

## APLICACIÓN DEL GIS PARA EL DIAGNOSTICO DE LOS ACCIDENTES DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DEL ESTERO - ARGENTINA

Ing. Roberto Daniel Olmedo, Ing. Eduardo Daniel Bailón, Ing. José Luis Acosta y  
Ing. Carlos Ledesma

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías Universidad Nacional de Santiago del Estero  
Av. Belgrano (S) 1912  
C.P. 4200 – Santiago del Estero - ARGENTINA  
Tel/Fax: 54 – 0385 – 4509560

E-mail: danielolmedo@infovia.com.ar / pbailon@unse.edu.ar

### RESUMEN

Este trabajo se circunscribe a la determinación de las zonas más vulnerables al riesgo de sufrir accidentes de tránsito en la Ciudad de Santiago del Estero, mediante la detección de puntos de conflicto en áreas de mayor concentración de accidentes.

Para ello, se exploraron diferentes alternativas a modo de desarrollar un procedimiento analítico que se ajuste a las necesidades y disponibilidad de información en la citada Ciudad, tomando como base el Análisis Estadístico; el cual permitió caracterizar los accidentes en las diferentes zonas y determinar las intersecciones más peligrosas, aprovechando las ventajas del GIS, que permite tener la visualización gráfica de los lugares en estudio.

Una de las conclusiones mas destacadas es que, a través del trabajo realizado, se comprueba la potencialidad del GIS como herramienta, pues posibilita la Sistematización de la información mediante la conformación de un Banco consistente de Datos para diagnosticar la distribución y perfiles de los accidentes de tránsito.

## 1. INTRODUCCIÓN

El seguimiento en series estadísticas de la problemática de los accidentes de transito, es de fundamental importancia para el diagnostico de la siniestralidad y la planificación de medidas correctivas.

Localmente, el Relevamiento y Procesamiento de la información sobre accidentes se realiza en forma manual (soporte papel) con la consiguiente demora en el traslado y análisis de la información, lo que produce el atraso en los diagnósticos y la toma de decisiones.

Con el presente trabajo, se pretende la sistematización en la carga de datos para dinamizar el tratamiento de estos y posibilitar la intervención correctiva desde la perspectiva de la seguridad vial.

### 1.1 Las instituciones y los datos

Las instituciones oficiales que han aportado datos referidos a la temática, objeto de estudio en el ámbito local, son las siguientes: Consejo Provincial de Seguridad Vial, Dirección General de Estadística y Censo, Facultad de Ciencias Exactas de la UNSE a través del Proyecto de Investigación 23/C038, y Policía de la Provincia de Santiago del Estero.

Esta última entidad es la encargada de efectuar la recolección diaria de los Accidentes de Transito, la que es procesada por el Consejo Provincial de Seguridad Vial para su posterior tratamiento y difusión.

### 1.2 Experiencia Piloto

La metodología desarrollada, fue implementada a través de una prueba piloto en territorio Municipal de la Ciudad de Santiago del Estero. A los efectos de constatar su eficacia se aplicaron, de manera exhaustiva, herramientas y procedimientos “mejorados” para luego, en otra etapa, confeccionar un plan de disminución de los Accidentes de Tránsito con su correspondiente seguimiento.

A través de la experiencia piloto se pudo verificar la eficacia de la metodología, pues con la aplicación de la misma, se pudo llegar a: caracterizar los Accidentes de Tránsito en la ciudad, establecer medidas de regulación del transito, formular medidas correctivas. e identificar puntos Peligrosos del Sistema Vial de la Ciudad a través del mapa siniestral.

### 1.3 Tratamiento Informático de la información

Un aspecto fundamental es el tratamiento de la información. No ajenos al desarrollo y adelanto de nuevas tecnologías se trató de aprovechar al máximo la Potencialidad de la Aplicación Informática, mediante el uso del Software adecuado.

En la estructura metodológica se consideraron todos los aspectos relacionados con los datos. El tratamiento de datos en el presente trabajo tiene los siguientes pasos:

1. *Recolección de datos.*
2. *Almacenamiento.*
3. *Visualización Grafica.*

Para llevar acabo esta tarea se utilizó, como herramientas de aplicación:

*Planillas de Cálculos EXCEL  
Sistema de Información Geográfico ARC-VIEW*

## 2. METODOLOGÍA APLICADA EN LA GENERACIÓN DEL GIS DE ACCIDENTES

*Se conocen como Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS), a un conjunto de programas y aplicaciones informáticas que permiten la gestión de datos organizados en bases de datos, referenciados espacialmente y que pueden ser visualizados en mapas (MOLDES TEO, J. 1995:1).*

La aplicación de los GIS se inserta en lo que en Geografía se denomina “*análisis espacial*”. Este término hace referencia a un cuerpo de conceptos, métodos y técnicas cuantitativas que revolucionaron las ciencias de la Tierra en los años cincuenta y sesenta, a partir de la cual se generó buena parte de la literatura referida al análisis espacial y específicamente a modelos de localización-asignación óptima.

*En un municipio el GIS puede llegar a constituir el eje central de la gestión. Así, el objetivo fundamental del GIS es crear y mantener un modelo de la ciudad para tener un conocimiento de ésta que posibilite una gestión idónea de las funciones del municipio (MOLDES TEO, J. 1995:116).*

El conocimiento de las Áreas Vulnerables de una ciudad, incluye la seguridad e inseguridad vial, expresada a través de los accidentes de tránsito que anualmente representan alrededor de 1800 accidentes que producen numerosas víctimas fatales, y heridos de distinta magnitud.

Ante estas características, sin duda, el tránsito vehicular en la Ciudad de Santiago del Estero, se transforma en un grave problema que afecta significativamente a toda la comunidad.

Un GIS, como es el Arc View de tipo vectorial, puede entonces constituirse en una herramienta de suma importancia para diagnosticar la situación y apoyar de manera eficaz las tareas de gestión municipal y ordenamiento del tránsito en una ciudad.

### 2.1 Elementos que forman parte de la Base Cartográfica.

La **base cartográfica** con la que se operó fueron Coberturas de Arc-Info, con ejes de calle y amanzanamiento de la Ciudad Capital, proporcionadas por la Dirección de Estadística y Censo de la Provincia, como así también, la localización de los distintos Establecimientos Educativos, Organismos Públicos y los diferentes Servicios Asistenciales de Salud tanto Públicos como Privados, en formato Shape de ArcView.

En esta base cartográfica, se encuentra identificada por completo la red vial de la misma, conformada por las avenidas y calles que se han asociado a una **base temática** en la que se ha incorporado la siguiente información de accidentes:

- ✓ Fecha (día, mes) en que se produjo el accidente.
- ✓ Hora en que se produjo el accidente.
- ✓ Clima.
- ✓ País.
- ✓ Departamento.
- ✓ Localidad.
- ✓ Lugar del accidente (direcciones con alturas de calle en campos distintos).
- ✓ Lugar del accidente (como Intersecciones calles con alturas “dirección postal”).
- ✓ Características del accidente (fatal, grave, leve, colisión).
- ✓ Código de accidente.
- ✓ Vehículos involucrados en el accidente (en este caso se han detectado varias posibles combinaciones de choques dobles, por ejemplo: automóvil - automóvil, automóvil - camioneta, camioneta - ómnibus, etc.).
- ✓ Sexo de los protagonistas del accidente (datos por cada vehículo).
- ✓ Edad de los protagonistas del accidente (datos por cada vehículo).

El tratamiento de esta información mediante el GIS permitirá conocer la ubicación exacta del accidente, en otras palabras, podremos reconocer espacialmente la distribución de los siniestros durante el período seleccionado.

Así, pues, se pueden detectar las áreas más vulnerables a sufrir accidentes de tránsito, permitiendo distinguir sectores de alta, media y baja peligrosidad de acuerdo con la proximidad a las mismas.

Surgirá, por lo tanto, una cartografía temática relevante a través de la cual se puede apreciar con facilidad la disposición espacial de las mencionadas áreas en la planta urbana de la Ciudad de Santiago del Estero.

Cada accidente de tránsito, localizado en la red vial de la ciudad, tendrá asociado los atributos con los que se alimente la base temática que se indicara con anterioridad, según el mapa temático que se deseé desarrollar.

De este modo se conocen con sencillez datos como ubicación, fecha, hora, clima reinante al momento del accidente cantidad y tipo de lesiones sufridas, etc.

Sintetizando, el GIS ArcView permitirá utilizar un solo mapa de tipo vectorial y relacionarlo con una o más bases de datos de atributos. Esto significa que sólo es necesario tener un mapa digital con la red vial y establecer una relación temporal con las bases de datos de atributos.

Este tratamiento forma parte de lo que se denomina "*análisis de redes*", entendiendo por "red" a un sistema interconectado de elementos lineales, que forman una estructura espacial por la que pueden pasar flujos de algún tipo: personas, vehículos, etc.

### 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA CIUDAD

#### 3.1 Tratamiento de la información

En general para el tratamiento y manejo de grandes cantidades de información, se han diseñado sistemas de almacenamientos y recuperación de datos. Estos métodos han sido posibles gracias al desarrollo de nuevas tecnologías (Informática).

En este caso, se procedió a organizar la información mediante la utilización de Planillas de Cálculos Excel, que permitió un adecuado manejo y el análisis de la información disponible. A pesar de no ser un software específico de almacenamiento, para el volumen de datos manejado, cumple satisfactoriamente esa función.

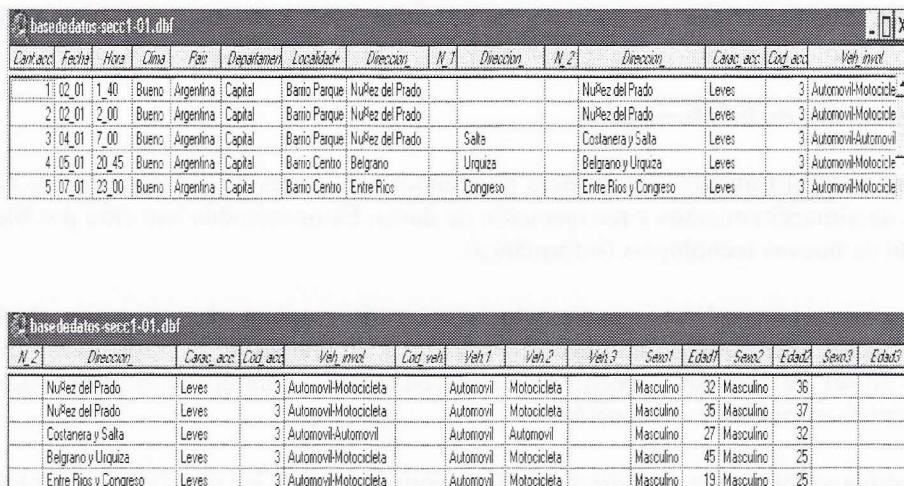
Se procedió a volcar, en la *Planilla de Calculo* confeccionada, los datos de accidentes de transito consignados en planillas soporte papel, sobre la base de los informes de cada una de las Secciónales de Policía.

Crt	Ac	Ruta	Dir	Calle	Localidad	Hrs	Gra	DirGra	Llamadas			
									lles	Ges	Mts	Vdo
1	00/20	Nicaragua	Nicaragua	Calle	10				1			
2	00/20	Nicaragua	Nicaragua	Calle	20				1			
3	00/20	Quinta, Sra	Nicaragua, Sra	Calle	70				1			
4	00/20	Bigato, Llaja	Bigato, Llaja	Calle	206				1			
5	00/20	Frei, Rv, Oygeo	Oygeo, Frei, Rv	Calle	200				1			

TiposCalle				TiposAtributo				CalleM1		CalleM2		CalleM3		Arcos
Vdo	Atr1	Bot1	Izad1	Atr2	Vdo1	Vdo2	Vdo3	Sed1	Edo1	Sed2	Edo2	Sed3	Edo3	
				s	Atroz	Mordida		Muerto	32	Muerto	36			
				s	Atroz	Mordida		Muerto	35	Muerto	37			
				Distro	Atroz	Mordida		Muerto	27	Muerto	32			
				Distro	Atroz	Mordida		Muerto	46	Muerto	25			
				Izad	Atroz	Mordida		Muerto	19	Muerto	25			

Figura 1: Ejemplos de Planillas de Cálculo con los datos básicos de Accidentes de Tránsito.

Para que estas planillas sean reconocidas por el programa, se procedió a transformarlas en formato \*.dbf , el cual es aceptado por el Software utilizado.



base de datos.acc1-01.dbf

Lanzado	Fecha	Hora	Clima	País	Departamento	Localidad	Dirección	N.1	Dirección	N.2	Dirección	Carac. acc	Cod. acc	Veh. invol
1	02_01	140	Bueno	Argentina	Capital	Barrio Parque	Núñez del Prado				Núñez del Prado	Leves	3	Automovil-Motocicleta
2	02_01	200	Bueno	Argentina	Capital	Barrio Parque	Núñez del Prado				Núñez del Prado	Leves	3	Automovil-Motocicleta
3	04_01	700	Bueno	Argentina	Capital	Barrio Parque	Núñez del Prado		Salta	Costanera y Sála	Leves	3	Automovil-Automovil	
4	05_01	2045	Bueno	Argentina	Capital	Barrio Centro	Belgrano		Urquiza	Belgrano y Urquiza	Leves	3	Automovil-Motocicleta	
5	07_01	2300	Bueno	Argentina	Capital	Barrio Centro	Entre Ríos		Congreso	Entre Ríos y Congreso	Leves	3	Automovil-Motocicleta	

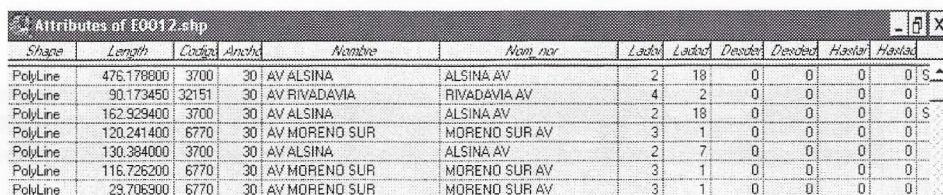
  

base de datos.acc1-01.dbf

N.2	Dirección	Carac. acc	Cod. acc	Veh. invol	Cod. veh	Veh.1	Veh.2	Veh.3	Sexo1	Edad1	Sexo2	Edad2	Sexo3	Edad3
Núñez del Prado	Leves	3	Automovil-Motocicleta			Automovil	Motocicleta		Masculino	32	Masculino	36		
Núñez del Prado	Leves	3	Automovil-Motocicleta			Automovil	Motocicleta		Masculino	35	Masculino	37		
Costanera y Sála	Leves	3	Automovil-Automovil			Automovil	Automovil		Masculino	27	Masculino	32		
Belgrano y Urquiza	Leves	3	Automovil-Motocicleta			Automovil	Motocicleta		Masculino	45	Masculino	25		
Entre Ríos y Congreso	Leves	3	Automovil-Motocicleta			Automovil	Motocicleta		Masculino	19	Masculino	25		

Figura 2: Ejemplos de Planillas de Cálculo transformadas a \*dbf.

Para establecer la localización o ubicación de los accidentes de tránsito se hizo uso de la dirección postal de cada uno de ellos (calle y/o avenida y número, o bien las intersecciones de calles y/o avenidas), elemento que permitió asociar la tabla anterior, en la que consta este dato, con la tabla de atributos de los ejes de calle (tabla sombreada en amarillo) de la Ciudad de Santiago de Estero, y de esta manera geocodificar las direcciones postales con un *Sistema de Información Geográfica*.



Attributes of f0017.shp

Shape	Length	Código	Ancho	Nombre	Nom. nor	Lado1	Lado2	Desorden	Desorden	Hasta1	Hasta2
PolyLine	476.179800	3700	30	AV ALSINA	ALSINA AV	2	18	0	0	0	0
PolyLine	90.173450	32151	30	AV RIVADAVIA	RIVADAVIA AV	4	2	0	0	0	0
PolyLine	162.929400	3700	30	AV ALSINA	ALSINA AV	2	18	0	0	0	0
PolyLine	120.241400	6770	30	AV MORENO SUR	MORENO SUR AV	3	1	0	0	0	0
PolyLine	130.384000	3700	30	AV ALSINA	ALSINA AV	2	7	0	0	0	0
PolyLine	116.726200	6770	30	AV MORENO SUR	MORENO SUR AV	3	1	0	0	0	0
PolyLine	29.706900	6770	30	AV MORENO SUR	MORENO SUR AV	3	1	0	0	0	0

Figura 3: Ejemplos de Tabla de Atributos de los ejes de calles

La geocodificación permite mostrar datos en forma de tablas que contienen direcciones expresadas como puntos en un mapa y/o plano, permitiendo encontrar sus posiciones con relativa facilidad. La siguiente gráfica nos muestra, la forma de trabajo desarrollada en las seccionales de estudio.

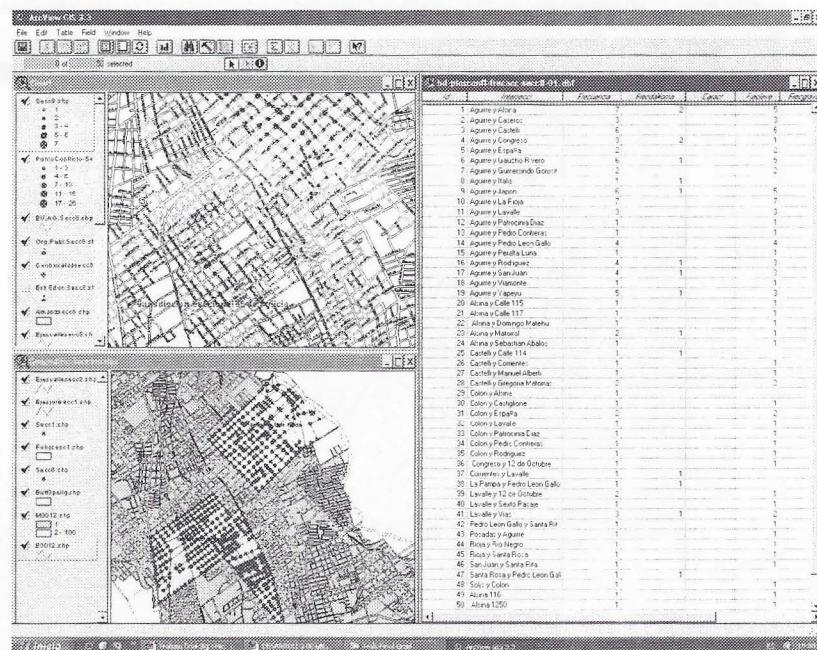


Figura 4: Ejemplos de Tabla con direcciones y su visualización.

La geocodificación de direcciones en Arc View es un proceso mediante el cual se crea un tema (también denominado capa) basado en datos de direcciones, capaz de ser visualizado junto con los demás temas de una vista.

Las direcciones, entre otras posibilidades, pueden ser direcciones de calles, de accidentes, etc.

Durante la geocodificación, Arc View realiza la lectura de estas direcciones y las localiza de acuerdo con un tema que representa la red de calles del área donde se encuentran las direcciones.

En síntesis, la posibilidad que brinda esta herramienta, es la de localizar y visualizar a través de un plano, los accidentes de tránsito almacenados en una tabla en la que se incluye la dirección de ocurrencia.

Desemboca en la viabilidad de poder tomar decisiones acertadas y fundamentadas en lo que respecta al control, señalización, patrullaje y otros aspectos relevantes para la gestión de la Seguridad Urbana.

Mediante el procedimiento descripto, se confeccionó el mapa temático para la jurisdicción de las seccionales primera y octava de policía de la ciudad capital.

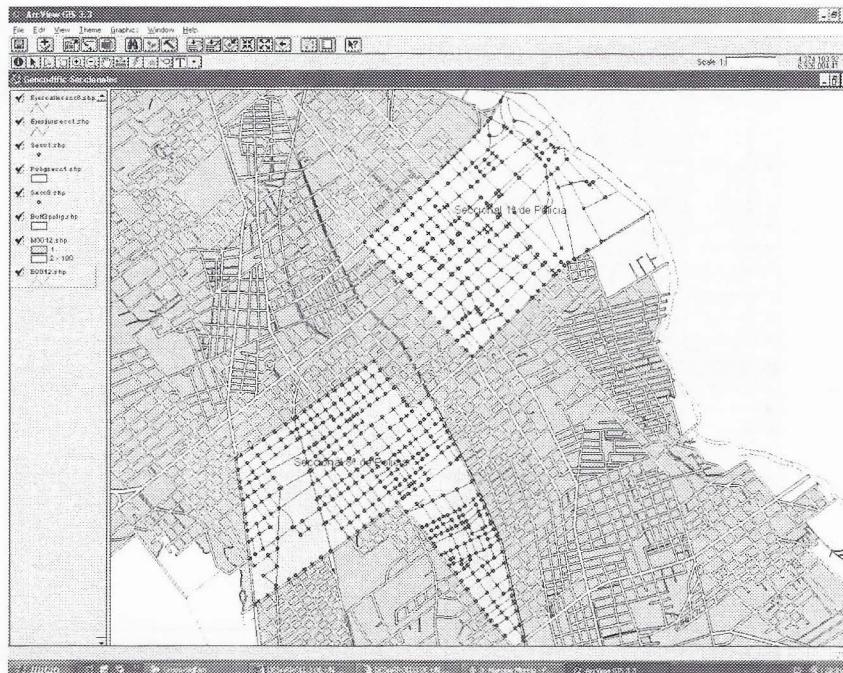


Figura 5: Vista General de las zonas de investigación seleccionadas.

Otra ventaja en la aplicación de esta herramienta en la determinación de lugares potencialmente peligrosos, es la utilización de fotografías en las vistas de mapas detalladas precedentemente.

### 3.2 Aplicaciones

#### 3.2.1 Mapa Temático Seccional 8<sup>a</sup>

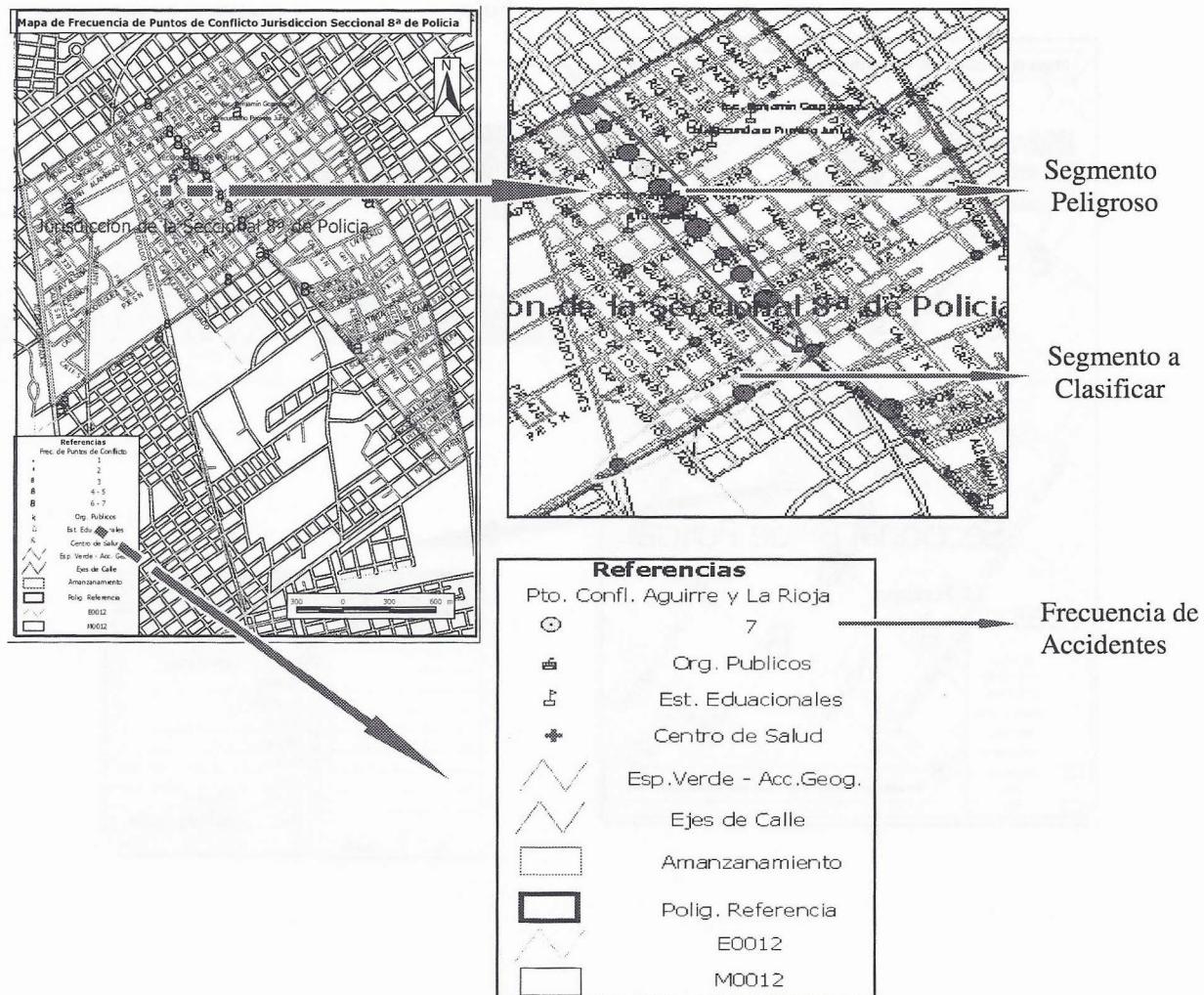


Figura 6: Mapa Temático con Frecuencia de Accidentes.

### 3.2.2 Análisis de un punto particular: Intersección de Avda. Aguirre y Rioja

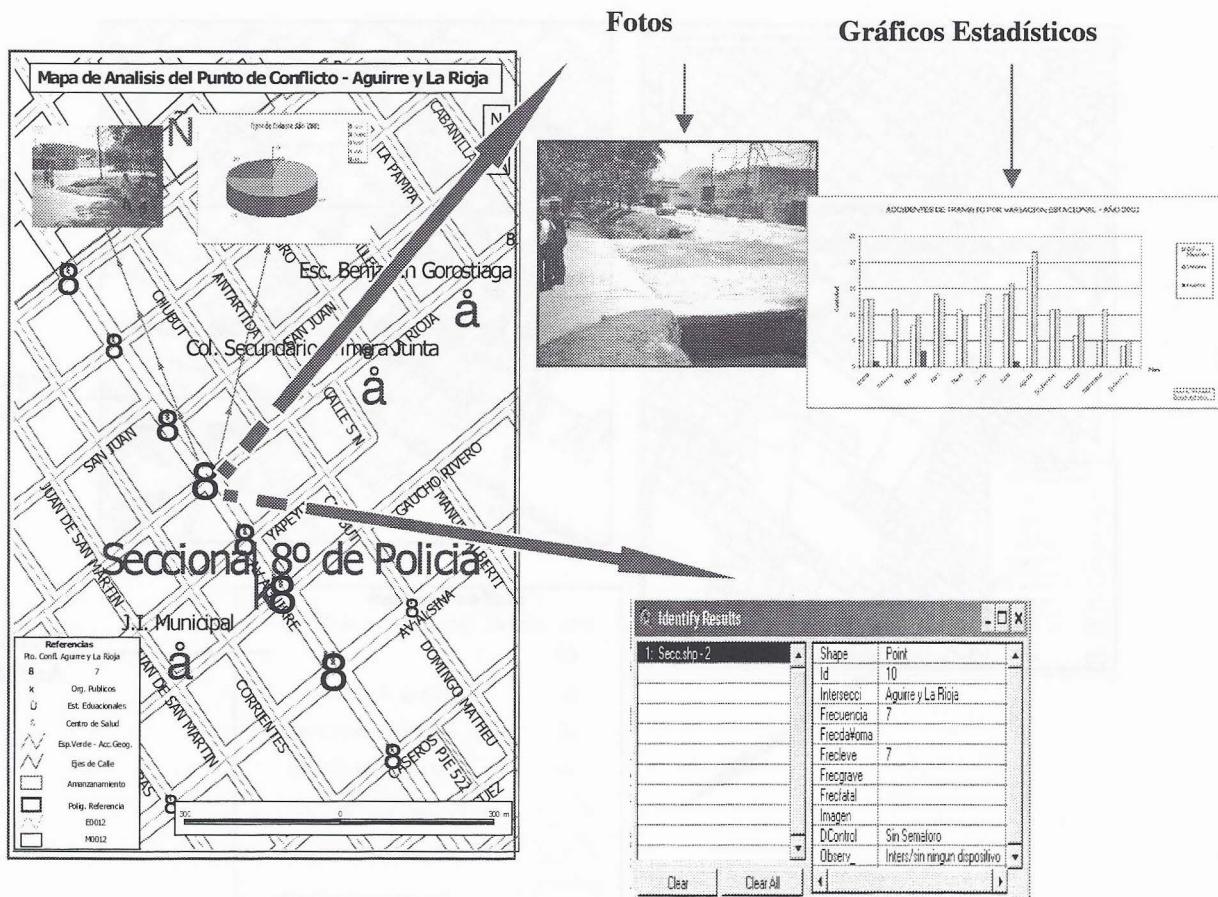


Fig. 7: Mapa Temático de una intersección en análisis.

#### 4. CONCLUSIONES

- 4.1 La aplicación GIS, orientada al aprovechamiento y ventajas de su uso en los Accidentes de Transito (AT.) posibilita un análisis ágil de la información y una visualización automática y dinámica de los diferentes factores que intervienen en los accidentes de transito.
- 4.2 La elaboración de un Mapa de la Ciudad mediante la aplicación GIS, permite la localización de Puntos peligrosos en forma rápida a través de la visualización gráfica. Por lo que identificados los mismos, facilita el análisis particularizado a partir del almacenamiento en sus bases de datos de características propias del lugar, lo que permite efectuar una evaluación objetiva de las mejoras implementadas en una intersección.
- 4.3 La metodología aplicada en las áreas de estudio verifica la eficacia de la herramienta empleada.
- 4.4 Posibilita la Sistematización de la información mediante la conformación de un Banco consistente de Datos.

#### REFERENCIAS

1. Bosque Sendra, Joaquin, (1992) - **Sistemas de Información Geográfica.** - Ediciones Rialp, S.A. Madrid, España.
2. Cal y Mayor Rafael - James Cardenas G., (1994) - **Ingeniería de Transito-Fundamento y Aplicaciones.** Ed. Alfa Omefa - México
3. ESRI., (1999) - Manual de Enseñanza de ArcView.
4. I.N.D.E.C., (2001) - Censo Nacional Población y Vivienda.
5. Moldes Teo, F. Javier, (1995) - **Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica.** - Ediciones Ra-Ma. Madrid, España.
6. Proyecto de Investigación 23/c038: "Seguridad Vial y Legislación de Tránsito en la Provincia de Santiago del Estero. Estudio, Caracterización e Implementación."
  - i. Olmedo Roberto D. - Bailon Eduardo D., (2002). Accidentes de Tránsito Urbano en Santiago del Estero - Estadísticas en la Ciudad Capital Año 2001. Proyecto 23/C038. CICyT. FCEyT. UNSE.
  - ii. Olmedo Roberto D. - Bailon Eduardo D., (2002). Accidentes de Transito en Santiago del Estero- Estadística Provincial Serie Anual 1997- 2002. Proyecto 23/C038. CICyT. FCEyT. UNSE.

- iii. Olmedo Roberto D. - Bailon Eduardo D., (2002) - Accidentes de Transito en Santiago del Estero- Estadística Provincial Serie Anual 1997- 2003. Proyecto 23/C038. CICyT. FCEyT. UNSE.
  - iv. Olmedo Roberto D. - Bailon Eduardo D., (2002) - Accidentes de Transito en Santiago del Estero- Estadística Provincial Serie Anual 1997- 2004. Proyecto 23/C038. CICyT. FCEyT. UNSE.
  - v. Retondo Luis Eduardo-Allall Tomás, (2001) - Red Vial Urbana de Ciudades Capital y La Banda. Proyecto 23/C038. CICyT. FCEyT. UNSE.
  - vi. Retondo Luis Eduardo-Allall Tomás, (2002) - Red Vial Urbana de Ciudades Capital y La Banda. Proyecto 23/C038. CICyT. FCEyT. UNSE.
7. Rey, Celmira E., (1999) - El impacto de los accidentes de tránsito y su relación vida urbana. Tesis. Resistencia. Argentina.