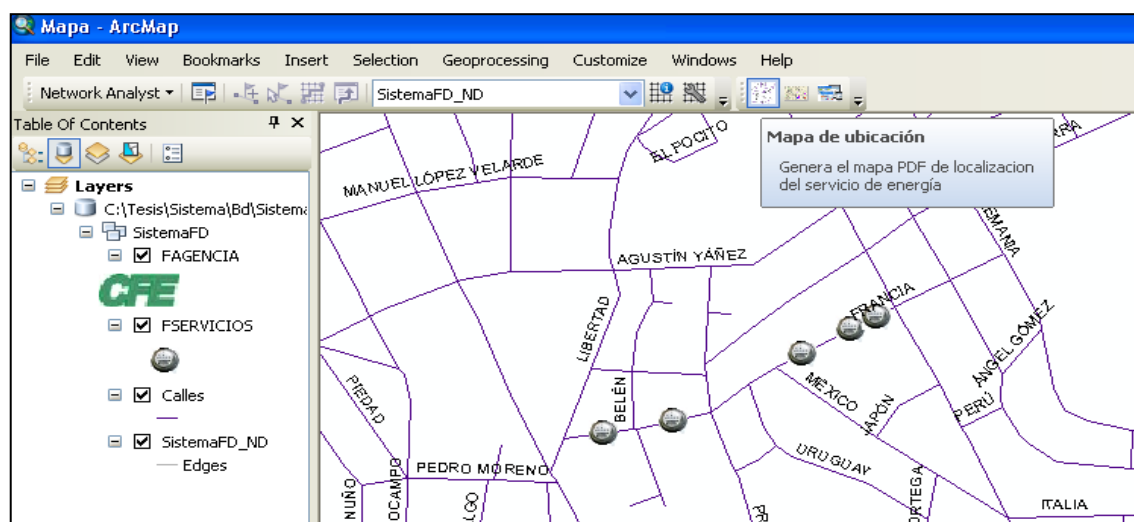
Puerto de comunicación: COM3

Configuración: 115200,8, N, 1 ctsfl=1, rtsctl=2

- b) Tener una línea telefónica con servicio de Identificador de llamadas (CallerID)
- c) Instalar el módulo ADODBAPI para Python, se encuentra en  
C:\Tesis\Sistema\Utilerias
- d) Instalar el módulo PYSERIAL para Python, se encuentra en  
C:\Tesis\Sistema\Utilerias
- e) Instalar el módulo NUMPY para Python, se encuentra en  
C:\Tesis\Sistema\Utilerias
- f) Para ejecutar el programa, solo ubique la carpeta que contiene los scripts de python (C:\Tesis\Sistema) y seleccione el archivo Boton1.py y ejecútelo.

Configuración requerida para probar el Boton1B.

- a) Deberá tener instalado el ArcMap 10.1 con las extensiones Network Analyst activada.
- b) Ubique el archivo C:\Tesis\Sistema\Mapa.mxd, ejecútelo
- c) Ejecute el botón primero que aparece en la barra de herramientas creada para el Sistema



**Figura 82. Figura que muestra como ejecutar el Boton1 desde ArcMap.**

Configuración requerida para probar el Boton2.

- a) Deberá tener instalado el ArcMap 10.1 con la extensión Network Analyst activada.
- b) Ubique el archivo C:\Tesis\Sistema \Mapa.mxd, ejecútelo
- c) Fijese que la carpeta C:\Tesis\Sistema \Temp esté vacía, si no es así vacíela

- d) Ejecute el botón segundo que aparece en la barra de herramientas creada para el Sistema

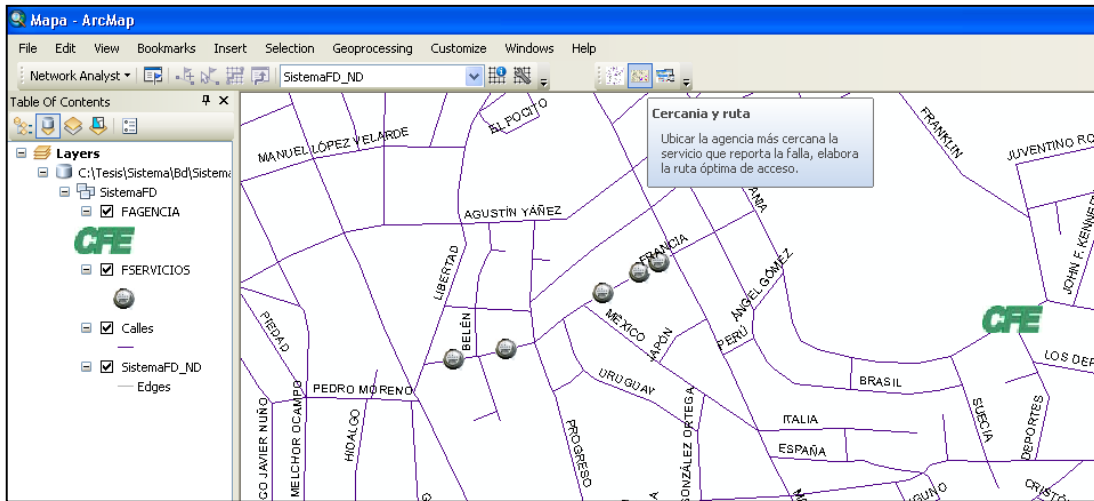


Figura 83. Figura que muestra como ejecutar el Boton2 desde ArcMap.

Configuración requerida para probar el Boton3.

- Debe tener la plantilla AgenciaMasCercana.rlf, previamente diseñada en C:\Tesis\Sistema\Reportes.
- Debe tener en la tabla de contenido activada la tabla de SOLICITUDES.

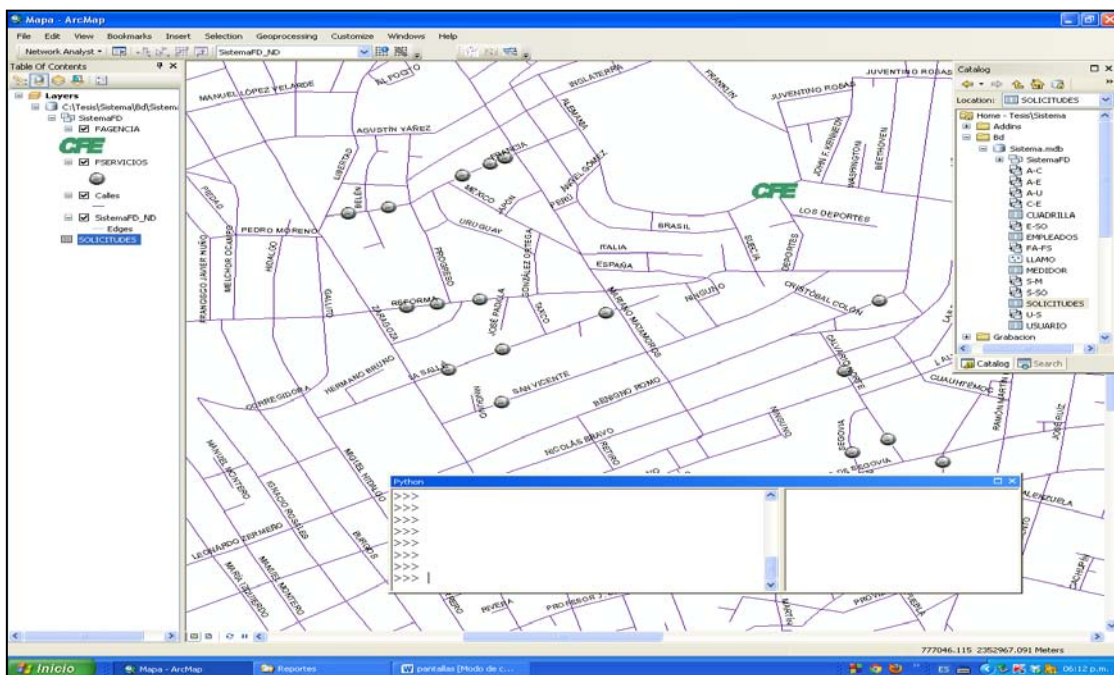


Figura 84. Figura que muestra como ejecutar el Boton3 desde ArcMap.

## 9.2. CONTENIDO DEL CD

El Cd regrabable que se anexa al presente documento deberá instalarse en el computador en la ruta C: \Tesis\Sistema, el mismo contiene:

- a) Carpeta C: \Tesis\Sistema\Addins; que guarda los archivos comprimidos de las configuración generadas para los botones de la barra de herramientas, para la interface gráfica entre el Sistema y el Usuario. Estos botones llaman al código Python para cada botón.
- b) Carpeta C: \Tesis\Sistema\Bd; contiene la base de datos de ACCESS diseñada para ser utilizada en el Sistema.
- c) Carpeta C: \Tesis\Sistema \Default.gdb; contiene los archivos generados durante la creación de la geodatabase en ArcMap.
- d) Carpeta C: \Tesis\Sistema \Grabacion; carpeta donde encontrará el soporte generado para el tiempo que dura una llamada al servicio de atención a clientes para la localización y registro por falla del servicio.
- e) Carpeta C:\Tesis\Sistema\Logos; contiene las imágenes utilizadas para crear la interface gráfica entre el usuario y el Sistema.
- f) Carpeta C: \Tesis\Sistema \Reportes; carpeta donde se encuentra la plantilla generada para generar los listados del Sistema.
- g) Carpeta C:\Tesis\Sistema\Scripts; aquí encontrará los programas desarrollados para el funcionamiento del Sistema.
- h) Carpeta C:\Tesis\Sistema \Shape; carpeta que contiene archivo de calles con sus complementos para el análisis de ruta.
- i) Carpeta C:\Tesis\Sistema \Temp; carpeta que sirve como repositorio de los geoprocesos.

- j) Carpeta C:\Tesis\Sistema\Utilerias; carpeta que contiene las utilerías de software libre utilizadas durante el desarrollo del Sistema

