



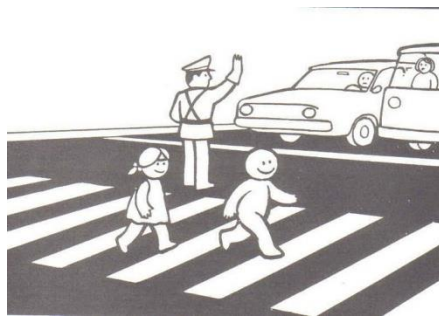
CONASET

Ministerio de
Transportes y
Telecomunicaciones

Gobierno de Chile

COMISIÓN NACIONAL DE
SEGURIDAD DE TRÁNSITO
Área de Estudios y Estadísticas

**COLEGIOS EN ZONAS DE PUNTOS CRÍTICOS DE
ATROPELLOS DE NIÑOS EN EDAD ESCOLAR EN EL GRAN
SANTIAGO**
DIAGNÓSTICO 2002-2010



Introducción

En este informe se presenta el resultado del análisis espacial aplicado a los accidentes de tránsito asociados a atropellos de niños en edad escolar en el Gran Santiago, con el objetivo de conocer la relación entre la distribución espacial de atropellos de niños en edad escolar y la localización de la fuente emisora de estos peatones, los colegios. En base a la hipótesis de que los accidentes de este tipo podrían estar relacionados con la localización de los colegios.

En el desarrollo de este estudio se seleccionaron y rankearon los colegios localizados dentro del área de influencia de los puntos críticos de atropellos de niños en edad escolar en base a la severidad de los accidentes cercanos de este tipo, considerándose finalmente como colegios con mayor riesgo de atropello.

Metodología

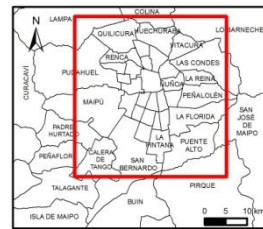
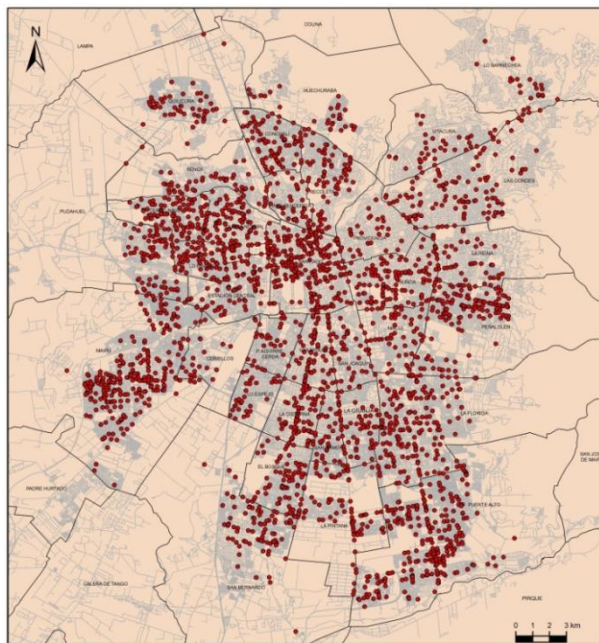
En el estudio se utilizó la base de datos de atropellos asociados a niños en edad escolar (de 0 a 18 años) ocurridos en el Gran Santiago entre los años 2002 y 2010 en la que se registran un total de 4.031 niños que sufrieron atropello durante el periodo escolar, es decir entre los meses de marzo a diciembre, días lunes a viernes, entre las 7 am y 8 pm. De ellos fue posible localizar en la trama gráfica de la red vial el 90% (3.560 víctimas) del global y cuyo porcentaje fue considerado para el estudio.

Para el análisis se utilizó la metodología que Somenahalli & Truong, 2011 proponen para identificar y rankear paraderos de buses con mayor riesgo de atropello en base a la severidad y cantidad de los accidentes de este tipo cercanos a cada paradero. Siguiendo la misma idea, se utilizaron análogamente sus pasos metodológicos para identificar y rankear colegios más posiblemente afectados por atropellos de sus alumnos.

1. Localizar dónde ocurrió el atropello y agregar la cantidad de víctimas en cada localización.
2. Calcular un índice de severidad para cada localización.
3. Examinar los patrones espaciales de los atropellos.
4. Crear un mapa de puntos críticos de estos accidentes.
5. Identificar los colegios localizados dentro de las áreas de influencia de los puntos críticos.
6. Calcular un índice de severidad y clasificar los colegios más posiblemente afectados.

Desarrollo

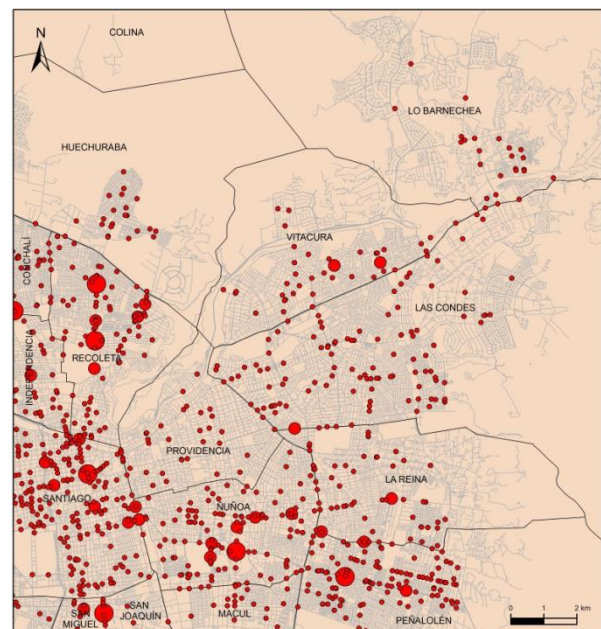
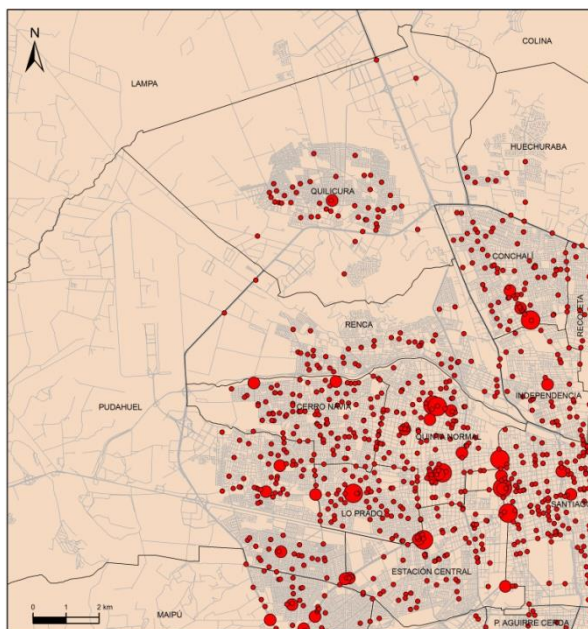
- 1) En la figura 1 se observa la localización de los atropellos de niños en edad escolar en el Gran Santiago. Cada uno de los puntos representa a un niño víctima de atropello. Por esto los datos fueron agregados para producir un conteo y ponderación por cada víctima de atropello en cada localización.
- 2) Los autores de la metodología proponen dar mayor peso de ponderación a los accidentes más severos. El índice de severidad calculado para cada localización con accidentes en base a la ecuación propuesta por Somenahalli & Truong, es usada como criterio para el análisis espacial en este estudio. La distribución de este índice se observa en las figuras 2,3,4 y 5. En estas se aprecian algunas zonas con índices altos. Sin embargo como indican los autores, se necesita de la significancia estadística para examinar el grado de agrupamiento. Lo que se evalúa en el siguiente paso.



Legenda

- Atropellos
- Calles

Figura 1. Localización de atropellos de niños en edad escolar en el Gran Santiago 2002-2010.



Legenda

Índice de severidad

- 1,3 - 3,6
- 3,9 - 6,5
- 7,0 - 13,7
- Calles

Figura 2. Distribución de los índices de severidad. Norponiente del Gran Santiago 2002-2010.

Figura 3. Distribución de los índices de severidad. Nororiente del Gran Santiago 2002-2010

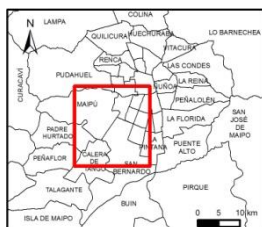
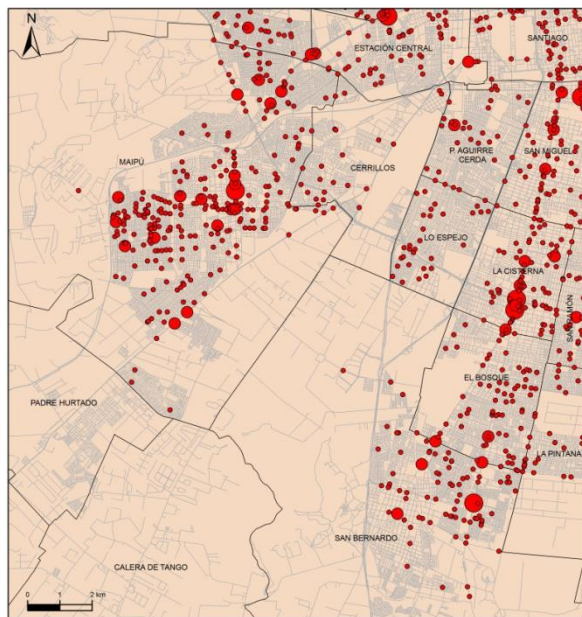


Figura 4. Distribución de los índices de severidad. Surponiente del Gran Santiago.

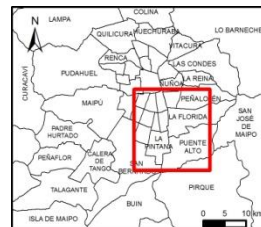
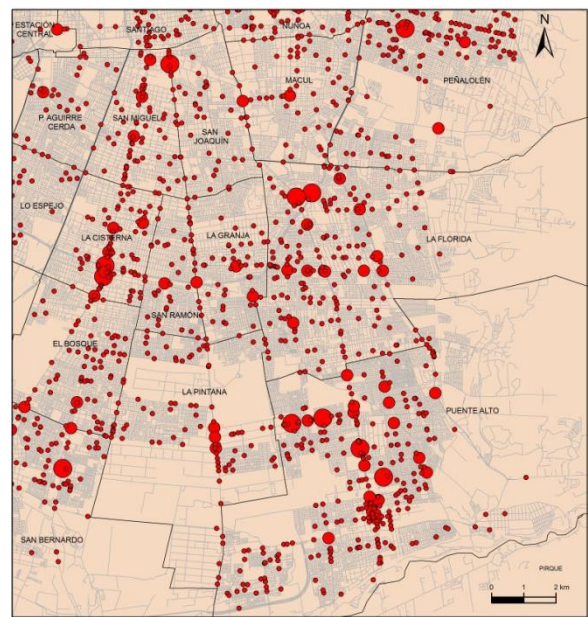


Figura 5. Distribución de los índices de severidad. Suroriente del Gran Santiago.

3) Para analizar el patrón espacial, se utilizó el Índice I de Moran que mide la autocorrelación espacial. El cálculo indicó que en este caso la autocorrelación espacial es positiva, es decir que los atropellos cercanos entre sí, presentan valores similares, lo que indica una tendencia al agrupamiento o distribución concentrada. En la figura n°6 es mediante la visualización de la densidad de los accidentes en estudio es posible identificar el agrupamiento de valores altos.

4) Luego se utilizó la estadística G_i^* de *Getis-Ord* para identificar puntos o localizaciones críticas de accidentes de atropellos. Esta estadística identifica agrupamientos espaciales estadísticamente significativos de valores altos en un conjunto de entidades ponderadas, que serán los llamados “puntos críticos” o “localizaciones críticas”. El resultado se observa en la figura 7.

La Tabla 1 muestra el Ranking de las 20 localizaciones más críticas de estos atropellos.

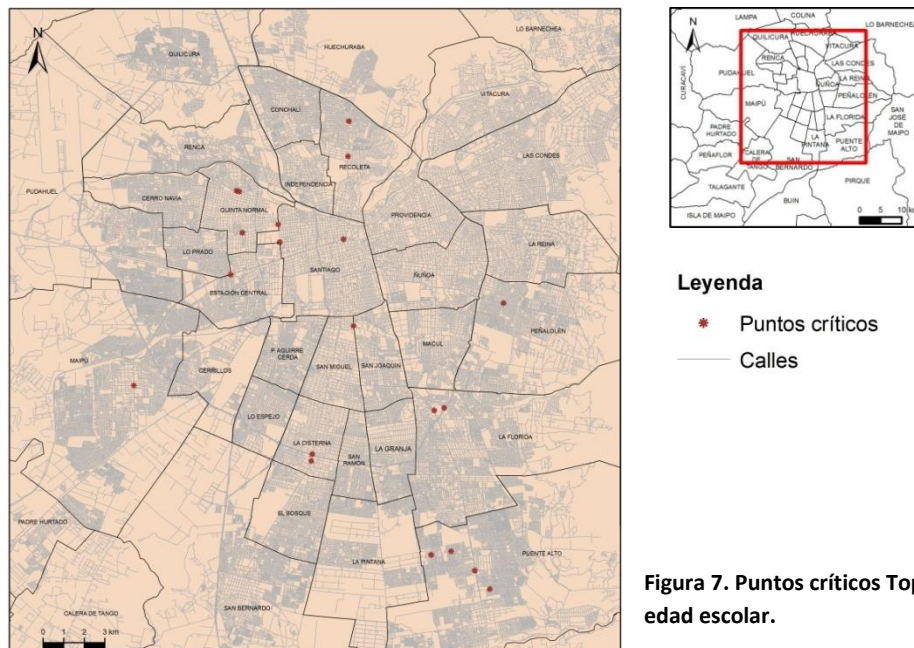
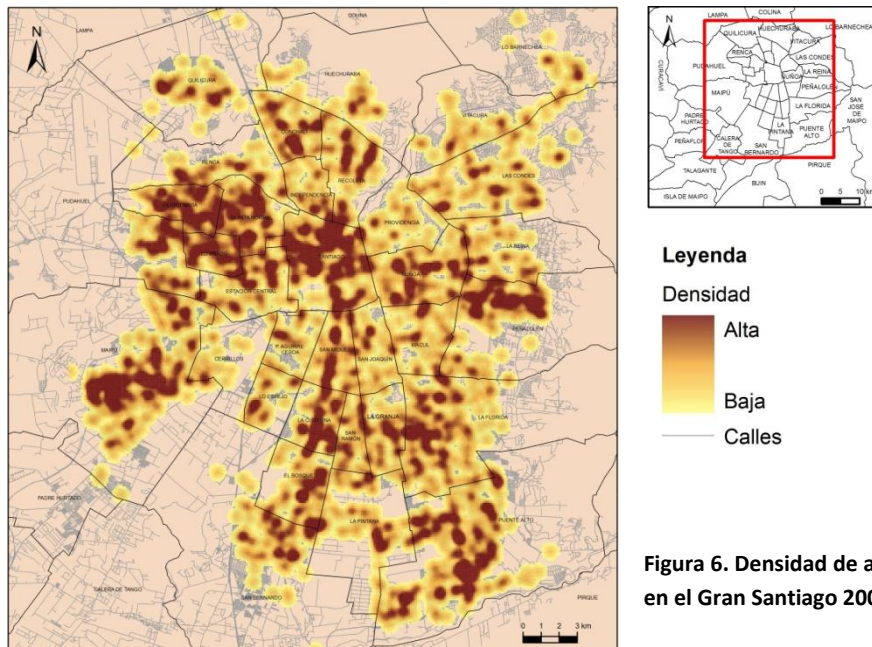


Tabla 1. Ranking de puntos críticos de atropellos de niños en edad escolar.

Ranking	N° de accidentes	Ubicación	Comuna
1	9	Carrascal / Radal	Quinta Normal
2	7	Gran Av. José Miguel Carrera / Américo Vespucio	La Cisterna
3	7	San Pablo / Pedro León Ugalde	Quinta Normal
4	7	Concha Y Toro / Ángel Pimentel	Puente Alto
5	7	Américo Vespucio / Froilan Roa	La Florida
6	7	Gabriela / Juan De Dios Malebrán	Puente Alto
7	6	Recoleta / Los Zapadores	Recoleta
8	5	Grecia / Altiplano	Penalolén
9	6	San Carlos / Nemesio Vicuña	Puente Alto
10	6	Matucana / San Pablo	Santiago
11	6	Vicuña Mackenna Oriente 7110	La Florida
12	5	Libertador Bernardo O'Higgins / Las Rejas Sur	Estación Central
13	6	Gabriela / Creta	Puente Alto
14	6	Los Pajaritos / Libertad	Maipú
15	4	Portales / Matucana	Santiago
16	5	Santa Rosa / Alcalde Carlos Valdovinos	San Joaquín
17	5	Libertador Bernardo O'Higgins / Enrique Mac Iver	Santiago
18	4	Recoleta / Einstein	Recoleta
19	5	Carrascal / Ayuntamiento	Quinta Normal
20	5	Gran Av. José Miguel Carrera / Goycolea	La Cisterna

5) Se estima que en el Gran Santiago en promedio un estudiante camina 20 minutos de su casa al colegio, lo que equivale a una distancia de 1500 metros. Considerando esto, los colegios se cruzaron con los puntos críticos para identificar a aquellos que se encuentran dentro de un radio de 1500 m. de cada punto crítico (ver figura 8). Esto se logró creando *buffers* que representan áreas de influencia de los puntos críticos.

6) Finalmente los colegios dentro del área de influencia de los puntos críticos de atropellos de niños en edad escolar, considerados como los colegios con mayor riesgo de atropello, identificados en el paso anterior fueron clasificados en base a la severidad de los accidentes de atropellos ocurridos cerca de ellos. El objetivo de este paso es calcular un índice de severidad apropiado para cada potencial colegio con riesgo de atropello. Para ello fue necesario definir el área de influencia en que sólo los atropellos relacionados con los colegios en riesgo fueran considerados para el cálculo.

Para ello se utilizó como guía medidas establecidas por otros estudios basados en el análisis de relación espacial entre los accidentes y establecimientos educacionales, por ejemplo Cloutier, Apparicio, & Thouez, 2007, quienes comprobaron que la distancia media de separación entre los accidentes de este tipo y el colegio más cercano en su estudio era de menos de 500 metros. Y Arnaud & Florence, 2000, quienes concluyen en su estudio que los accidentes tienden a disminuir a medida que aumenta la distancia desde el colegio. A la vez que destacan el aumento de estos hasta los 250 metros.

En base a ambos estudios, entre otros que proponen similares distancias, se utilizó como área de influencia, en este estudio, un *buffer* de 500 metros, con lo que se consideró a todos los accidentes de atropellos de niños en edad escolar dentro de este radio para el cálculo del índice de severidad de cada colegio, dando mayor peso a aquellos que se encuentren dentro de un radio de 250 metros ya que estos estarán más probablemente relacionados con el colegio.

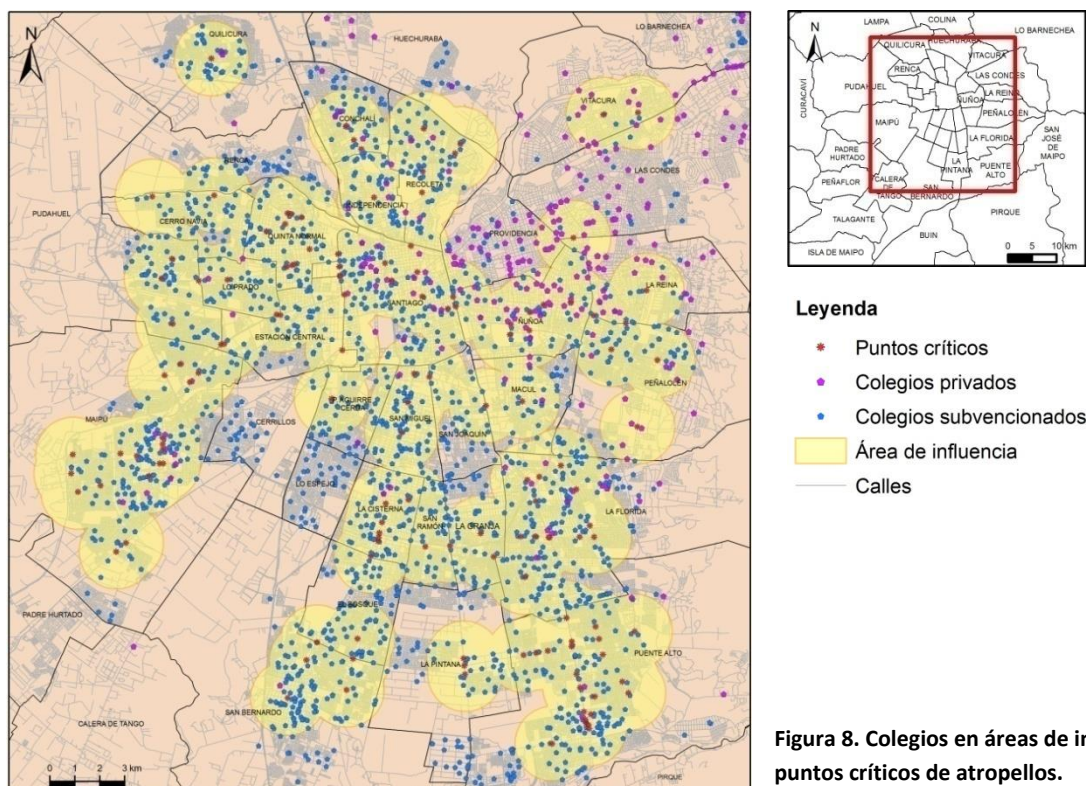


Figura 8. Colegios en áreas de influencia de puntos críticos de atropellos.

Resultados

El análisis de autocorrelación espacial de los accidentes de atropellos, reveló un patrón de agrupado en la distribución espacial de estos eventos. Mientras que el análisis de la estadística G_i^* de *Getis Ord* identificó, con un nivel de confianza de 95%, los puntos críticos de accidentes de atropello.

De un total de 139 puntos críticos identificados, el 90% de ellos se localiza en intersecciones de calles, lo que indica que en estas los atropellos fueron más severos que los ocurridos en tramos de vía. Como se observa en la figura 8, la mayoría de los puntos críticos se localizan en las intersecciones de Gran Av. José Miguel Carrera, San Pablo, Av. Vicuña Mackenna - Av. Concha y Toro, y Av. Los Pajaritos - Av. Libertador Bernardo O'Higgins. Lo que coincide con las calles con mayor cantidad de accidentes de tránsito en general.

De 2003 registros de colegios municipales y subvencionados en el Gran Santiago, un total de 1.588 fueron identificados como potencialmente riesgosos en cuanto a los atropellos al localizarse dentro de un radio de 1500 metros de cada punto crítico de atropellos de niño en edad escolar, de los cuales 1.556 se encontraron relacionados con accidentes hasta 500 m. y fueron considerados para el cálculo del índice de severidad.

Mientras en el caso de los colegios particulares, de los 279 registros en el Gran Santiago, un total de 165 fueron identificados como potencialmente riesgosos, de los cuales 152 se encontraron relacionados con accidentes hasta 500 m.

La tabla 2 muestra los 20 colegios con mayor riesgo de atropello. Cada uno de ellos se relaciona con al menos 27 accidentes de atropello de niños en edad escolar. Como muestra la tabla, estos colegios tienen

valores de índice de severidad extremadamente altos si se considera que los índices registrados para el total de paraderos comienzan en 1,3.

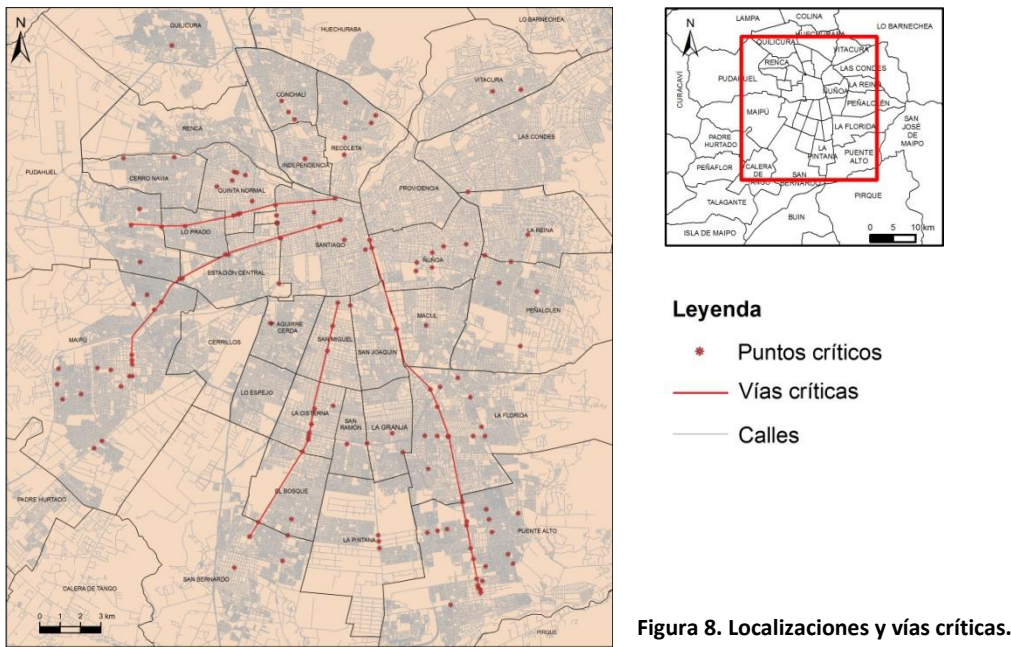


Figura 8. Localizaciones y vías críticas.

Tabla 2. Ranking de colegios con riesgo de atropello

Ranking	Nombre del Establecimiento	Dependencia	Dirección	Comuna	Dentro de 250 m			entre 250-500 m			Índice de Severidad
					Fatal	Grave	Otro	Fatal	Grave	Otro	
1	Escuela Javierra Carrera	Particular Subvencionada	Tocornal 55	Puente Alto	1	4	15	0	0	23	74,45
2	Liceo Puente Alto	Municipal	Ernesto Alvear 90	Puente Alto	0	1	16	1	4	23	74
3	Scuola Imperiale	Particular Pagado	Teniente Bello 55	Puente Alto	0	2	20	0	1	13	57,65
4	Liceo Industrial Domingo Matte Mesías	Particular Subvencionada	Tocornal Grez 440	Puente Alto	0	1	3	1	3	30	55,95
5	Liceo Rosa Tocornal	Particular Subvencionada	Tocornal Grez 440	Puente Alto	0	1	3	1	3	30	55,95
6	Esc. De Parvulos Las Araucarias	Particular Subvencionada	Carrascal 4899	Quinta Normal	0	6	11	0	2	10	54,25
7	Colegio Cordillera	Particular Subvencionada	Av. Domingo Tocornal	Puente Alto	0	1	2	1	3	30	54
8	Escuela Bas. Y Esp. Ovidio Decroly	Particular Subvencionada	Irrazabal 0567	Puente Alto	0	0	7	1	4	23	53,75
9	Escuela San Luis Gonzaga	Particular Subvencionada	José Luis Coe 0285	Puente Alto	0	2	4	1	3	24	52,8
10	Colegio Polivalente Domingo Matte Mesias	Particular Subvencionada	Tocornal Grez 440	Puente Alto	0	1	2	1	3	29	52,7
11	Escuela Lo Franco	Municipal	Ayuntamiento 2192	Quinta Normal	0	6	10	0	2	10	52,3
12	Colegio Particular Nidal	Particular Subvencionada	21 De Mayo 0173	Puente Alto	0	0	9	1	6	16	52,15
13	Escuela Especial Part.Centro Educ.Rayen	Particular Subvencionada	Calle Tres 1125	Quinta Normal	0	3	9	0	6	12	52,05
14	Liceo Ind. Municipalizado A N116	Municipal	Tocornal 254	Puente Alto	0	1	2	1	3	28	51,4
15	Escuela Industrial Simón Bolívar	Particular Subvencionada	Radal 1229	Quinta Normal	0	3	11	0	6	8	50,75
16	Escuela Basica República De Panamá	Municipal	Huérfanos 3151	Santiago	1	2	12	0	2	10	49,9
17	Colegio Los Aromos	Particular Subvencionada	Clavero 155	Puente Alto	1	2	10	0	2	13	49,9
18	Escuela Inglaterra	Municipal	San Pablo 4986	Quinta Normal	0	2	8	0	8	11	49,7
19	Escuela Bas. Salvador Sanfuentes Rep. EEUU.	Municipal	Catedral 3250	Santiago	0	2	6	1	4	17	49,4
20	Liceo Politécnico	Municipal	Eloy Rosales 4970	Quinta Normal	0	6	10	0	2	7	48,4

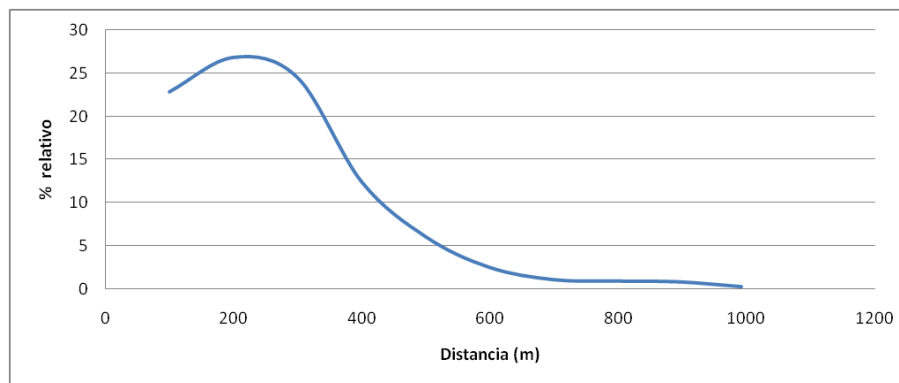
Fatal: Accidentes con resultado de muerte; Grave: Accidentes con lesionados graves; Otros: Accidentes con otro tipo de lesionados como menos grave y leves.

Los resultados en este caso coinciden con lo observado por los autores Arnaud & Florence, 2000 en su estudio sobre análisis espacial de los atropellos de niños en la ciudad de Lille, Francia. Los accidentes de

atropellos de niños en edad escolar disminuyen al aumentar la distancia desde el colegio más cercano, a la vez que se observa una concentración hasta los 250 m (ver gráfico 1).

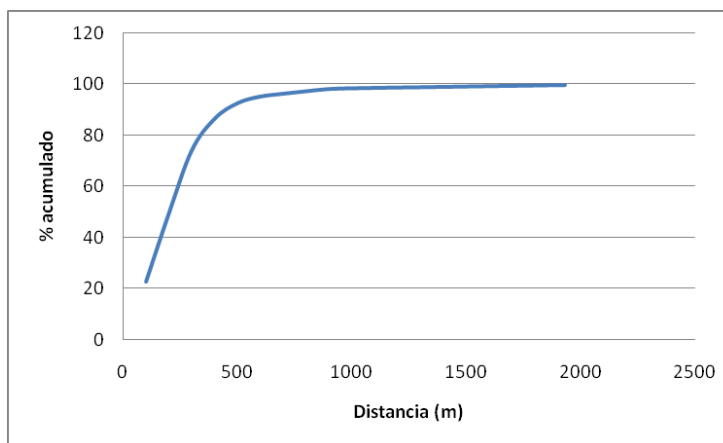
El siguiente gráfico muestra la proporción relativa de los atropellos de niños en edad escolar por unidad de distancia al colegio más cercano.

Gráfico 1. Proporción relativa de atropellos de niños en edad escolar por unidad de distancia al colegio más cercano.



Del total de los accidentes de atropellos de niños en edad escolar localizados en este estudio (3.560) el 62,5% de ellos ocurrieron a una distancia menor a 250 m. del colegio más cercano, porcentaje que se acumula hasta un 92,7% a menos de 500 m. (ver gráfico 2)

Gráfico 2. Proporción acumulada de atropellos de niños en edad escolar por unidad de distancia al colegio más cercano.



Por otra parte estudios han identificado el contexto socio-económico como uno de los principales factores de riesgo para accidentes de peatones infantiles. Algunos resultados registran áreas socio-económicamente desfavorecidas como puntos de mayor riesgo de estos accidentes (Pless et al, 1987; Dougherty et al, 1990; Hasselberg et al, 2001; Graham et al, 2005, en Cloutier, M., Apparicio, P. & Thouez, J., 2007). Señalan entre las causas que estas áreas podrían tener más niños caminando hacia los colegios (Roberts et al, 1996; Macpherson et al, 1998 en Cloutier, M., Apparicio, P. & Thouez, J., 2007).

El caso de los accidentes de niños en edad escolar en el Gran Santiago, también coincide con lo identificado en dichos estudios. Más de la mitad de estos accidentes ocurren en zonas de estratos bajos, grupo socioeconómico C3 (ingresos entre \$400.000 a \$500.000 pesos según Adimark, 2002) y D (ingresos entre \$200.000 a \$300.000 pesos) (ver tabla n°3). A la vez que los accidentes más severos (ver tabla n°4).

Tabla 3. Proporción de atropellos de niños en edad escolar por grupo socioeconómico.

GSE	Atropellos (%)
ABC1	9,1
C2	13,81
C3	26,98
D	25,74
E	0,79
Otro*	3,71
Sin dato	19,88
Total	100

*Otro: Calles, veredas, parques, etc.

Tabla 4. Índice de severidad de atropellos de niños en edad escolar por grupo socioeconómico.

GSE	Índice de severidad (Σ)
ABC1	459,1
C2	710,5
C3	1388,4
D	1340,2
E	38,4
Otro	186,3
Sin dato	1021

Cabe mencionar que las comunas con la mayor cantidad de estos accidentes, Puente Alto (10,8%), Maipú (10%), y La Florida (6,7%), son comunas en que la mayor proporción de los hogares corresponde a los GSE C3 y D, y como es de esperar la mayoría de los atropellos de niños en edad escolar ocurren en estas zonas en dichas comunas.

La figura n°9, muestra el mapa de la distribución de los GSE en el Gran Santiago y la frecuencia de accidentes de niños en edad escolar.

Conclusiones y Recomendaciones

Este estudio basado en el análisis de la autocorrelación espacial de los accidentes de atropellos de niños en edad escolar para la identificación de colegios con mayor riesgo de atropello mediante el uso de SIG permitió la evaluación estadística de los patrones espaciales de los accidentes de este tipo.

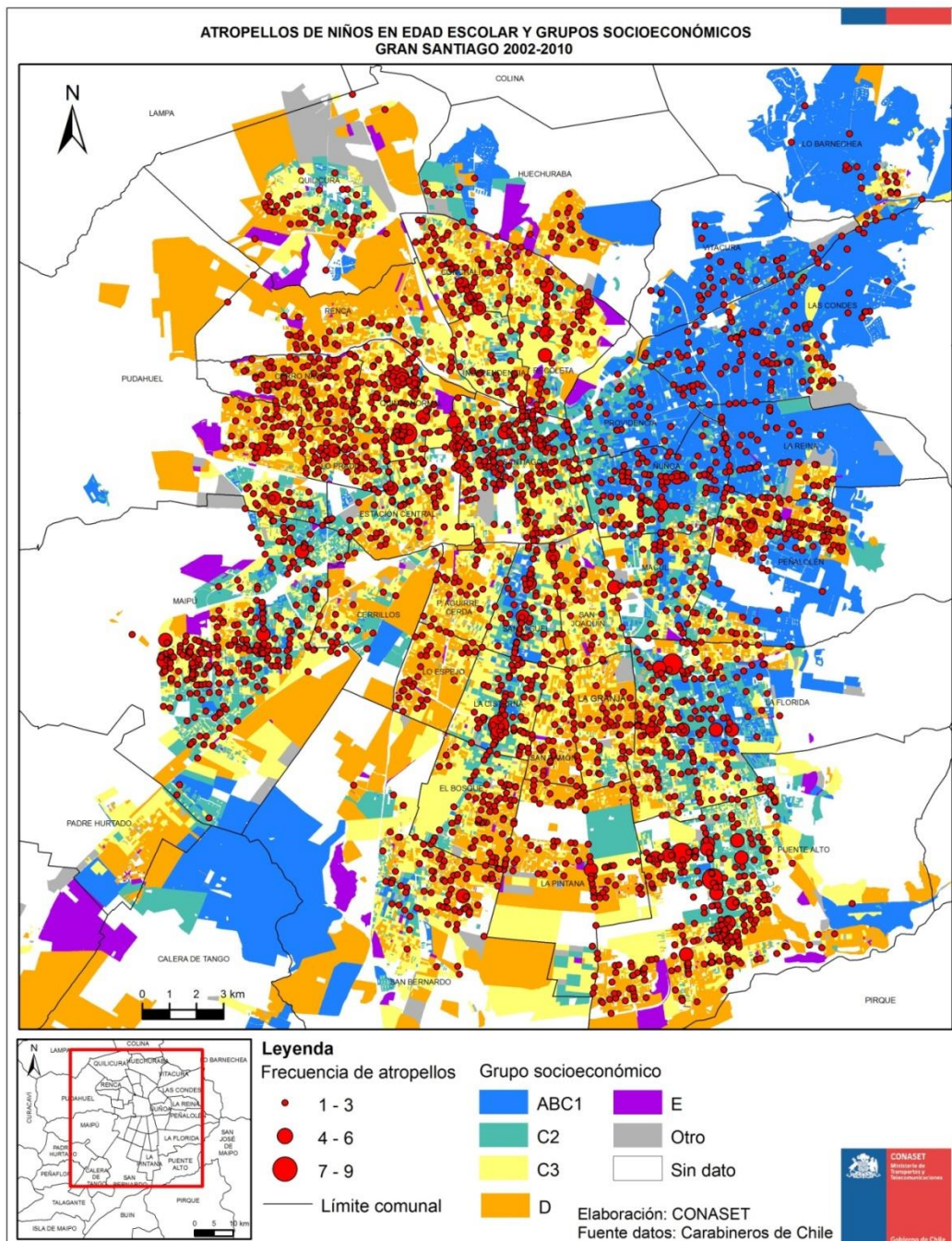
La identificación de localizaciones críticas, mediante la utilización de la metodología del índice de severidad propuesto por Somenahalli & Truong, 2011, que en lugar de utilizar sólo el valor absoluto de los accidentes considera tanto la cantidad de accidentes que ocurren en cierta localización, como la severidad de estos, para el análisis y ranking, reveló que en las intersecciones los atropellos de escolares fueron más severos que los ocurridos en tramos de vía. El problema de las intersecciones y la seguridad de los colegios con respecto a este tema, habiendo identificado las localizaciones críticas y los colegios mayormente relacionados con atropellos de niños, se debe continuar evaluando en terreno para verificar las facilidades y seguridades peatonales existentes.

Al finalizar el análisis queda de manifiesto que los atropellos de niños en edad escolar no están localizados al azar en el espacio, algunos focos de concentración existen y fueron clarificados en el mapa de densidad. Además se identificó una relación directa entre el grupo socioeconómico y los accidentes en estudio.

Al comparar la localización de estos atropellos con la localización de los colegios. La relación general muestra que la proporción de estos accidentes tiende a disminuir a medida que aumenta la distancia desde el colegio. Además un crecimiento puntual de la proporción hasta los 250 metros de los colegios se destacó.

Tal como los autores Arnaud, B., & Florence proponen, esta distancia podría corresponder al radio medio de las áreas protegidas alrededor de los colegios. De modo que los resultados de este estudio, aunque primario, puede guiar las posibles acciones de mejora en la seguridad de tránsito para esta población. Este estudio ofrece una base para la identificación de localizaciones críticas de los accidentes de atropello de niños en edad escolar y la priorización de colegios con riesgo a fin de evaluar los factores causales, determinar contramedidas y planificar zonas de seguridad escolar (Somenahalli & Truong, 2011).

Figura 9. Mapa de distribución de Grupos socioeconómicos y atropellos de niños en edad escolar.



Trabajos citados

ADIMARK (2002). Mapa socioeconómico de Chile, nivel socioeconómico de los hogares del país basado en datos del Censo. Investigaciones de mercado y opinión pública. Disponible en Internet: http://www.adimark.cl/medios/estudios/Mapa_Socioeconomico_de_Chile.pdf

Arnaud, B., & Florence, H.-R. (2000). Spatial Distribution of Road Accidents in the Vicinity of Point Sources Application to Child Pedestrian Accidents. *Geography and Medicine*, 54-64.

Cloutier, M.-S., Apparicio, P., & Thouez, J.-P. (2007). GIS-based spatial analysis of child pedestrian accidents near primary schools in Montréal, Canada. *Applied GIS*, 3, 1-30.

Somenahalli, S. V., & Truong, L. T. (2011). Using GIS to Identify Pedestrian Vehicle Crash Hot Spots and Unsafe Bus Stops. *Journal of Public Transportation*, 99-114.

