Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

Trabajo Final de Graduación

Para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta:

Darío Vargas Aguilar

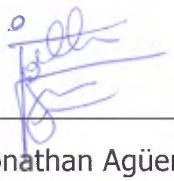
Director:

Ing. Jonathan Agüero Valverde, Ph.D.

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

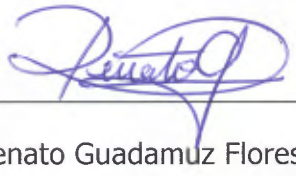
Costa Rica Febrero, 2018

Comité Asesor



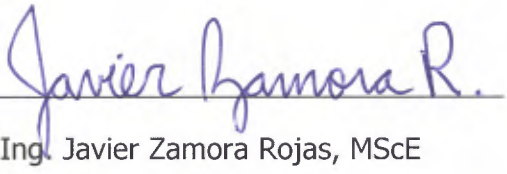
Dr. Jonathan Agüero Valverde

Director



Ing. Renato Guadamuz Flores

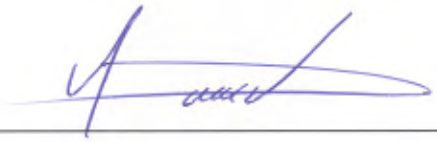
Asesor



Ing. Javier Zamora Rojas, MScE

Asesor

Presenta



Darío Vargas Aguilar

Estudiante

Fecha:2018, febrero, 27

El suscrito, Darío Vargas Aguilar, Cédula 4-0214-0705, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné B16833, manifiesta que es autor del Proyecto Final de Graduación "Modelo estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas", bajo la dirección del Dr. Jonathan Agüero Valverde, quien en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de esta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.

Nota: De acuerdo con la Ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, articulo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001);"no podrá suprimirse el nombre del autor de las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente distinción del texto original y las modificaciones o adiciones editoriales". Además, el autor conserva el derecho moral sobre la obra, Articulo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.

Agradecimientos

Me gustaría primero agradecer a Dios por permitirme culminar mis estudios en Ingeniería civil con los beneficios y responsabilidades que esto conlleva y por poner en mi camino a todas las personas que permitieron que esto fuera posible. También me gustaría agradecer al director de mi tesis el Dr. Jonathan Agüero Valverde por su guía, su acompañamiento y su paciencia durante la elaboración de esta investigación, un excelente profesional, con muchos conocimientos en el campo del transporte, seguridad vial y ordenamiento territorial, del cual he podido el privilegio de aprender. Agradecer a mis asesores, el Ing. Renato Guadamuz y el Ing. Javier Zamora también excelentes profesionales que me acompañaron y brindaron su concejo con el fin de mejorar y fortalecer la investigación desarrollada.

Agradecer a mis padres por el apoyo durante estos años a pesar de las dificultades enfrentadas en el camino, ya que sin su respaldo no hubiera alcanzado este logro. A mi novia Andrea cuyo respaldo y motivación fue esencial para mi durante el desarrollo de esta investigación, a mis amigos y compañeros de carrera que me brindaron ayuda y soporte a lo largo de estos años, y a todas aquellas personas que de manera directa o indirecta colaboraron con la conclusión de mis estudios.

Índices

Índice General

Capítulo 1. Introducción 1

1.1 Justificación 1

1.1.1 Problema específico 3

1.1.2 Importancia 4

1.1.3 Antecedentes teóricos y prácticos del problema 5

1.2 Objetivos 7

1.2.1 Objetivo general 7

1.2.2 Objetivos específicos 7

1.3 Delimitación del problema 8

1.3.1 Alcance 8

1.3.2 Limitaciones 13

1.4 Metodología 14

1.4.1 Unificación de bases de datos 14

1.4.2 Análisis de datos 16

1.4.3 Elaboración del modelo binomial negativo 16

Capítulo 2. Marco teórico 19

2.1 Uso del suelo 19

2.2 Características socioeconómicas 20

2.3 Choques viales 21

2.4 Modelo estadístico 21

Capítulo 3. Uso del suelo 24

3.1 Clasificación existente 24

3.2 Completado del uso de suelo 26

3.3 Uso de suelo y atracción de viajes 29

3.4 Descripción del uso de suelo 35

3.4.1 Bosque y protección 36

3.4.2 Comercial y servicios 36
3.4.3 Industrial 37
3.4.4 Agropecuario 37
3.4.5 Residencial 38
3.4.6 Carretera 38
Capítulo 4. Características socioeconómicas 39
4.1 Descripción demográfica 39
4.2 Carencias críticas 53
4.3 Tenencia de vehículos 60
Capítulo 5. Tránsito y vialidad 64
5.1 Longitud de la red vial 64
5.1.1 Longitud de la red vial cantonal 64
5.1.2 Longitud de la red vial nacional 68
5.1.3 Longitud de la red vial total 71
5.2 Vehículo-kilómetro 73
Capítulo 6. Choques viales en la GAM 77
Capítulo 8. Modelos estadísticos 90
8.1 Generación de modelos 90
8.2 Modelos obtenidos 91
8.3 Valores estimados de choques 101
Capítulo 9. Conclusiones y recomendaciones 122
9.1 Conclusiones 122
9.2 Recomendaciones 125
Bibliografía 129
Anexos 133

Índice de Cuadros

Cuadro 1.Tasas de mortalidad y de lesionados por 100 000 habitantes en accidentes de tránsito. 2
Cuadro 2. Distritos en el área de estudio 10
Cuadro 3. Factores de equivalencia según el nivel de severidad del choque 18
Cuadro 4. Clasificación general del uso del suelo por zona 29
Cuadro 5. Clasificación de los usos de suelo según categorías urbano o no urbano 30
Cuadro 6. Atracción de viajes diaria en vehículos por metro cuadrado de uso de suelo 31
Cuadro 7. Categorías de uso de suelo utilizadas para la elaboración de los modelos 33
Cuadro 8. Valores estadísticos obtenidos para los usos de suelo en la GAM 35
Cuadro 9. Valores estadísticos para la población en edad entre 0-14 años en la GAM 40
Cuadro 10. Valores estadísticos para la población en edad entre 15-24 años en la GAM 43
Cuadro 11. Valores estadísticos para la población en edad entre 25-64 años en la GAM 45
Cuadro 12. Valores estadísticos para la población de 65 años o más en la GAM 46
Cuadro 13. Valores estadísticos para la población total en la GAM 50
Cuadro 14. Valores estadísticos para los hogares con al menos una carencia crítica en la GAM 53
Cuadro 15. Valores estadísticos para los hogares con una carencia crítica en la GAM 56
Cuadro 16. Valores estadísticos para los hogares con dos carencias críticas en la GAM 58
Cuadro 17. Valores estadísticos para los hogares con tres carencias críticas en la GAM 58
Cuadro 18. Valores estadísticos para los hogares con cuatro carencias críticas en la GAM 59
Cuadro 19. Valores estadísticos para la tenencia de vehículos en los hogares de la GAM 60
Cuadro 20. Valores estadísticos para la longitud de la red vial cantonal 65
Cuadro 21. Valores estadísticos para la longitud de la red vial nacional 68
Cuadro 22. Valores estadísticos para la longitud de la red vial total 71
Cuadro 23. Valores estadísticos para vehículo-kilómetro por distrito en la GAM 75
Cuadro 24. Cantidad total de choques según nivel de gravedad en la GAM 78
Cuadro 25. Cantidad de choques viales equivalentes a sólo daños materiales según nivel de severidad en la GAM 79
Cuadro 26. Cantidad de choques viales según tipo de choque y nivel de severidad 85
Cuadro 27. Modelo de estimación de cantidad de choques totales anuales por distrito para la GAM 92

Cuadro 28. Modelo de estimación de cantidad de choques anuales equivalentes a sólo daños materiales por distrito para la GAM 92
Cuadro 29. Modelo de estimación de cantidad de choques de tipo atropello a personas por año y por distrito para la GAM 93
Cuadro 30. Modelo de estimación de cantidad de choques de tipo colisión con bicicleta por año y por distrito para la GAM 93

Índice de Cuadros Anexos

Cuadro A 1. Áreas obtenidas según uso de suelo para los distritos de la GAM 133
Cuadro A 2. Población total clasificada por grupos de edad para los distritos de la GAM 138
Cuadro A 3. Hogares con carencias críticas y tenencia de vehículos para los distritos de la GAM 142
Cuadro A 4. Secciones de rutas nacionales sin información de TPD según anuario de transito 2015 146
Cuadro A 5. Cantidad de choques viales totales y EDM para los distritos de la GAM 147
Cuadro A 6. Cantidad de choques viales de tipo atropello a personas y colisión con bicicleta de la GAM 152
Cuadro A 7. Cantidad de exceso de frecuencia determinado para los distritos de la GAM 157

Índice de Figuras

Figura 1. Metodología utilizada para el trabajo de graduación 15
Figura 2. Proceso seguido para completar el uso del suelo 27
Figura 3. Fotografías visita de campo sector de Alvarado 28
Figura 4. Choques viales registrados para el 10% de los distritos con mayor cantidad de choques. 81
Figura 5. Choques viales registrados para el 10% de los distritos con menor cantidad de choques. 81
Figura 6. Choques equivalentes a sólo daños materiales para el 10% de los distritos con mayor cantidad de choques. 83
Figura 7. Choques equivalentes a sólo daños materiales para el 10% de los distritos con menor cantidad de choques. 84

Figura 8. Cantidad de choques para el 10% de los distritos con mayor cantidad de atropellos a personas. 86
Figura 9. Cantidad de choques para el 10% de los distritos con mayor cantidad de colisiones con bicicleta. 88
Figura 10. Cantidad total de choques viales para el 10% de distritos con mayor cantidad de otros tipos de choques. 89
Figura 11. Cantidad total de choques viales para el 10% de distritos con mayor cantidad de choques esperados. 102
Figura 12. Cantidad total de choques viales para el 10% de distritos con menor cantidad de choques esperados. 103
Figura 13. Exceso de choques totales para el 10% de distritos con mayor exceso de frecuencia. 106
Figura 14. Cantidad total de choques para el 10% de distritos con mayor cantidad de choques EDM estimados. 107
Figura 15. Cantidad total de choques para el 10% de distritos con menor cantidad de choques EDM es estimados. 109
Figura 16. Exceso de choques EDM para el 10% de distritos con mayor exceso de frecuencia. 112
Figura 17. Cantidad de choques viales para el 10% de distritos con mayor cantidad de atropellos a personas estimados. 113
Figura 18. Exceso de atropellos esperados para el 10% de distritos con mayor exceso de frecuencia. 116
Figura 19. Cantidad de choques viales para el 10% de distritos con mayor cantidad de colisiones con bicicleta. 118
Figura 20. Exceso de colisiones con bicicleta para el 10% de distritos con mayor exceso de frecuencia. 121

Índice de Mapas

Mapa 1. Área de estudio 9
Mapa 2. Uso de suelo en la GAM según nueva clasificación 34
Mapa 3. Porcentaje de la población entre los 0 y 14 años 42
Mapa 4. Porcentaje de la población entre los 15 y 24 años 44
Mapa 5. Porcentaje de la población entre los 25 y 64 años 47
Mapa 6. Porcentaje de la población entre los 25 y 64 años 49

Mapa 7. Densidad de población en los distritos de la GAM en miles de habitantes por kilómetro cuadrado 52
Mapa 8. Porcentaje de hogares que presentan carencias críticas por distrito en la GAM.. 55
Mapa 9. Porcentaje de hogares que presentan una carencia crítica por distrito en la GAM 57
Mapa 10. Porcentaje de hogares con automóvil propio según distrito en la GAM..... 61
Mapa 11. Porcentaje de hogares con motocicleta propia según distrito en la GAM 63
Mapa 12. Densidad de carreteras cantonales por distrito en la GAM..... 67
Mapa 13. Densidad de carreteras nacionales por distrito en la GAM..... 70
Mapa 14. Densidad de carreteras totales por distrito en la GAM 72
Mapa 15. Segmento de rutas nacionales sin TPD asociado..... 74
Mapa 16. Exceso de frecuencia de choques totales según distrito..... 105
Mapa 17. Exceso de frecuencia de choques equivalentes a solo daños materiales según distrito. 110
Mapa 18. Exceso de frecuencia de atropellos a personas según distrito..... 115
Mapa 19. Exceso de frecuencia de colisiones con bicicleta según distrito..... 120

Vargas Aguilar, Darío

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

Proyecto de Graduación – Ingeniería Civil – San José. C.R.:

D. Vargas A., 2018

Xi, 128, [29]h; ils. col. – 36 refs.

Resumen

Debido al incremento constante de la cantidad de choques viales que ocurren en el país, se buscó determinar las características socioeconómicas de la población y las variables de uso de suelo relacionadas con la frecuencia de choques viales a nivel de distrito en la Gran Área Metropolitana. De manera que fuera posible incluir criterios de seguridad vial en las políticas de planificación urbana.

Se elaboraron modelos estadísticos de estimación de choques, utilizando la distribución binomial negativa a partir del uso de suelo de la GAM. Se incluyeron las variables socioeconómicas de la población y variables asociadas a la red vial. Se determinó que variables como la población total del distrito y la cantidad de vehículo-kilómetro, son significativas en todos los modelos analizados e incrementan la cantidad de choques estimados. A su vez el porcentaje de uso de suelo comercial y de servicios influye en la cantidad de choques totales, choques equivalentes a daños materiales y colisiones con bicicletas, mientras por su parte el porcentaje de uso de suelo residencial influye en la cantidad de atropellos a personas. Otras variables de interés en los modelos fueron el porcentaje hogares con automóvil y el porcentaje de habitantes entre las edades de 0-14 años, 15-24 años y 65 o más años. Se determinaron los distritos con mayor exceso de frecuencia, donde sobresale el distrito de Alajuela que resultó ser el más problemático. También resultaron con importantes excesos de choques los distritos de Uruca y Hospital en San José, San Nicolás en Cartago, Heredia y Río Segundo de Alajuela, entre otros.

CHOQUES VIALES; SEGURIDAD VIAL; MODELO ESTADÍSTICO

Ing. Jonathan Agüero Valverde, Ph.D.

Escuela de Ingeniería Civil.

Capítulo 1. Introducción

1.1 Justificación

La seguridad vial es un área de estudio que cada año obtiene más importancia, ya que el crecimiento en el nivel de motorización mundial ha agravado la problemática de los choques viales. Esta problemática ha alcanzado el punto de ser declarada un problema de salud pública por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS en adelante).

Según la OMS en su informe sobre la situación mundial de la seguridad vial del año 2009, para el año 2004 las muertes causadas por choques viales representaban un 2,2% de la totalidad de las muertes en el mundo, posicionándose como la novena causa de defunciones y como la primera causa a nivel mundial de muertes violentas. Se estimó que para el año 2030 los choques viales pasarían del noveno al quinto puesto en causas de muerte a nivel mundial, únicamente superada por enfermedades cardiovasculares y pulmonares, alcanzando un 3,6% de las muertes totales a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud, 2009).

Además, en el 2011 la OMS dio a conocer su Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 con el objetivo de que los diferentes estados realizan estudios de su situación actual en materia de seguridad vial y confeccionaran planes de trabajo para disminuir las muertes en carretera las cuales se estimaron en 1,3 millones de personas anuales lo que equivale a 3000 muertes diarias (Organización Mundial de la Salud, 2011).

También en el año 2015 la OMS elaboró un nuevo informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Donde se determinó que las medidas adoptadas en seguridad vial han ayudado a estabilizar el número de muertes por choques viales, a pesar del crecimiento de la motorización mundial (Organización Mundial de la Salud, 2015). Sin embargo, este progreso es insuficiente para cumplir con los objetivos planteados en la agenda 2030 para el desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas, donde se plantea alcanzar una reducción del 50% en las muertes por choques viales para el año 2020 (Asamblea general de las Naciones Unidas, 2015).

Costa Rica no es ajena a esta realidad y actualmente vive una situación similar a la del resto del mundo, en el Cuadro 1 se muestran las tasas de mortalidad a nivel nacional desde el año 2012 hasta el año 2015 debido a choques viales. Se puede observar un aumento considerable en las muertes entre los años 2013 y 2014 y que el número de muertes

continúa incrementándose para el año 2015. Se debe considerar que las muertes en carretera no son la única consecuencia de los choques viales, millones de personas en el mundo sufren lesiones graves o leves cada año, además de los costos económicos generados a la sociedad por este tipo de incidentes. En el Cuadro 1 también se hace referencia a la cantidad de lesionados cada año en Costa Rica y como cada año se incrementa el número de personas en esta categoría. (Consejo de Seguridad Vial, 2017)

Cuadro 1.Tasas de mortalidad y de lesionados por 100 000 habitantes en accidentes de tránsito.

Año	Muertes Sitio	Muertes totales	Lesionados	Población cerrada	Tasa de mortalidad en sitio x100 mil hab.	Tasa de mortalidad total x 100 mil hab.	Tasa de lesionados x100 mil hab.
2012	332	675	12 630	4 652 454	7,14	14,51	271,5
2013	298	644	16 439	4 713 168	6,32	13,66	348,8
2014	365	682	16 967	4 773 124	7,65	14,29	355,5
2015	425	795	18 143	4 832 234	8,80	16,45	375,5

Muertes totales a partir de datos del Poder Judicial, fallecidos en sitio y lesionados del parte oficial de tránsito. Población de CCP e INEC. Costa Rica: Estimaciones y Proyecciones de Población por sexo y edad 1950-2100. San José, Costa Rica: publicaciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Fuente: Área de Investigación y estadística. COSEVI, 2017

En el caso de la sociedad costarricense un estudio elaborado por el Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible de la Universidad de Costa Rica (ProDUS-UCR) determinó el costo en el que incurre el país debido a los choques viales. Para realizar dicha estimación se consideraron los costos asociados a cobertura médica, los daños a la propiedad y las perdidas en años productivos para las personas que ven su vida truncada debido a los choques viales. (Sánchez, Agüero-Valverde y Pujol, 2015)

El estudio determinó que las entidades asegurados pagaron 52 mil millones de colones anuales entre 2010-2012 por concepto de choques viales lo que equivale a cerca del 2,5% del producto interno bruto (PIB), por otro lado, los seguros no cubren la totalidad de los gastos médicos lo que genera que la Caja Costarricense del Seguro Social incurra en gastos anuales que ascienden a 2 mil millones de colones o 0,1% del PIB. En términos de años productivos se estimó que en promedio cada año se da una pérdida del 0,92% del PIB debido al fallecimiento de personas en choques viales. Otro factor importante es el costo por demoras que se estimaron en aproximadamente 120 mil millones de colones anuales, cabe resaltar que de los costos asociados a los choques viales a nivel nacional la mayor cantidad se ubican en la Gran Área metropolitana (Sánchez, Agüero-Valverde y Pujol, 2015).

Con el fin de disminuir los choques viales, en diferentes países se han realizado estudios como el titulado "Traffic analysis zone level crash estimation models based on land use" donde se ha determinado que el uso del suelo tiene una influencia directa en la incidencia de choques viales. Esto por cuanto los diferentes usos de suelo generan distintas dinámicas y patrones de comportamiento en la población, aumentado o disminuyendo su riesgo a este tipo de incidentes. En otras investigaciones como la titulada "Predicting Local Road Crashes Using Socio-economic and Land Cover Data", se ha determinado que variables socioeconómicas y demográficas como la densidad de la población y el nivel de ingresos por hogar pueden jugar un rol importante en la cantidad y gravedad de choques viales. Ya que estas variables también influyen en los patrones de viaje y selección de modo de transporte de los habitantes.

Según lo mencionado se puede apreciar que, tanto a nivel mundial como nacional, los choques viales son una problemática que debe ser abordada de manera integral. Este estudio pretende relacionar el uso del suelo dentro de la GAM y las características socioeconómicas de su población con el fin de tener mayor comprensión sobre la incidencia de estas variables en los choques viales a nivel de Costa Rica de forma que sea posible realizar una mejor labor en planificación de infraestructura para reducir la cantidad y severidad de los choques.

1.1.1 Problema específico

Los choques viales son una problemática a nivel nacional, en el Cuadro 1 se observa que en el país mueren en sitio al menos 6 personas por cada 100 000 habitantes, siendo una de las principales causas de muerte en el país. Además, según lo revelado por el estudio de ProDUS-UCR respecto al costo de los choques viales en Costa Rica, se conoce que estos incidentes tienen un alto impacto en la economía nacional generando pérdidas que ascienden a más de un 6% del PIB cada año.

La necesidad de disminuir la frecuencia con la que ocurren los choques viales conlleva a plantear el presente estudio. El estudio se centra en la GAM, esto debido a que en Costa Rica alrededor del 53% de la población vive y trabaja en la GAM (Arias y Sánchez, 2012). Debido a esta concentración de la población y el alto índice de motorización, la GAM es la región del país donde ocurre la mayor cantidad de choques viales.

Por otro lado, en la GAM se ubican los cantones de San José, Alajuela, Cartago y Heredia considerados como las principales ciudades del país y que concentran la mayor actividad económica del mismo. Estas ciudades se encuentran en constante crecimiento y renovación,

por lo que tienden a expandirse y variar las condiciones de usos de suelos haciendo necesarias estrictas políticas de regulación y altos niveles de planificación.

El estudio busca generar un modelo que relacione los diferentes usos de suelo en la GAM y las características socioeconómicas de sus habitantes con los choques viales ocurridos. Generar este tipo de modelo permitiría identificar características poblacionales y de uso de suelos para las que se presentan mayores probabilidades de que ocurran choques viales. Esta información permitiría orientar el crecimiento de las ciudades y realizar intervenciones en zonas críticas de la GAM, para reducir la incidencia de choques viales.

1.1.2 Importancia

Como se ha mencionado, los choques viales son una problemática a nivel mundial al punto de ser declarados problema de salud pública por la OMS y formar parte de la agenda para el desarrollo sostenible por parte de las Naciones Unidas. Esta problemática genera anualmente la perdida de millones de vidas humanas, así como serias lesiones a otros millones de personas. Adicionalmente, a estas pérdidas humanas deben añadirse los costos económicos asociados a las demoras y daños a la propiedad.

Es por esto por lo que surge la necesidad de buscar maneras de reducir la ocurrencia y gravedad de los choques viales. El logro de este objetivo llevaría a un ahorro para el sistema de salud, a la disminución en la congestión, salvaría vidas humanas y generaría un aumento general en la calidad de vida en la población.

En el caso de Costa Rica la mayor parte de los choques viales se presenta en la GAM, por lo que la investigación se centra en esta región del país. La investigación busca determinar la relación existente entre los distintos usos del suelo y las características socioeconómicas de la población con los choques viales. A nivel mundial se han realizado este tipo de investigaciones principalmente en países como Estados Unidos, sin embargo, a nivel latinoamericano las investigaciones de este tipo son escasas. En el caso de Costa Rica no existen investigaciones en el tema, por lo que se consideró necesario explorar este campo.

Los resultados obtenidos contribuirán en ámbitos como la planificación urbana, ya que al conocer la relación de los choques viales y el uso del suelo podrán tomarse consideraciones para orientar el crecimiento de las ciudades, de forma que se reduzca la frecuencia de choques viales. También permitirá tomar medidas de mitigación en áreas específicas donde se considere exista mayor probabilidad de ocurrencia de choques. Además, permitiría incluir aspectos de seguridad vial en políticas y regulaciones a nivel cantonal como por ejemplo los planes reguladores.

1.1.3 Antecedentes teóricos y prácticos del problema

En relación con el tema del proyecto, existen algunas investigaciones a nivel internacional cuyo tema central ha sido el relacionar las características del uso del suelo con la frecuencia de choques viales. Uno de estos estudios fue el realizado en el año 2012 por Srinivas Pulugurtha; Venkata Rammana Duddu y Yashaswi Kotagiri titulado "Traffic analysis zone level crash estimation models based on land use", cuya área de estudio es la ciudad de Carlotte, Mercklenburg Country en Carolina del Norte. Utilizando datos de choques viales y uso de suelo del año 2005, el estudio analizó las denominadas zonas de análisis de tráfico o TAZ por sus siglas en inglés, relacionándolas con diferentes categorías de uso de suelo como por ejemplo residencial, mixto, comercial e industrial. Los investigadores utilizaron un modelo binomial negativo y verificaron los resultados obtenidos mediante una prueba χ^2 con 95% de confianza. Determinaron que los diferentes usos de suelo presentaban una estrecha relación positiva con la ocurrencia de choques viales, a excepción del uso residencial para viviendas unifamiliares. El cuál presentaba una correlación negativa, por lo que los choques viales tienden a disminuir en este tipo de uso de suelo posiblemente porque presenta menores velocidades de operación.

Otra investigación sobre el tema es la de Richard Amoh-Gyimah; Meead Saberi y Majid Sarvi en el 2015, con su proyecto de investigación "Exploring the Effects of Land Use, Travel Behavior, and Socio-Economic Characteristics on Safety at the Planning Level", estudiaron la relación entre el uso del suelo, las características socioeconómicas de la población y sus patrones de viaje con los choques viales. Para esto tomaron como área de estudio la zona metropolitana de Melbure, utilizando datos de choques viales obtenidos entre el 2010 y el 2012. Crearon un modelo binomial negativo utilizando las distintas variables tanto por separado como en conjunto, se determinó que variables como la cantidad de kilómetros viajados por vehículo, la cantidad de usuarios que viajan a su trabajo en bicicleta, uso de suelo mixto y la cantidad de hogares con ingresos bajos, son significativas en el aumento de choques viales. Además, los modelos se efectuaron para diferentes escalas espaciales, con lo que se demostró que el cambio en la escala de estudio produce diferentes resultados en el modelo.

Otro estudio importante es el realizado por Kai Wang en el año 2015, titulado "Predicting Local Road Crashes Using Socio-economic and Land Cover Data". El estudio fue desarrollado para el estado de Connecticut y se centra en la generación de un modelo que permita estimar la cantidad de choques viales en un determinado segmento de carretera o intersección cuando los datos de conteos viales son escasos o inexistentes. Para esto, el

modelo se basa en características socioeconómicas de los habitantes, densidad de población y uso del suelo como sustitutos a los conteos. Se utilizaron TAZ en seis categorías homogéneas según el uso del suelo y se generó un modelo para estimar los choques viales en las intersecciones y otro en los segmentos de carretera utilizando el método de Bayes. Se determinó que, para estos modelos, algunas variables importantes son la población total, número de empleados y el ingreso promedio por hogar ya que presentan una alta correlación con los choques viales.

En el estudio efectuado durante el 2015, "titulado Investigating the Effects of Traffic, Socio-Economic and Land Use Characteristics on Pedestrian and Bicycle Crashes: A Case Study of Melbourne, Australia", Richard Amoh-Gyimah exploró los choques a ciclistas y atropellos a peatones en el área metropolitana de Melbourne. En Australia, la cantidad de ciclistas para el año 2008 alcanzaba los 1,9 millones de personas y presentaba tendencia al alza, por lo que el estudio busca generar información que permita proteger a estas poblaciones vulnerables. El autor utilizó variables socioeconómicas, densidad poblacional y de uso de suelo para generar modelos estadísticos que permitieran determinar la relación de estas variables con los atropellos y choques a ciclistas. Para los modelos fue utilizada la distribución binomial negativa y se creó un modelo para cada tipo de choque. Se determinó que la cantidad de kilómetros viajados por vehículo, la cantidad de adultos mayores y el porcentaje de hogares sin automóvil, tienen una correlación positiva con respecto a la cantidad de atropellos a ciclistas y peatones. Además, el uso de suelo mixto y residencial aumenta la cantidad de peatones atropellados. Por otro lado, las zonas de menores ingresos y con personas más jóvenes tienden a presentar reducción en los atropellos a ciclistas.

Las investigaciones mencionadas previamente fueron realizadas en diferentes partes del mundo, una realidad más cercana al caso de Costa Rica sería la región latinoamericana. En el año 2008 en México, César Fuentes y Vladimir Hernández realizaron un estudio sobre la estructura espacial urbana y la incidencia de accidentes de tránsito en Tijuana, Baja California. La ciudad de Tijuana fue seleccionada ya que en ella ocurren el 50% de los choques viales del estado de Baja California, además se contaba con el registro de choques viales durante el periodo 2003-2004. El estudio utilizó análisis espacial para relacionar el uso del suelo en la ciudad de Tijuana, con las características socioeconómicas y demográficas de la población. Se creó un modelo utilizando la distribución binomial negativa para relacionar la ocurrencia de choques viales con las variables antes mencionadas. Se determinó que la densidad de empleo terciario en una zona, el flujo vehicular y el nivel de ingreso superior a cinco salarios mínimos, son variables significativas y que aumentan la

probabilidad de que se presenten choques viales. Por el contrario, otras variables significativas como la densidad poblacional y la densidad de empleo en manufactura tienden a generar una reducción en la frecuencia de ocurrencia de choques viales.

En el caso específico de Costa Rica, si bien no existen investigaciones que involucren las variables en estudio, Jonathan Agüero-Valverde en el 2013 realizó la investigación titulada "Multivariate spatial models of excess crash frequency at area level: Case of Costa Rica", en esta investigación Agüero-Valverde realiza un modelo de análisis espacial a nivel país, considerando como unidad espacial mínima la división política cantonal de Costa Rica. Dicha investigación no considera características socioeconómicas ni de uso de suelo, sin embargo, hace uso de características demográficas de la población como, por ejemplo, la cantidad de personas mayores a 65 años y relaciona dichas variables con la frecuencia esperada de choques viales asociados a un determinado nivel de severidad. Para realizar el modelo estadístico, se utilizó el método de Bayes y se realizaron modelos independientes y multivariables, siendo este último el que mejores resultados obtuvo. Se encontró que en ambos modelos la cantidad de kilómetros recorridos por vehículo es una variable significativa y con correlación positiva, en el caso del modelo multivariables los diferentes rangos de edades utilizados resultaron todos significativos y con correlación positiva al igual que el porcentaje de población urbana.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Determinar las variables relacionadas con la frecuencia de choques viales en los distritos de la Gran Área Metropolitana, mediante modelos estadísticos a partir de características socioeconómicas y de uso del suelo. Con el fin de incluir políticas de seguridad vial que involucren el uso del suelo en la planificación territorial.

1.2.2 Objetivos específicos

- Procesar el uso de suelos existente para la Gran Área Metropolitana con el fin de determinar los usos de suelo predominantes y su distribución geográfica en la GAM.
- Procesar los datos socioeconómicos disponibles a partir del censo nacional 2011, con el fin de caracterizar la población de los distritos de la Gran Área Metropolitana.
- Cuantificar la red vial de la Gran Área Metropolitana a nivel de distrito con el fin de evaluar su relación con incidencia de choques viales.
- Analizar las bases de datos de choques viales del Consejo de Seguridad Vial para identificar los distritos con mayor cantidad de choques viales.

- Realizar modelos estadísticos de estimación de choques para identificar las variables socioeconómicas y de uso de suelo correlacionadas con la incidencia de choques viales.

1.3 Delimitación del problema

1.3.1 Alcance

- El estudio está delimitado espacialmente a la Gran Área Metropolitana según se definió en el Decreto del Poder Ejecutivo No 13583-VAH-OFIPLAN del 3 de mayo de 1982, con excepción de los distritos San Isidro de El Guarco, Dulce Nombre de Cartago, Agua Caliente de Cartago y Orosí de Paraíso. En el Mapa 1 se puede observar el área de estudio.
- Se utilizó la división política administrativa a nivel distrital como escala mínima para el estudio. En el Cuadro 2 se mencionan de manera específica los distritos que abarca el estudio.
- Se utilizó la información de choques viales disponible en las bases de datos del COSEVI para los años del 2012 al 2014.
- El uso del suelo base utilizado fue escala 1:10 000 obtenido de las bases de datos del Plan Regional de Desarrollo Urbano de la Gran Área Metropolitana (PRUGAM)
- Las características socioeconómicas de la población se determinaron con base en los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) con el censo del año 2011.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000 1.105.000 1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
BARVA
ALAJUELA
SAN ISIDRO
SAN RAFAEL
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SANTO DOMINGO
SAN ANTONIO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
PACAYAS
COLON (PACACUA)
CURRIDABAT
TRES RIOS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
SAN RAFAEL
CENTRO
ASERRI
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

- Principales poblados
- Red vial nacional
- Límite Distrital
- Área de estudio
- Costa Rica

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 1. Ubicación del área de estudio

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

0 40 80 160 240 320 Kilometers

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

Cuadro 2. Distritos en el área de estudio

Provincia	Cantón	Distrito	Código de distrito
San José	San José	Carmen	10101
San José	San José	Merced	10102
San José	San José	Hospital	10103
San José	San José	Catedral	10104
San José	San José	Zapote	10105
San José	San José	San Francisco de Dos Ríos	10106
San José	San José	Uruca	10107
San José	San José	Mata Redonda	10108
San José	San José	Pavas	10109
San José	San José	Hatillo	10110
San José	San José	San Sebastián	10111
San José	Escazú	Escazú	10201
San José	Escazú	San Antonio	10202
San José	Escazú	San Rafael	10203
San José	Desamparados	Desamparados	10301
San José	Desamparados	San Miguel	10302
San José	Desamparados	San Juan de Dios	10303
San José	Desamparados	San Rafael Arriba	10304
San José	Desamparados	San Antonio	10305
San José	Desamparados	Patarrá	10307
San José	Desamparados	Damas	10310
San José	Desamparados	San RafaelAbajo	10311
San José	Desamparados	Gravilias	10312
San José	Desamparados	Los Guidos	10313
San José	Aserrí	Aserrí	10601
San José	Aserrí	Salitrillos	10607
San José	Mora	Colón	10701
San José	Goicoechea	Guadalupe	10801
San José	Goicoechea	San Francisco	10802
San José	Goicoechea	Calle Blancos	10803
San José	Goicoechea	Mata de Plátano	10804
San José	Goicoechea	Ipís	10805
San José	Goicoechea	Rancho Redondo	10806
San José	Goicoechea	Purral	10807
San José	Santa Ana	Santa Ana	10901
San José	Santa Ana	Salitral	10902
San José	Santa Ana	Pozos	10903
San José	Santa Ana	Uruca	10904
San José	Santa Ana	Piedades	10905
San José	Santa Ana	Brasil	10906
San José	Alajuelita	Alajuelita	11001

Cuadro 2. Distritos en el área de estudio (cont.)

Provincia	Cantón	Distrito	Código de distrito
San José	Alajuelita	San Josécito	11002
San José	Alajuelita	San Antonio	11003
San José	Alajuelita	Concepción	11004
San José	Alajuelita	San Felipe	11005
San José	Vázquez de Coronado	San Isidro	11101
San José	Vázquez de Coronado	San Rafael	11102
San José	Vázquez de Coronado	Dulce Nombre de Jesús	11103
San José	Vázquez de Coronado	Patalillo	11104
San José	Vázquez de Coronado	Cascajal	11105
San José	Tibás	San Juan	11301
San José	Tibás	Cinco Esquinas	11302
San José	Tibás	Anselmo Llorente	11303
San José	Tibás	León XIII	11304
San José	Tibás	Colima	11305
San José	Moravia	San Jerónimo	11401
San José	Moravia	La Trinidad	11402
San José	Moravia	San Vicente	11403
San José	Montes de Oca	San Pedro	11501
San José	Montes de Oca	Sabanilla	11502
San José	Montes de Oca	Mercedes	11503
San José	Montes de Oca	San Rafael	11504
San José	Curridabat	Curridabat	11801
San José	Curridabat	Granadilla	11802
San José	Curridabat	Sánchez	11803
San José	Curridabat	Tirrases	11804
Alajuela	Alajuela	Alajuela	20101
Alajuela	Alajuela	San José	20102
Alajuela	Alajuela	Carrizal	20103
Alajuela	Alajuela	San Antonio	20104
Alajuela	Alajuela	La Garita	20105
Alajuela	Alajuela	San Isidro	20106
Alajuela	Alajuela	Sabanilla	20107
Alajuela	Alajuela	San Rafael	20108
Alajuela	Alajuela	Río Segundo	20109
Alajuela	Alajuela	Desamparados	20110
Alajuela	Alajuela	Turrúcares	20111
Alajuela	Alajuela	Tambor	20112
Alajuela	Alajuela	Guácima	20113
Alajuela	Atenas	Atenas	20501
Alajuela	Atenas	Jesús	20502
Alajuela	Atenas	Mercedes	20503
Alajuela	Atenas	Concepción	20505
Alajuela	Atenas	Escobal	20508

Cuadro 2. Distritos en el área de estudio (cont.)

Provincia	Cantón	Distrito	Código de distrito
Alajuela	Poás	San Pedro	20801
Alajuela	Poás	San Juan	20802
Alajuela	Poás	San Rafael	20803
Alajuela	Poás	Carrillos	20804
Alajuela	Poás	Sabana Redonda	20805
Cartago	Cartago	Oriental	30101
Cartago	Cartago	Occidental	30102
Cartago	Cartago	Carmen	30103
Cartago	Cartago	San Nicolás	30104
Cartago	Cartago	Guadalupe o Arenilla	30106
Cartago	Cartago	Tierra Blanca	30108
Cartago	Cartago	Llano Grande	30110
Cartago	Cartago	Quebradilla	30111
Cartago	Paraíso	Paraíso	30201
Cartago	Paraíso	Santiago	30202
Cartago	Paraíso	Cachí	30204
Cartago	Paraíso	Llanos de Santa Lucía	30205
Cartago	La Unión	Tres Ríos	30301
Cartago	La Unión	San Diego	30302
Cartago	La Unión	San Juan	30303
Cartago	La Unión	San Rafael	30304
Cartago	La Unión	Concepción	30305
Cartago	La Unión	Dulce Nombre	30306
Cartago	La Unión	San Ramón	30307
Cartago	La Unión	Río Azul	30308
Cartago	Alvarado	Pacayas	30601
Cartago	Alvarado	Cervantes	30602
Cartago	Alvarado	Capellades	30603
Cartago	Oreamuno	San Rafael	30701
Cartago	Oreamuno	Cot	30702
Cartago	Oreamuno	Potrero Cerrado	30703
Cartago	Oreamuno	Cipreses	30704
Cartago	Oreamuno	Santa Rosa	30705
Cartago	El Guarco	El Tejar	30801
Cartago	El Guarco	Tobosi	30803
Heredia	Heredia	Heredia	40101
Heredia	Heredia	Mercedes	40102
Heredia	Heredia	San Francisco	40103
Heredia	Heredia	Ulloa	40104
Heredia	Barva	Barva	40201
Heredia	Barva	San Pedro	40202
Heredia	Barva	San Pablo	40203
Heredia	Barva	San Roque	40204

Cuadro 2. Distritos en el área de estudio (cont.)

Provincia	Cantón	Distrito	Código de distrito
Heredia	Barva	Santa Lucía	40205
Heredia	Barva	San José de la Montaña	40206
Heredia	Santo Domingo	Santo Domingo	40301
Heredia	Santo Domingo	San Vicente	40302
Heredia	Santo Domingo	San Miguel	40303
Heredia	Santo Domingo	Paracito	40304
Heredia	Santo Domingo	Santo Tomás	40305
Heredia	Santo Domingo	Santa Rosa	40306
Heredia	Santo Domingo	Tures	40307
Heredia	Santo Domingo	Para	40308
Heredia	Santa Bárbara	Santa Bárbara	40401
Heredia	Santa Bárbara	San Pedro	40402
Heredia	Santa Bárbara	San Juan	40403
Heredia	Santa Bárbara	Jesús	40404
Heredia	Santa Bárbara	Santo Domingo	40405
Heredia	Santa Bárbara	Puraba	40406
Heredia	San Rafael	San Rafael	40501
Heredia	San Rafael	San Josécito	40502
Heredia	San Rafael	Santiago	40503
Heredia	San Rafael	Ángeles	40504
Heredia	San Rafael	Concepción	40505
Heredia	San Isidro	San Isidro	40601
Heredia	San Isidro	San José	40602
Heredia	San Isidro	Concepción	40603
Heredia	San Isidro	San Francisco	40604
Heredia	Belén	San Antonio	40701
Heredia	Belén	La Rivera	40702
Heredia	Belén	Asunción	40703
Heredia	Flores	San Joaquín	40801
Heredia	Flores	Barrantes	40802
Heredia	Flores	Llorente	40803
Heredia	San Pablo	San Pablo	40901
Heredia	San Pablo	Rincón de Sabanilla	40902

1.3.2 Limitaciones

- No todos los choques viales son registrados por los oficiales de tránsito, ya que en ocasiones existe conciliación entre las partes y estos quedan fuera del estudio.
- No se contó con la totalidad del uso de suelo para la GAM, por lo que este debió ser completado durante la ejecución del estudio y podría no considerar los mismos criterios utilizados por el PRUGAM para su definición.

- El uso del suelo a utilizar y las bases de datos de choques viales no corresponden al mismo año, por lo que los resultados pueden verse afectados por el cambio en el uso del suelo durante este periodo temporal.
- No se contó con los valores de TPDA para todos los tramos de rutas nacionales especificados por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte en su anuario de tránsito, por lo que el valor de los tramos restantes debió ser aproximado mediante los valores de TPDA de secciones adyacentes de dichos tramos pudiendo resultar en valores distintos respecto al tráfico real.

1.4 Metodología

La metodología seguida para la elaboración del proyecto se muestra en la Figura 1.

1.4.1 Unificación de bases de datos

Para poder realizar la investigación fue necesario contar con una base de datos unificada de todas las variables a considerar:

- Uso de suelo escala 1:1000 del PRUGAM
- Datos socioeconómicos obtenidos del censo poblacional 2011
- Inventario de carreteras del MOPT suministrado por ProDUS-UCR
- Bases de datos de choques viales del COSEVI

Para unificar estas bases de datos fue necesario realizar un trabajo previo de completado de datos, ya que el uso del suelo para la GAM se encontraba incompleto. Para completar la información de uso de suelo se utilizaron dos metodologías, la primera consistió en completar la información requerida mediante imágenes satelitales de las zonas donde no se cuenta con uso de suelo. Se emplearon diferentes fuentes de datos para las imágenes satelitales como Google Earth y los mapas base del software ArcGIS, adicionalmente mediante el uso de Google Maps fue posible determinar la ubicación de sitios gubernamentales, escuelas, clínicas y otros centros de comercio o servicios ubicados en las diferentes zonas cuyo uso de suelo se encontraba incompleto. Para la generación del uso de suelo en las zonas incompletas se utilizaron categorías generales como por ejemplo bosque, pastos y arboles dispersos, urbano, agrícola, entre otros.

La segunda metodología consistió en realizar visitas de campo a las zonas donde la información de las imágenes satelitales era difícil de comprender o no podía ser determinado el uso de suelo de manera concluyente, esto por cuanto existiera una zona nublada o problemas de resolución de las imágenes satelitales.

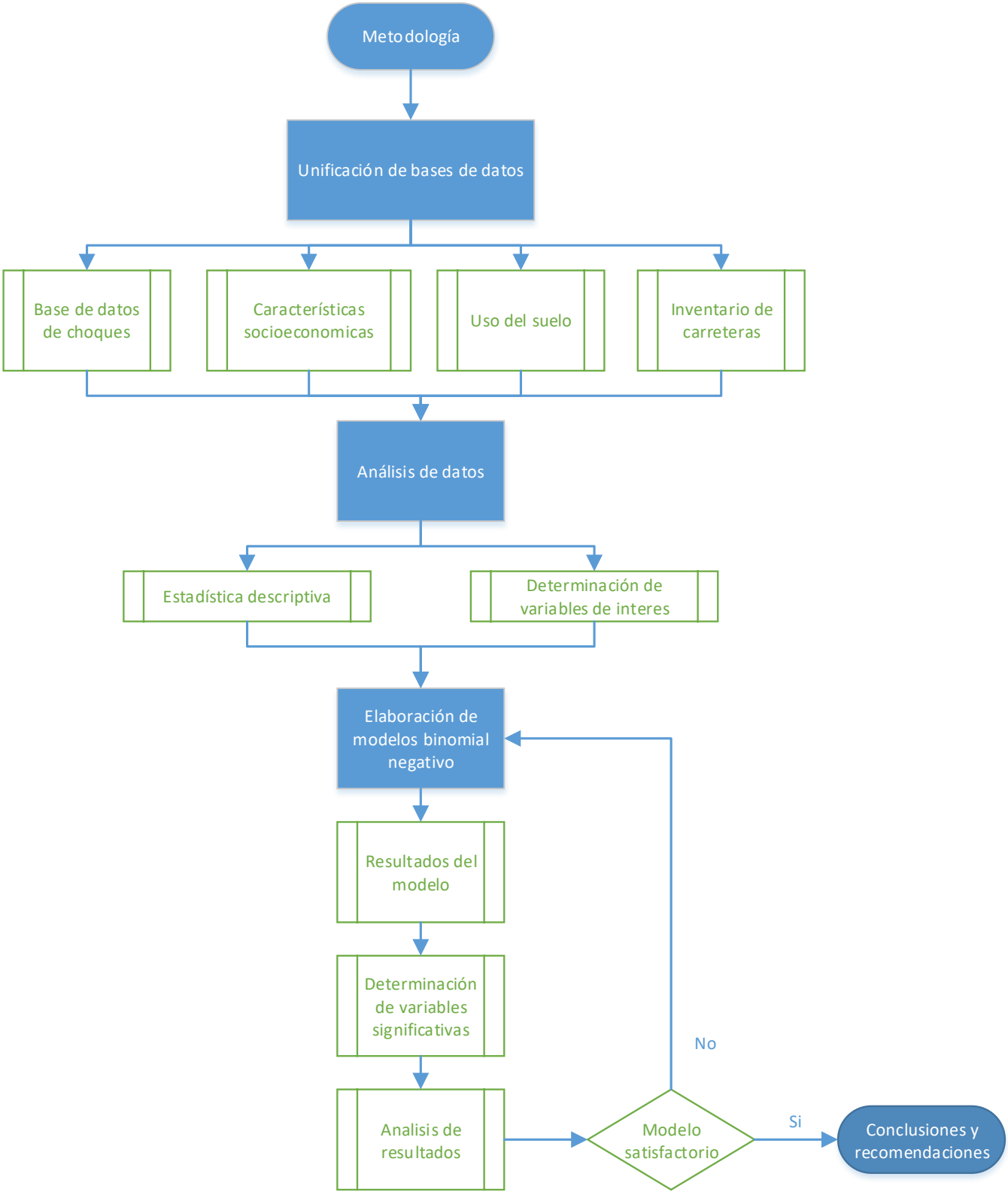


Figura 1. Metodología utilizada para el trabajo de graduación

El uso de sistemas de información geográfica también fue requerido en otras bases de datos, esto con el fin de relacionar las diferentes variables con la unidad geoestadística

mínima utilizada en la investigación. Algunos ejemplos de variables obtenidas de esta manera son: vehículo-kilómetro y la longitud acumulada de carreteras tanto nacionales como cantonales.

Una vez que todas las bases de datos fueron agregadas de manera distrital se utilizó el software Microsoft Excel como procesador de datos para unificarlas diferentes variables.

1.4.2 Análisis de datos

Una vez unificadas las bases de datos se determinaron las posibles variables de interés para incluir en los modelos, estas variables fueron seleccionadas con base a la revisión bibliográfica realizada previamente. Se consideraron variables representativas de estas investigaciones como la población total, la densidad de población, población por grupos de edad, uso de suelo, tenencia de automóviles, longitud de la red vial, entre otras.

Posteriormente se realizó un análisis de estadística descriptiva de las variables preseleccionas para obtener información como máximos, mínimos, promedios, desviación estándar y medianas, de manera que fuera posible caracterizar la información obtenida.

1.4.3 Elaboración del modelo binomial negativo

Como se mencionó previamente, durante la investigación se utilizó la distribución binomial negativa para la generación de modelos de predicción de frecuencia de choques. Dicha distribución fue seleccionada ya que es la más utilizada para modelar la frecuencia de ocurrencia de choques, prueba de ello es el uso de esta distribución en la generación de modelos en varias de las investigaciones previamente expuestas como la realizada en el año 2012 por Srinivas Pulugurtha; Venkata Rammana Duddu y Yashaswi Kotagiri o la investigación realizada en Melbourne por Richard Amoh-Gyimah en el año 2015.

Para la elaboración de los modelos se utilizó el software estadístico R, se consideró un modelo relacionando de manera proporcional la cantidad total de choques ocurridos por distrito y el logaritmo de los vehículo-kilómetro en el mismo distrito. A este modelo base se agregaron o eliminaron variables hasta no encontrar un modelo capaz de realizar una mejor aproximación a los datos observados en la realidad.

Para determinar si un modelo realiza una mejor aproximación que el modelo base es necesario verificar la bondad de ajuste de este, para esto se utilizan indicadores estadísticos como la seudo-R^2 de McFadden o la prueba de relación del logaritmo de verosimilitud.

En el caso de la seudo-R^2 de McFadden se tiene que el modelo presenta un mejor ajuste respecto a los datos observados cuando el valor de R^2 se acerca a 1 y disminuye cuando se aleja de este valor, siempre en el intervalo [0,1]. Este parámetro se calcula de la forma:

$$R^2 = 1 - \frac{L_u}{L_c} \quad (4)$$

Donde:

L_u representa el logaritmo de la verosimilitud del modelo sin restringir

L_c representa el logaritmo de la verosimilitud del modelo restringido

La prueba de relación del logaritmo de verosimilitud establece el aporte de una determinada variable al ajuste de los datos respecto al modelo base existente, de manera que es posible determinar la independencia de una variable respecto a las presentes en el modelo. La prueba se realiza de la forma:

$$D = 2(L_c - L_u) \quad (5)$$

Donde:

L_u representa el logaritmo de la verosimilitud del modelo sin restringir o modelo base

L_c representa el logaritmo de la verosimilitud del modelo anidado al modelo base

Una vez obtenido el valor D se realiza la prueba χ^2 al grado de confianza deseado, para efectos de esta investigación se utilizó 0,05 por lo tanto un modelo era aceptado como de mejor ajuste si $P_{\chi^2}(D, A) < 0{,}05$ donde A es la diferencia entre los grados de libertad del modelo base y el modelo anidado.

También se utilizó el criterio de AIC para realizar comparaciones entre modelos no anidados, Según Caballero (2011) el AIC permite identificar el mejor modelo entre varias opciones, ya que se puede interpretar como una aproximación de la bondad de ajuste del modelo. Este criterio cuenta con dos partes, una que premia la bondad de ajuste del modelo, mientras la segunda parte penaliza la inclusión de parámetros adicionales según el principio de parsimonía, de manera que el modelo con menor valor de AIC es el mejor de los considerados.

Adicionalmente se realizó un modelo de estimación de choques equivalentes a solo daños materiales para el cual fue necesario definir un factor que permitiera asignar a cada nivel de severidad de los choques su respectiva equivalencia a daños materiales. Con este fin se

utilizaron los valores de equivalencia empleados por Castro que se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Factores de equivalencia según el nivel de severidad del choque

Gravedad	Equivalencia
Daños materiales	1
Herido leve	3
Herido grave	12
Mortal	40

Fuente: Castro, 2013

Una vez determinadas las variables involucradas en cada modelo y los respectivos coeficientes estimados para estas variables, se determinó la cantidad de choques estimados para cada distrito mediante la función de desempeño asociada al respectivo modelo.

Posteriormente, con el fin de determinar los excesos de frecuencia en cada distrito, se calculó un valor de ajuste por peso. Dicho ajuste contempla el parámetro de sobre dispersión, por lo que permite determinar la confiabilidad de la función de desempeño de manera que al disminuir la dispersión la función de desempeño es más confiable (Agüero-Valverde, 2016). Donde el factor de peso se calcula de la manera

$$w = \frac{1}{1-\emptyset(N_{estimado})} \tag{6}$$

En este caso ∅ representa el parámetro de sobre dispersión y w se conoce como peso de Bayes empírico.

Una vez determinado el peso de Bayes empírico es posible determinar la cantidad de choques esperados en un distrito mediante el uso de la ecuación:

$$N_{esperado} = wN_{estimado} + (1-w)N_{observado} \tag{7}$$

Conociendo el valor de choques esperados es posible determinar de manera sencilla el exceso de frecuencia de choques por distrito de la forma:

$$\Delta = N_{esperado} - N_{estimado} \tag{8}$$

Determinar el exceso de frecuencia en los diferentes distritos, permite identificar cuales distritos deben ser prioritarios en términos de seguridad vial, ya sea mediante políticas, infraestructura o cualquier otra medida que permita disminuir la cantidad de choques que ocurren cada año.

Capítulo 2. Marco teórico

Al desarrollar la investigación se utilizaron diferentes términos cuya definición es necesaria para garantizar la correcta comprensión del lector. En este capítulo, se expone de manera general la definición de estos términos.

2.1 Uso del suelo

El uso de suelo es un término básico utilizado para describir la manera en que el ser humano hace uso del territorio disponible para desarrollar una determinada actividad. En el caso de la investigación a realizar se entenderá por uso de suelo como:

"Aquel territorio en el que se realizan actividades o intervenciones humanas con el fin de obtener desarrollo social, cultural, económico o con fines de conservación con el objetivo de aumentar el bienestar de la sociedad".

Para definir los usos del suelo de una determinada área es necesario considerar la escala espacial en la que se realizará el estudio, ya que de esta dependerá el nivel de detalle en las actividades de la zona. A mayor escala las actividades a definir suelen ser más generales, mientras que al reducir la escala el nivel de detalle puede llegar a describir con exactitud cada una de las diversas actividades de la zona. Entre algunas de las actividades más generales para el estudio se considerarán:

- Residencial: aquel uso del suelo donde el territorio sea utilizado fundamentalmente por viviendas ya sean de tipo unifamiliar o multifamiliares.
- Institucional: comprende los territorios donde se ubican las entidades gubernamentales y servicios públicos como salud, educación, sanidad, entre otros.
- Comercial: se considera como uso de suelo comercial aquellos sitios donde se desarrollen actividades que involucren compra y venta de bienes.
- Servicios: comprende los sitios donde se desarrollan actividades en las que el consumidor recibe un servicio y no un bien como oficinas de asesoría profesional, odontología, telecomunicaciones entre otras.
- Industrial: el uso industrial, comprenderá todas las zonas donde se desarrollen actividades de fabricación de bienes como fábricas o centros de manufactura.
- Pastos y árboles dispersos: dentro de esta clasificación se consideran los territorios donde la cobertura de suelo es principalmente de pasto como lotes baldíos o de uso pecuario.
- Agrícola: todas aquellas zonas destinadas para el desarrollo de la agricultura.

- Recreación: se consideran todos aquellos sitios destinados a la diversión y esparcimiento de la población como parques y lugares afines.
- Bosques: en esta categoría se ubican todos los lugares cuyo territorio presente cobertura boscosa o estén destinados a la protección medioambiental como refugios de vida silvestre y parques nacionales.
- Estructura vial: se consideran como estructura vial todas las carreteras, aceras y vías de comunicación destinadas a la circulación de vehículos peatones o ciclistas.
- Cuerpos de agua: en esta categoría se consideran las superficies que sin intervención humana se encuentran cubiertas de agua tales como ríos, lagos, lagunas y similares.

2.2 Características socioeconómicas

Para la investigación es importante conocer los rasgos de la población ubicada en la zona de estudio, para esto se utilizan las características socioeconómicas de la población. Se entenderá como características socioeconómicas a todos aquellos indicadores que permitan describir las condiciones económicas y sociales de la población. Algunos de los indicadores más utilizados suelen ser:

- Ingreso por hogar: se comprende como ingreso por hogar al ingreso medio mensual de un determinado núcleo familiar, en él se comprenden ingresos por concepto de sueldo, actividades comerciales o cualquier actividad que genere ingresos monetarios extra.
- Necesidades básicas insatisfechas: las necesidades básicas insatisfechas son una serie de indicadores que permiten identificar las posibles carencias de la población. Se evalúan en cinco aspectos básicos.
    - Hacinamiento
    - Condiciones sanitarias
    - Nivel de escolaridad
    - Potencial de subsistencia
    - Calidad de la vivienda
- Pobreza: La pobreza es un indicador que nivel la capacidad de las personas para satisfacer sus necesidades básicas. Si la población no posee las condiciones económicas para satisfacer dichas necesidades se considera bajo la línea de pobreza.

Adicionalmente de manera conjunta para describir a la población suelen utilizarse características como la densidad de la población y los rangos de edad entre los que esta se ubica.

2.3 Choques viales

Para poder comprender el concepto de choque vial es necesario conocer la definición de accidente de tránsito. Se define un accidente de tránsito como una colisión involuntaria que ocurre en las vías terrestres utilizadas por los usuarios del sistema de transportes en el que participan vehículos y personas generando daños y consecuencias jurídicas determinadas (Instituto Nacional de Transporte Terrestre, 2013).

Como se puede apreciar, la definición anterior es una definición general del problema, sin embargo, los choques viales no son únicamente accidentes que ocurren de manera involuntaria. En una definición más adecuada se entiende un choque vial como un suceso que ocurre sobre la vía y que ocurre de manera súbita e inesperada, debido a factores humanos, actos irresponsables, fallas vehiculares, condiciones climatológicas, señalización y caminos o una combinación de varios de estos elementos que generan pérdidas de vida prematuras o lesiones, así como pérdidas materiales y daños a terceros. (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2016)

Los conceptos presentados anteriormente permiten comprender el concepto de choque vial, no obstante, con el fin de mantener la validez de los datos suministrados por el COSEVI, se consideró para efectos de la investigación la definición brindada por la ley número 9078, ley de tránsito por vías públicas terrestres y seguridad vial, vigente en el año 2012. En el artículo 2 de esta ley se define un accidente de tránsito como: "una acción culposa cometida por los conductores de los vehículos, sus pasajeros o los peatones, al transitar por los lugares a los que se refiere el artículo 1 de esta ley. En el accidente de tránsito debe estar involucrado al menos un vehículo y producirse muerte o lesiones de personas y/o daños en los bienes a consecuencia de la infracción de esta ley" a su vez el articulo 1 hace referencia a las vías públicas terrestres, gasolineras, estacionamientos públicos o privados de uso público o comercial regulados por el Estado.

2.4 Modelo estadístico

En la actualidad son múltiples los campos de estudio en los que se ha reconocido la utilidad de la estadística para la descripción y comprensión de diversos fenómenos. El campo de la seguridad vial no es ajeno a este hecho por lo que los modelos estadísticos han cobrado gran relevancia en la predicción de choques viales.

Se comprende como un modelo a una "representación formal de un sistema real, con el que se pretende aumentar su comprensión, hacer predicciones y ayudar a su control" (Vera Lizcano, 2003). En el caso de un modelo estadístico, es aquel modelo que utiliza herramientas estadísticas como muestreo, procesamiento de datos y distribuciones probabilísticas con el fin de representar matemáticamente una versión fiel pero simplificada de un determinado fenómeno en estudio.

Ya que el modelo es una representación matemática de la realidad, en el caso de esta investigación se utiliza de manera que permita estimar o predecir la ocurrencia de choques en un distrito, para lo cual se emplea una función de desempeño derivada del modelo. En el caso de choques viales suele utilizarse una primera aproximación mediante la distribución de Poisson por cuanto este tipo de incidentes normalmente presentan una baja frecuencia (Jovanis y Chang, 1986). La función de probabilidad asociada a la distribución de Poisson se presenta en la ecuación (1).

$$\mathrm{P}(z) = \frac{e^{\lambda}\lambda^{z}}{z!}, z = 0,1, \ldots. \quad (1)$$

Donde se considera $\Pr(z)$ como la probabilidad asociada a que ocurran z choques y λ es la cantidad de choques observada.

Por otro lado, también se conoce que los choques viales son normalmente sobre dispersos, de manera que presentan una dispersión mayor a la explicable mediante la distribución de Poisson por lo que para este tipo de eventos suele utilizarse la distribución binomial negativa, la cual está basada en la de Poisson, pero permite mayores niveles de varianza (Agüero-Valverde y Jovanis, 2006).

Considerando que el logaritmo natural del número estimado de choques es una combinación lineal de variables independientes y que la distribución binomial negativa puede tratarse como una distribución de Poisson con promedio λ y que λ es una variable aleatoria con distribución Gamma (Agüero-Valverde, 2016), entonces para una variable discreta aleatoria, Y, y la frecuencia observada i donde Y_i= 1,…, n el modelo binomial negativo es:

$$\ln \lambda = \beta_i x_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

Donde para este modelo λ es la cantidad esperada de eventos por distrito, $x_i$es un vector de variables y ε representa el error de especificación o la heterogeneidad entre secciones. Donde β_i es el cambio proporcional en el número esperado de eventos por período de una unidad de cambio en una variable independiente x_j. (Fuentes y Hernández, 2008)

Donde ε es el error $e^{\varepsilon} \sim Gamma(\emptyset, \emptyset)$ que controla la cantidad de variación extra-Poisson asociada a la heterogeneidad de los datos. Este parámetro, conocido como parámetro de sobre dispersión presenta una media de uno y una varianza igual a 1. (Agüero-Valverde, 2016). Por lo que la distribución de probabilidad se convierte en

$$\mathrm{P}(z) = \frac{\Gamma(z+\emptyset)}{z!\Gamma(\emptyset)} \left(\frac{\emptyset}{\emptyset+1}\right)^{\emptyset} \left(1 - \frac{\emptyset}{\emptyset+1}\right)^{z}, z = 0,1, \ldots. \quad (3)$$

Capítulo 3. Uso del suelo

Previamente en el marco teórico, se mencionó que se comprende como uso de suelo las diferentes actividades que realiza el ser humano en un determinado territorio. A su vez debe considerarse que el uso del suelo, principalmente en las áreas urbanas como la GAM, se encuentra en constante variación. Esto debido a las limitaciones espaciales para el crecimiento de las ciudades, lo que genera la necesidad de renovación urbana y la transformación de los espacios existentes. Es esta constante variación en la actividad humana, lo que le confiere al uso del suelo su carácter temporal, motivo por el cual los levantamientos de campo son la principal opción para contar con información veraz y actualizada sobre el uso de suelo en un área determinada.

La importancia de contar con información actualizada de uso de suelo para la seguridad vial reside en la generación y atracción de viajes. Las diferentes actividades realizadas por el ser humano tienen un impacto directo sobre los niveles de tráfico, ya que actividades como por ejemplo la educación, generan la afluencia de vehículos y peatones en las cercanías de centros educativos. Esta afluencia de personas a un sitio, se le conoce como atracción de viajes, por otro lado, la generación de viajes corresponde a los viajes generados desde un sitio específico. Cada uso de suelo presenta diferentes niveles de atracción y generación de viajes, lo que aumenta o disminuye la exposición de los conductores en carretera, haciéndolos más o menos propensos a participar en un choque vial.

En este capítulo se exponen las características de uso de suelo existentes en la Gran Área Metropolitana con base a la información del PRUGAM para el año 2008. También se aborda el procedimiento utilizado para completar dicho uso de suelo en aquellas secciones para las que no se contaba con información. Así como la reclasificación utilizada para efectos de la investigación y la posterior elaboración de los modelos de estimación de choques.

3.1 Clasificación existente

Debido a la extensión del área de estudio (aproximadamente 1578,11 km^2) el realizar un levantamiento de campo que permita determinar con exactitud el uso de suelo real en cada uno de los distritos del GAM, información requerida para la elaboración de los modelos, no fue posible con los recursos disponibles, por tanto, se decidió recurrir a caracterizaciones

existentes del uso del suelo de la GAM como principal fuente de información para esta variable.

En el año 2008 se realizó el proyecto PRUGAM, dicho proyecto se llevó a cabo con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la GAM mediante el planteamiento de un nuevo modelo de desarrollo urbano centrado en la densificación de las ciudades existentes, la generación de un uso de suelo integral y más funcional para las necesidades actuales de estas ciudades, así como en desincentivar el uso del automóvil como principal medio de transporte. Como parte de este proyecto se caracterizó el uso de suelo de la GAM de manera detallada, por lo que se decidió utilizar esta información como base de uso de suelo para la presente investigación.

El uso del suelo generado por el proyecto PRUGAM fue presentado en mapas escala 1:10000 correspondientes a las hojas cartográficas de la misma escala en las que se encuentra situada la GAM. Para clasificar el uso de suelo en la GAM el PRUGAM utilizó las siguientes categorías:

- Pantano
- Humedal
- Piscina
- Curso fluvial
- Agua superficial
- Salud y bienestar
- Educación y cultura
- Uso industrial
- Uso comercial y de servicios
- Transporte y almacenaje
- Residencial denso
- Residencial disperso
- Uso gubernamental
- Otros servicios urbanos
- Tajos, botadero o relleno sanitario
- Carretera
- Área urbana en transición
- Cementerio
- Parque o zona verde
- Deporte y recreación
- Terreno no cultivable
- Cultivo frutas
- Hortalizas
- Café
- Caña de azúcar
- Pastos
- Pastos con árboles dispersos
- Charral
- Bosque
- Plantas ornamentales
- Plantación forestal
- Otros cultivos
- Agropecuario

Se presentan más de 30 categorías distintas, lo que denota una clasificación detallada por parte del PRUGAM, sin embargo, para efectos del presente estudio se utilizará una clasificación diferente a la existente. El cambio en la clasificación se debe a que, al considerar las categorías existentes, se incrementa el número de variables y la complejidad de los modelos, lo que podría ser contraproducente para los objetivos de la investigación. La investigación busca generar una herramienta que permita a los municipios considerar la seguridad vial en sus políticas de ordenamiento territorial, y no todos los gobiernos locales cuentan con los recursos para actualizar el uso de suelo en su jurisdicción a tal nivel de detalle.

Debe destacarse que la información del uso del suelo del PRUGAM data del año 2008, por lo que dicha información se encuentra desactualizada para el momento de realización de este estudio, sin embargo, es la base de datos más completa en cuanto a uso del suelo para el área estudiada.

3.2 Completado del uso de suelo

Al unificar el uso de suelo del PRUGAM se encontró que el uso de suelo realizado no comprendía la totalidad del área en estudio, por tanto, el autor debió completar dicha información mediante el uso de diferentes herramientas tecnológicas y visitas de campo.

Para completar el uso de suelo se tuvo acceso a la información existente en formato *shape file* suministrada por el Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica (ProDUS). Considerando el formato de la información, se utilizó el software ArcGIS para completar las áreas faltantes de la GAM y para los análisis espaciales realizados en la investigación, por ejemplo, la determinación del área de cada tipo uso de suelo a nivel distrital.

Como fuente de información para completar el uso de suelo se utilizaron imágenes satelitales de las zonas a completar, se tomó las imágenes incluidas en el software ArcGIS como mapa base, dichas imágenes fueron comparadas con las de la empresa Google mediante su software Google Earth, de manera que fuera posible observar si existía una diferencia considerable en el uso de suelo mostrado en ambas versiones.

Una vez verificada la coincidencia de las imágenes se utilizó Google Maps para obtener un mayor nivel de detalle sobre la ubicación de comercios, centros de salud, escuelas, iglesias,

edificios gubernamentales, entre otros. Con esta información se construyeron polígonos en el software ArcGIS que correspondieran con la forma y el área de cada uso de suelo existente.

En la Figura 2 se ejemplifica de manera gráfica dicho procedimiento para la región cercana al parque de Escazú.

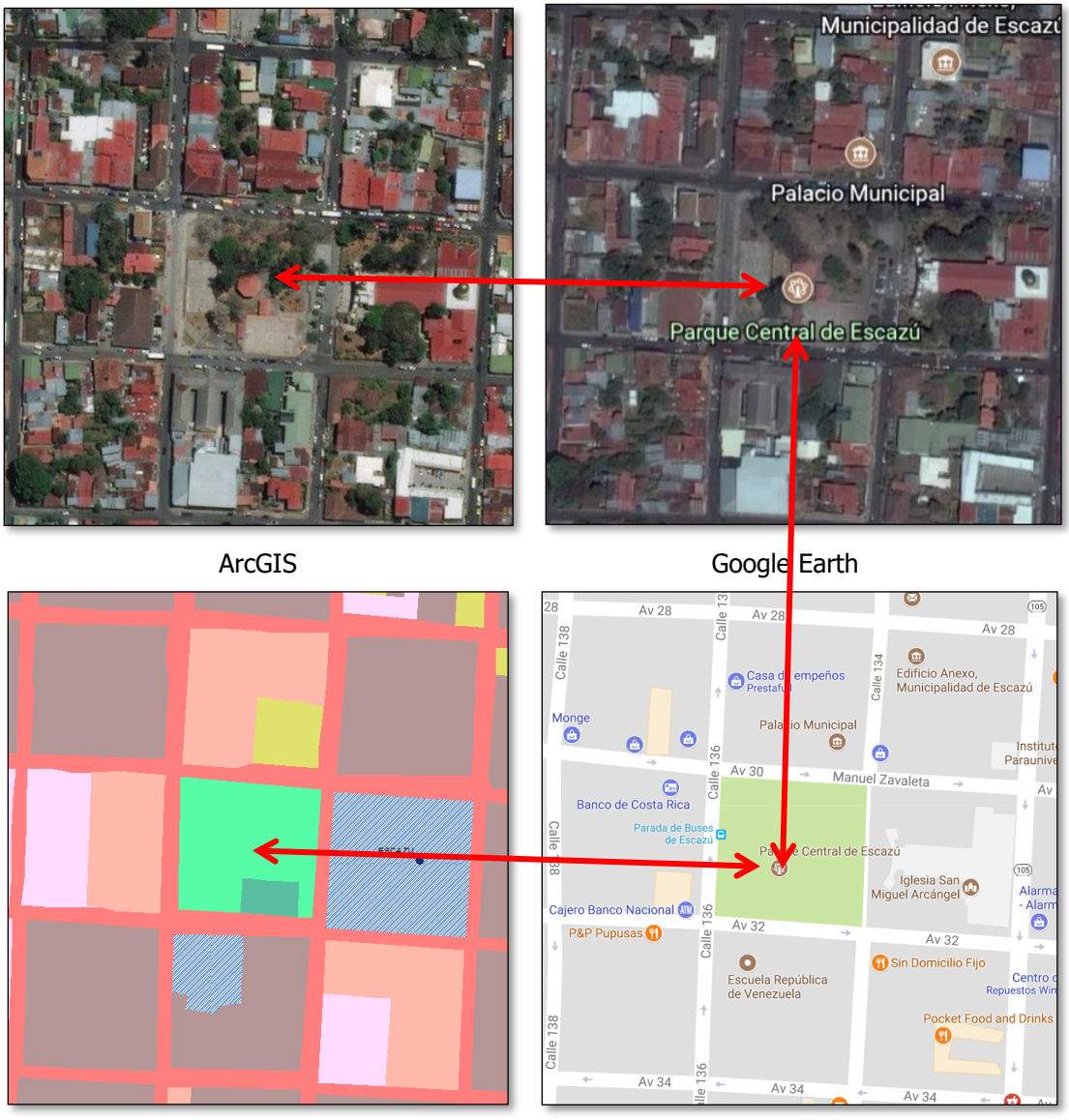


Figura 2. Proceso seguido para completar el uso del suelo

Fuente: Elaboración propia a partir de ESRI, 2017, Google Earth, 2017, Google Maps, 2017

Durante el proceso de completado del uso de suelo se decidió utilizar la clasificación del PRUGAM para conservar el nivel de detalle y la concordancia de los usos del suelo, con la excepción de los usos café, caña de azúcar, hortalizas, frutales, plantas ornamentales y otros cultivos que se reclasificaron como uso agrícola debido a la dificulta de identificar cada cultivo. Al utilizar esta clasificación fue necesario realizar algunas visitas de campo para confirmar que efectivamente se presentara un uso agrícola, esto principalmente en las cercanías del cantón de Alvarado en Cartago. En la Figura 3 se muestran fotografías de dichas visitas.

Figura 3. Fotografías visita de campo sector de Alvarado

En las visitas de campo se encontró la existencia de cultivos como cebolla, papas, zanahoria, culantro, brócoli, entre otros. También se encontraron terrenos con árboles dispersos, grandes extensiones de pasto o de cobertura boscosa.

3.3 Uso de suelo y atracción de viajes

Para poder reducir el número de categorías de la clasificación existente generada por el PRUGAM fue necesario agregar las clasificaciones en categorías más generales. Para realizar esta nueva clasificación se debió considerar factores como la homogeneidad de las actividades económicas desarrolladas y la atracción y generación de viajes.

Una primera aproximación en cuanto a la nueva clasificación puede establecerse considerando el planteamiento de Solano, quien considera una clasificación base de los usos de suelo como urbano o no urbano como se muestra en el Cuadro 4:

Cuadro 4. Clasificación general del uso del suelo por zona

Urbano	• Residencial • Institucional • Comercial • Industrial • Mixto • Vialidad
No Urbano	• Recreación, Protección, Bosque, Cauces, Pastos.

Fuente: Solano, 2013

Aplicando las categorías propuestas en el Cuadro 4 a la clasificación existente del PRUGAM, en el Cuadro 5 se muestra la separación de los usos de suelo existente en las nuevas categorías.

A pesar de que se busca agregar la clasificación para disminuir el número de categorías, esta primera aproximación no permite un nivel de detalle apropiado para el modelo, pero sí permite crear una separación marcada entre los diferentes usos de suelo. Se puede observar que los usos de suelo urbanos están comprendidos por los sectores secundario y terciario de la economía, vías de transporte, entes gubernamentales y zonas de vivienda. Por otro lado, los usos de suelo no urbanos son comprendidos por las actividades del sector primario de la economía, áreas de conservación, ríos y zonas boscosas.

Es importante señalar que los usos parque o zona verde y deporte o recreación fueron ubicados en la categoría de uso urbano ya que para el autor dichos usos son parte de las necesidades básicas de las urbes modernas.

Cuadro 5. Clasificación de los usos de suelo según categorías urbano o no urbano

Categoría	Clasificación
Urbano	Área urbana en transición
	Carretera
	Cementerio
	Comercio y servicios
	Deporte y recreación
	Educación y cultura
	Gubernamental
	Industrial
	Otros servicios urbanos
	Parque o zona verde
	Piscina
	Residencial denso
	Residencial disperso
	Salud y bienestar
	Tajo, botadero, relleno sanitario
	Transporte y almacenaje
No urbano	Agropecuario
	Agua superficial
	Bosque
	Café
	Caña de azúcar
	Charral
	Cultivo de frutas
	Curso fluvial
	Hortalizas
	Humedal
	Otros cultivos
	Pantano
	Pasto con árboles dispersos
	Pastos
	Plantación forestal
	Plantas ornamentales
	Terreno no cultivable

Para obtener una categorización más detallada que la anterior, pero a su vez lo suficientemente general para mantener la simplicidad del modelo, se considera la atracción de viajes aproximada de los diferentes usos de suelo, así como su afinidad entre ellos.

La atracción y generación de viajes para un uso de suelo definido depende de múltiples factores, entre estos se puede considerar la intensidad de su uso, la ubicación geográfica, el tipo de desarrollo, la densidad, el nivel de ingresos de la población, cantidad de propietarios de vehículos, la disponibilidad de infraestructura y el nivel de acceso al sistema de transporte (Wilfred, Bwire, Mattsson y Jonsson, 2015).

Al considerar estos factores se vuelve evidente que existen diferencias considerables en la generación y atracción de viajes para un mismo uso de suelo, por ejemplo, es de esperar que el Hospital México en la Uruca atraiga una mayor cantidad de viajes que la clínica Marcial Fallas Díaz en Desamparados y esta a su vez genere una mayor atracción que la clínica Jorge Volio en San Joaquín de Flores, esto a pesar de que todas se pueden considerar dentro del uso de suelo "Bienestar y salud". Ya que al realizar la investigación no se contó con información de la generación de viajes específica para los usos de suelo considerados por el PRUGAM, se decidió considerar la atracción de viajes para un uso de suelo dado como homogénea por unidad de área. Ya que es posible determinar las áreas de cada uso de suelo, mayores áreas representan mayor atracción de viajes de manera que se minimice el error asociado a los factores previamente expuestos.

Para clasificar los usos de suelo según la atracción de viajes se tomó como base los valores definidos en el manual de planificación del transporte y uso del suelo en su revisión del año 2008 como se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Atracción de viajes diaria en vehículos por metro cuadrado de uso de suelo

Uso de suelo	Viajes	Uso de suelo	Viajes	Uso de suelo	Viajes
Vivienda unifamiliar	9,55*	Viviendas multiplanta	9,55*	Apartamentos	6,45*
Oficina	0,12	Parque	0,14	Escuelas	0,11
Pequeños comercios	0,7	Terminal de autobús	0,12	Universidades	0,12
Banco	1,4	Centro religioso	0,32	Centros de salud	0,23
Banco	0,96	Auditorio	0,11	servicios médicos	0,34
Centro comercial	0,3	Recreación en espacios abiertos	0,013	Áreas de protección	0
Estación de servicios	1,5	Centros deportivos	0,37	Bares y restaurantes	0,08
Centro de negocios	0,14	Industria ligera	0,06	Industria pesada o de manufactura	0,03

Fuente: Urban Land use and Transport Planning Manual 1982 revisado en 2008 citado por (Wilfred, Bwire, Mattsson y Jonsson, 2015). *Viajes por vivienda

En el Cuadro 6 se observa que usos de suelo como escuelas y universidades presentan valores similares de atracción de viajes con otros usos de suelo como el de oficinas o auditorios. A su vez centros de salud o servicios médicos presentan similitudes con centros religiosos o deportivos. Por su parte el sector industrial es el que presenta una menor atracción de viajes mientras que por el contrario las zonas residenciales son las que atraen más viajes.

Con base en los valores de atracción de viajes del Cuadro 6, se estableció una separación entre los usos de suelo residencial, comercial y de servicios, industrial y zonas de protección. De esta manera los usos con valores de atracción mayores a 0,07 viajes por metro cuadrado se catalogaron de tipo comercial y de servicios, mientras que los que uso de suelo con atracción menores a 0,07 viajes por metro cuadrado se catalogaron de tipo industrial. En esta clasificación se exceptuaron los espacios de deporte, recreación y esparcimiento, ya que, si bien son esenciales para la ciudad no son un servicio como tal. Estos usos de suelo se agruparon en el uso residencial junto a los usos de suelo de tipo habitacional, por otro lado, las zonas de protección representan todas aquellas que no presentan atracción de viajes por metro cuadrado como las zonas boscosas.

Ya que en el Cuadro 6 no se incluye la clasificación completa utilizada por el PRUGAM los usos de suelo restantes se unificaron según su afinidad a criterio del autor, considerando su clasificación de forma urbana o no urbana y factores como el sector de la economía al que pertenecen. De lo anterior se deriva la categorización mostrada en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Categorías de uso de suelo utilizadas para la elaboración de los modelos

Categoría	Clasificación
Agropecuario	Agropecuario
	Café
	Caña de azúcar
	Charral
	Cultivo de frutas
	Hortalizas
	Otros cultivos
	Pasto con árboles dispersos
	Pastos
	Plantas ornamentales
Bosque y protección	Agua superficial
	Bosque
	Curso fluvial
	Humedal
	Pantano
	Plantación forestal
Comercial y de servicios	Comercio y servicios
	Educación y cultura
	Gubernamental
	Otros servicios urbanos
	Salud y bienestar
Industrial	Industrial
	Tajo, botadero, relleno sanitario
	Terreno no cultivable
	Transporte y almacenaje
Residencial	Área urbana en transición
	Cementerio
	Deporte y recreación
	Parque o zona verde
	Piscina
	Residencial denso
	Residencial disperso
Carretera	Carretera

Debido a la complejidad de las ciudades y a que en muchos casos se presenta un uso de suelo mixto se decidió agrupar los usos de suelo de Educación y cultura, Gubernamental y Salud y bienestar como parte de los servicios ofrecidos en las ciudades y estos a su vez en la categoría de Comercial y de servicios.

En el Mapa 2 se puede observar el uso de suelo para la GAM según la nueva clasificación.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SABANA REDONDA

SAN ISIDRO

SAN ISIDRO

SABANILLA

SAN RAFAEL DE IRAZU

LLANO GRANDE

PAVAS

SANTA ANA

ESCAZU

SALITRAL

ALAJUELITA

LLANO GRANDE

CERVANTES

Simbología

- Principales poblados
- Área completada

Tipo de uso de suelo

- Carretera
- Residencial
- Comercial y servicios
- Agropecuario
- Bosque y protección
- Industrial

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 2. Uso de suelo de la GAM con la nueva clasificación

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
PRUGAM, 2008

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

3.4 Descripción del uso de suelo

Una vez concluido el proceso de completado y reclasificación del uso de suelo es necesario conocer de manera general los resultados obtenidos en cuanto al uso de la tierra en el área de estudio, por lo que se obtuvieron valores de estadística descriptiva de los mismos. Los datos específicos sobre el uso de suelo de cada distrito pueden observarse en la sección de anexos.

En el Cuadro 8 se muestran los valores estadísticos obtenidos para cada uso de suelo a nivel distrital. Es importante aclarar que los porcentajes de cobertura de cada uso de suelo fueron calculados respecto a la superficie del distrito excluyendo el área abarcada por las carreteras.

Cuadro 8. Valores estadísticos obtenidos para los usos de suelo en la GAM

	Bosque y protección		Comercial y de servicios		Industrial		Agropecuario		Residencial		Carretera	
Estadístico	Área (km^2)	Cobertura	Área (km^2)	Cobertura	Área (km^2)	Cobertura	Área (km^2)	Cobertura	Área (km^2)	Cobertura	Área (km^2)	Cobertura
Máximo	33,93	54,8%	1,37	33,5%	2,16	29,2%	28,49	93,6%	7,74	93,3%	1,32	23,7%
Mínimo	0	0,0%	0,00	0,0%	0	0,0%	0,004	0,6%	0,25	1,4%	0,05	0,6%
Promedio	2,39	16,6%	0,15	3,9%	0,24	4,0%	5,07	41,8%	1,65	33,7%	0,37	7,5%
Desviación estándar	4,29	14,3%	0,19	6,1%	0,39	5,9%	6,12	23,1%	1,25	23,7%	0,25	6,2%
Mediana	0,54	12,2%	0,08	1,4%	0,10	1,8%	1,99	44,2%	1,33	30,4%	0,29	5,8%

3.4.1 Bosque y protección

En el Cuadro 8 se muestran los valores de área máximo y mínimo de la GAM, estos valores corresponden a los distritos de Colón en el cantón de Mora y Santo Domingo en el cantón del mismo nombre respectivamente. En términos relativos es el distrito de Patarrá en Desamparados el que cuenta con mayor uso de suelo de Bosque con más del 54% de su área total.

Se observa que en la GAM existe una baja cobertura boscosa, ya que al menos la mitad de los distritos en estudio presentan una cobertura boscosa inferior al 13% de su territorio y el promedio por distrito de cobertura boscosa es inferior al 17%. Se puede afirmar que este promedio se ve aumentado por distritos ubicados en el borde de la GAM como San José de la Montaña, Colón, Patarrá, Cachí, Santo Domingo de Santa Bárbara, entre otros, que presentan valores de cobertura cercanos o superiores al 50% de su superficie.

3.4.2 Comercial y servicios

En el caso del uso de suelo comercial y de servicios los valores de área máximo y mínimo mostrados en el Cuadro 8 corresponden al distrito Uruca y al distrito de Mercedes en Atenas respectivamente, en términos relativos el distrito de Mercedes en Montes de Oca es el distrito con mayor cobertura de tipo comercial y de servicios, lo cual podría deberse a que la Universidad de Costa Rica se encuentra ubicada en este distrito y ocupa una gran parte del mismo. Además, la presencia de la universidad genera negocios y comercio de manera directa como zonas de comida, servicios y ventas de diversos productos para la población estudiantil universitaria.

La cobertura promedio en la GAM de uso comercial es cercana al 4%, este valor se presenta en diversos distritos cabeceras de cantón como San Rafael, San Isidro y Santa Bárbara de Heredia. En el Cuadro 8 se encuentra también que el 50% distritos presentan uso de suelo comercial menor al 1,4% de su territorio, lo que denota que la población de estas zonas debe desplazarse mayores distancias para poder tener accesos a diversos servicios o actividades comerciales. Entre estos podemos encontrar distritos como Capellades de Alvarado, Carrizal de Alajuela y Puraba de Santa Bárbara todos ellos con una cobertura comercial y de servicios inferior al 0,5% de su territorio.

Se presenta una desviación estándar mayor que el promedio, por lo que se denota una variabilidad importante en los datos obtenidos principalmente en el cantón de San José cuyos distritos presentan los mayores niveles de cobertura comercial y de servicios como es el caso de los distritos Carmen, Merced, Hospital y Catedral todos con coberturas superiores al 20%

3.4.3 Industrial

En el Cuadro 8 se muestran los valores máximo y mínimo obtenidos para el uso de suelo industrial, en términos de área estos valores corresponden al distrito de San Nicolás en Cartago y al distrito de Salitral de Santa Ana respectivamente. En términos porcentuales el valor máximo corresponde al distrito de Calle Blancos en Goicoechea. Otros distritos con un porcentaje importante de su área dedicada al uso industrial son la Rivera de Belén, Río Segundo de Alajuela, Llorente de Flores y La Uruca de San José, estos son distritos donde se encuentran importantes zonas francas en el país.

Se puede observar en el Cuadro 8 que a nivel de la GAM en promedio se dedica el 4% del área por distrito al uso industrial, sin embargo, al observar el valor de desviación estándar,cuyo valor es aproximadamente 1,5 veces el valor promedio, por lo que los datos tienden estar alejados del valor promedio. Adicionalmente observando el valor de la mediana de los datos se presenta que el 50% de los distritos en el área de estudio presentan menos del 1,8% de su territorio dedicado al uso de suelo industrial.

3.4.4 Agropecuario

Para el uso de suelo agropecuario, los distritos que presentan los valores de área máximo y mínimo mostrados en el Cuadro 8 corresponden al distrito de Colón en el cantón de Mora y al de Santo Domingo en el cantón del mismo nombre, respectivamente.

En el Cuadro 8 se puede observar como la variación en términos porcentuales para este uso de suelo es menor que la variación en términos de área. Es sabido que la actividad agropecuaria requiere de amplias extensiones de territorio, por esto tiende a concentrarse en distritos de la periferia y especialmente en los de gran superficie como Colón, por lo que, si bien las variaciones en el área que abarca en cada distrito pueden variar considerablemente, en términos relativos existe mayor homogeneidad, lo que se refleja en una media cercana al promedio y una desviación estándar menor que este.

A pesar de esto se pueden encontrar distritos con un uso agropecuario extensivo como es el caso de Cipreses y Cot de Oreamuno con cobertura cercana al 90% así como Pacayas de Alvarado con cerca del 85% de cobertura.

3.4.5 Residencial

En cuanto al uso de suelo residencial los valores máximo y mínimo mostrados en el Cuadro 8 corresponden a los distritos de La Garita de Alajuela y San Francisco de Goicoechea respectivamente. Del Cuadro 8 se obtiene que en la GAM se destina en promedio cerca de un 34% del territorio al uso residencial, sin embargo, es posible detectar distritos como el de Capellades en Alvarado que dedica menos de un 2% de su territorio al uso residencial, mientras el distrito de Santo Domingo en el cantón del mismo nombre dedica más del 90% de su territorio a este uso. De esto se deduce que existe una disparidad en cuanto al uso residencial entre ciertos distritos, de manera espacial los distritos ubicados en la periferia de la GAM tienden a utilizar menos del 10% de su territorio de manera residencial, mientras que por otro lado los distritos ubicados en las ciudades de San José, Alajuela, Heredia o sus cercanías presentan más del 50% de su territorio destinado a este uso.

Es importante señalar que tanto los valores absolutos como los valores de cobertura utilizados consideran únicamente el área superficial del territorio, por lo que en el caso de edificios de varios pisos únicamente se considera el área de su base y estos valores no representan un indicador de densidad poblacional o características afines.

3.4.6 Carretera

En el Cuadro 8 se muestran los valores máximo y mínimo de área destinados al uso como carreteras, estos valores corresponden al distrito de Pavas y al distrito de Paracito en Santo Domingo respectivamente. Al observar el valor obtenido para la mediana de los datos se tiene que la mitad de los distritos de la GAM utilizan más del 5,75% de su territorio como carretera. En promedio a nivel de la GAM se utiliza cerca del 7,5% del territorio disponible para carreteras. Este valor representa 58,97 km^2 de territorio y representa un llamado de atención ante la creciente congestión vehicular y a la ideología auto centrista existente en el país, que ha llevado a distritos como Heredia, Catedral y Oriental en Cartago a sacrificar más de un 20% de su territorio para carreteras.

Capítulo 4. Características socioeconómicas

Las características socioeconómicas comprenden una serie de indicadores que buscan, como su nombre lo indica, caracterizar a una determinada población en el ámbito económico considerando a su vez aspectos sociales que rodean a dicha población. Estos indicadores son importantes para estudios en múltiples áreas, por cuanto características como el nivel de ingresos de un hogar pueden condicionar el comportamiento e influir en diferentes niveles del actuar de los habitantes. Por ejemplo, un estudiante proveniente de un hogar con ingresos económicos bajo la línea de pobreza podría presentar bajo rendimiento académico ya que por sus ingresos podría verse privado del acceso a libros u otros materiales académicos o verse obligado a desertar del sistema educativo para buscar un empleo y brindar apoyo económico a su familia.

Al igual que en el ejemplo anterior sobre el campo de la educación, el área de la seguridad vial también requiere la consideración de variables socioeconómicas, ya que estas influyen en aspectos importantes del comportamiento vial como la tenencia de vehículos, la cantidad de viajes, la selección modal, la planificación territorial, entre otros. Según la revisión de literatura realizada, en el caso de investigaciones con temática similar a la de esta investigación como la desarrollada en Melbourne por Richard Amoh-Gyimah en el año 2015 o la realizada en Tijuana por Fuentes y Hernández en el 2004, las variables más utilizadas a nivel socioeconómico son, el nivel de ingresos por hogar, la distribución demográfica de la población por edad y la tenencia de vehículos.

En este capítulo se brinda una descripción de las características demográficas de los distritos de la GAM. También se exponen indicadores que permitan evaluar el poder adquisitivo de los hogares de la GAM, como es el caso de las carencias críticas insatisfechas. Este indicador permite medir el nivel de ingresos de los hogares, siendo otra manera de definir el nivel de pobreza mediante la medición del bienestar de una manera no monetaria. Otro indicador expuesto es la tenencia de vehículos, indicador que permite evaluar el potencial de los hogares para adquirir vehículos y realizar viajes en transporte privado.

4.1 Descripción demográfica

Previamente se mencionó la caracterización demográfica por edad como una de las variables por utilizar en la investigación, la información para dicha variable fue obtenida por parte de

las publicaciones realizadas por el INEC correspondientes a los datos obtenidos para el censo nacional del año 2011.

Se utilizó la información correspondiente a las proyecciones poblacionales según provincia, cantón y distrito por grupo de edad. Esta información presenta la cantidad de habitantes para cada distrito del país en grupos de edad de cinco años, es decir, se presenta de manera agrupada la cantidad de habitantes en edades de 0 a 4 años, de 5 a 9 años, de 10 a 14 años hasta abarcar la totalidad del rango de edades de la población para cada distrito.

Para esta investigación se utilizaron únicamente los datos que conciernen al área de estudio definida y a su vez se reagruparon los grupos de edad en cuatro nuevos grupos, basándose en las categorías establecidas por el estudio titulado "Analysis of pedestrian and bicycle casualties using regional panel data" donde se utilizaron como grupos de edad los comprendidos entre los 0-14 años, 15-24 años, 25-44 años, 45-64 años y 65 o más años (Noland y Quddus, 2004). Adicionalmente en el estudio titulado "Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania" se utilizan las mismas categorías a excepción de las edades entre 25-44 años y 45-64 años, las cuales no fueron utilizadas (Agüero-Valverde y Jovanis, 2006). Para efectos de esta investigación, considerando que las categorías entre los 25-44 años y los 45-64 años no siempre son utilizadas en las investigaciones, se decidió unificarlas en una única categoría comprendida entre los 25-64 años con el fin de reducir el número de variables.

Como primer grupo se presenta a la población que se encuentra entre los 15 y los 24 años. Esta población comprende a los niños y adolescentes, los cuales no están facultados legalmente para conducir. En el Cuadro 9 se muestran los valores de estadística descriptiva correspondientes a esta población.

Cuadro 9. Valores estadísticos para la población en edad entre 0-14 años en la GAM

Estadístico	Cantidad (miles de habitantes)	Porcentaje de la población total
Máximo	16,93	29,8%
Mínimo	0,17	9,4%
Promedio	3,23	22,6%
Desviación estándar	2,62	3,4%
Mediana	2,48	23,0%

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2014))

En el Cuadro 9 se puede apreciar que a nivel de la GAM el valor máximo para este grupo poblacional es de 16,93 miles de habitantes, este valor máximo se presenta en el distrito de Pavas, mientras que su contra parte se presenta en el distrito de Escobal de Atenas donde solo habitan 170 personas en este grupo de edad. En promedio, a nivel de la GAM, habitan cerca de 3200 personas por distrito entre los 0 y los 14 años.

En términos porcentuales el valor máximo mostrado en el Cuadro 9 corresponde al distrito de Los Guido en Desamparados, mientras que el valor mínimo al distrito de Carmen en San José. Puede apreciarse que a nivel de la GAM en promedio el 22,6% de los habitantes tienen una edad entre 0 y 14 años, también se observa en los valores mostrados que la mediana de datos se encuentra muy cerca del valor promedio por lo que podría considerarse que la distribución de datos se encuentra centrada en el promedio y que los datos son uniformes ya que presentan un valor de desviación estándar bajo.

En el Mapa 3 se muestra una representación gráfica de los datos para el grupo de población comprendido entre los 0 y los 14 años. Las categorías de este mapa, al igual que las de los mapas posteriores fueron determinadas mediante el método de "natural breaks". Este método busca disminuir la varianza entre los datos de una misma categoría mientras que a su vez procura maximizar la varianza entre las diferentes categorías existentes.

En el Mapa 3 se puede observar que los principales centros poblacionales de la GAM en las cercanías de las ciudades de Alajuela, Cartago, Heredia y San José, se presentan los menores porcentajes de población entre los 0-14 años, con porcentajes que van desde el 9,34% de la población hasta el 20,31%. También puede observarse que los distritos de la periferia son los que presentan mayor porcentaje de personas en estas edades, principalmente en los cantones de Poás y Desamparados.

Adicionalmente en el Mapa 3 se aprecia que la categoría entre 23,68% a 25,20% es la categoría con más distritos. Además, en términos globales la mayoría de los distritos presentan entre un 20,31% y un 25,20% de su población entre los 0 y los 14 años, siendo estos valores aproximadamente equivalentes al valor promedio más y menos la desviación estándar de los datos.

El segundo grupo comprende a la población que se encuentra entre los 15 y los 24 años. Este grupo poblacional cobra relevancia ya que en el país la edad mínima legal para conducir

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
CURRIDABAT
PACAYAS
COLON (PACACUA)
TRES RIOS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
SAN RAFAEL
CENTRO
ASERRI
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Población entre los 0 y los 14 años

- 9,34% - 16,62%
- 16,62%-20,31%
- 20,31%-22,24%
- 22,24%-23,68%
- 23,68%-25,20%
- 25,20%-27,10%
- 27,10%-29,77%

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 3. Porcentaje de la población en edades entre los 0 y los 14 años

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
Anuario de tránsito, 2015

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

son los 18 años, edad que se encuentra comprendida en el grupo, por lo que en este grupo se contempla la mayoría de los nuevos conductores los cuales. Si bien al obtener su licencia de conducir se consideran capacitados para esta acción, son los conductores de menor experiencia por lo que podrían estar expuestos en una mayor proporción a choques viales que los otros grupos de edad. En el Cuadro 10 se muestran valores estadísticos que permiten describir los datos utilizados para este primer grupo.

Cuadro 10. Valores estadísticos para la población en edad entre 15-24 años en la GAM

Estadístico	Cantidad (miles de habitantes)	Porcentaje de la población total
Máximo	14,40	21,2%
Mínimo	0,15	14,3%
Promedio	2,60	18,0%
Desviación estándar	2,12	1,4%
Mediana	1,93	17,8%

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2014))

Con los valores mostrados en el Cuadro 10 se puede apreciar que los datos obtenidos en términos absolutos presentan valores extremos como es el caso del distrito de Pavas que presenta un valor máximo de 14409 habitantes con edad entre 15-24 años, por otro lado se encuentra Escobal de Atenas con apenas 154 habitantes en este rango de edad.

Debido a la variación demográfica entre distritos se considera una mejor referencia en el caso de los grupos de edad realizar comparaciones de forma porcentual, por ejemplo, el caso mencionado previamente del distrito de Escobal. Este distrito según los datos del INEC cuenta únicamente con 896 habitantes, por lo que si bien 154 podría parecen un número bajo respecto al promedio de 2603 jóvenes por distrito, al realizar la comparativa de forma porcentual se observa que Escobal presenta cerca del 17% de su población en este grupo de edad, mientras que el promedio a nivel de la GAM es que el 18% de los habitantes se encuentren en esta edad.

Se puede observar que al considerar los datos de manera porcentual se presenta una distribución de datos con poca dispersión, ya que la desviación estándar de los datos representa un 7% del valor promedio obtenido, valor que a su vez difiere de la mediana únicamente por un 0,15% y tanto el valor máximo como el mínimo se encuentran aproximadamente a dos desviaciones estándar del valor promedio.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
COLON (PACACUA)
CURRIDABAT
PACAYAS
TRES RIOS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
ASERRI
CENTRO
SAN RAFAEL
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Población entre los 15 y los 24 años

- 14,29%-16,02%
- 16,02%-17,06%
- 17,06%-17,71%
- 17,71%-18,41%
- 18,41%-19,17%
- 19,17%-20,16%
- 20,16%-21,20%

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 4. Porcentaje de la población en edades entre los 15 y los 24 años

Analisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
INEC, 2011

ProDUS Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

En el Mapa 4 se muestra de manera gráfica el valor aproximado del porcentaje de la población en edad de entre 15 y 24 años para cada distrito en estudio. Se puede observar que los distritos en la provincia de Cartago presentan porcentajes más elevados de población en este rango de edad, mientras que en la cercanía de ciudades como San José y Heredia los porcentajes de población entre estas edades es inferior al promedio para la GAM. También se aprecia que la mayoría de los distritos de la GAM presentan valores que oscilan entre el 17,70% y el 20,16% para este grupo de edad. Mientras que, solamente diez distritos se encuentran por debajo del 16% de habitantes en esta edad, ubicándose estos distritos en su mayoría en la provincia de Heredia. A su vez solo once distritos presentan más del 20,16% de su población en este rango de edades.

El tercer grupo fue conformado con los habitantes que presentaban una edad desde los 25 hasta los 64 años, en este grupo se encuentra la mayor parte de la población económicamente activa del país por lo que es de esperar que este grupo sea el que genere una mayor cantidad de viajes. Este mayor número de viajes expondría a este grupo a sufrir una mayor cantidad de choques viales, sin embargo, esto podría no ser cierto ya que las personas en este grupo de edad son conductores más experimentados. En el Cuadro 11 se muestran valores estadísticos que permiten describir los datos utilizados para este segundo grupo.

Cuadro 11. Valores estadísticos para la población en edad entre 25-64 años en la GAM

Estadístico	Cantidad (miles de habitantes)	Porcentaje de la población total
Máximo	41,15	65,6%
Mínimo	0,49	42,4%
Promedio	7,58	52,4%
Desviación estándar	6,20	3,7%
Mediana	5,72	52,4%

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2014))

Para este tercer grupo se presenta una situación similar a la observada en el primer grupo, al igual que en el grupo anterior los distritos de Pavas y Escobal son los distritos con mayor y menor población en este rango de edad respectivamente. Como se mencionó previamente, debido a las altas diferencias en la población total que habita cada distrito realizar comparaciones con los valores absolutos podría llevar a comparaciones erradas por lo que se consideró apropiado utilizar los valores porcentuales.

En términos porcentuales el tercer grupo como es de esperar, al presentar un rango de edades más amplio concentra cerca del 52% de la población. En este conjunto de datos el valor promedio coincide con la mediana por lo que podría aproximarse a una distribución simétrica, a pesar de esto, al observar los valores máximos y mínimos se muestra una leve tendencia hacia la cola derecha. De los valores en el Cuadro 11 también se puede observar que los datos presentan poca dispersión ya que al igual que en el grupo anterior el valor de la desviación estándar es alrededor del 7% del valor promedio obtenido.

En el Mapa 5 se muestra de manera gráfica el valor aproximado del porcentaje de la población en edad de entre 25 y 64 años para cada distrito y se puede apreciar como la mayoría de los distritos presentan valores entre 49,81% y 54,70% de la población. También existen cerca de 25 distritos que tienen entre 54,7% y 57,14% de su población en edades entre los 25 y 64 años. Observando la cantidad de distritos que presentan valores en los rangos previamente mencionados se puede corroborar que para este grupo de la población existe uniformidad espacial en la distribución de los habitantes de este rango de edad, con excepción de algunos distritos como Carmen con más del 65% de su población en este rango de edad o el distrito de León XIII con tan solo 42% de sus habitantes entre los 25 y los 64 años.

El último grupo considerado corresponde a los rangos de edad entre los 65 años o superior, este rango de edad abarca a la población adulta mayor. Los adultos mayores en general presentan habilidades motoras reducidas respecto a grupos de edad más jóvenes, por lo que presentan tendencia a un tiempo de reacción mayor al ejecutar maniobras en carretera. Además, algunos adultos mayores presentan también reducción en su campo de visión, por lo que es un grupo importante que considerar en términos de seguridad vial. En el Cuadro 12 se muestran valores estadísticos que permiten describir los datos utilizados para este último grupo.

Cuadro 12. Valores estadísticos para la población de 65 años o más en la GAM

Estadístico	Cantidad (miles de habitantes)	Porcentaje de la población total
Máximo	6,91	10,8%
Mínimo	0,07	4,6%
Promedio	1,03	7,0%
Desviación estándar	0,94	1,3%
Mediana	0,70	6,6%

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2014))

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
COLON (PACACUA)
CURRIDABAT
PACAYAS
TRES RIOS
ALAJUEL TA
DESAMPARADOS
ASERRI
CENTRO
SAN RAFAEL
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Población entre los 25 ylos 64 años

- 42,39%-47,15%
- 47,15%-49,81%
- 49,81%-51,49%
- 51,49%-52,88%
- 52,88%-54,70%
- 54,70%-57,14%
- 57,14%-65,51%

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 5. Porcentaje de la población en edades entre los 25 y los 64 años

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
INEC, 2011

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

En cuanto a términos absolutos para el grupo de edad que comprende a los adultos mayores se presenta la misma tendencia que en los grupos anteriores, siendo Pavas el distrito con más habitantes en este rango de edad y Escobal el distrito con menos habitantes siendo estos distritos los cuentan con el valor máximo y mínimo del Cuadro 12, respectivamente.

En términos relativos el distrito Carmen en San José es el distrito con más adultos mayores, cerca del 11% de su población seguido de San Pedro de Montes de Oca y Mata Redonda en San José con 10% cada uno, por otro lado, los distritos del cantón de Alajuelita son los que presentan menor proporción de adultos mayores y se da la particularidad que todos los distritos del cantón tienen menos del 5,5% de adultos mayores en su población.

En el Cuadro 12 también se puede observar que promedio de población adulta mayor en el área estudiada es cercano al 7% de los habitantes, este valor se desvía más de la mediana de los datos respecto a los dos grupos anteriores por lo que los datos sobre la población adulta mayor presentan una distribución con una leve asimetría positiva. Además, el valor de la desviación estándar representa aproximadamente un 18,5% del valor del promedio obtenido para los datos, mientras para los grupos anteriores el valor de la desviación estándar era cerca del 7% del valor promedio de estos grupos, por lo que los datos de este último grupo comprendido por la población adulta mayor presentan un mayor nivel de dispersión que los datos de los grupos anteriores.

En el Mapa 6 se muestra de manera gráfica los valores de porcentaje aproximados por distrito para los habitantes con edad de 65 años o mayores. Se puede observar que a nivel de la GAM la mayoría de los distritos presentan entre un 6,06% a un 7,40% de adultos mayores, sin embargo, como se mencionó previamente se observa una mayor dispersión respecto a los otros grupos de edad descritos, por cuanto, existen más distritos con valores alejados del promedio que en los grupos anteriores. Además, se pueden observar concentraciones de habitantes de 65 o más años en cantones como Atenas, los distritos en los que se ubica la ciudad de San José y sus cercanías. También se puede observar el caso peculiar del cantón de Alajuelita previamente mencionado.

Además de las agrupaciones previamente descritas se contempló también como variables de importancia la población total de los distritos, así como la densidad poblacional de los mismos, esto con el motivo de que los grupos anteriores si bien tienen características que los convierte en grupos de interés para el estudio podrían no presentar suficiente relevancia

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
COLON (PACACUA)
CURRIDABAT
PACAYAS
TRES RIOS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
ASERRI
CENTRO
SAN RAFAEL
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Población de 65 años o más

- 4,55%-5,41%
- 5,41%-6,06%
- 6,06%-6,71%
- 6,71%-7,40%
- 7,40%-8,21%
- 8,21%-9,17%
- 9,17%-10,77%

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 6. Porcentaje de la población de 65 o más años

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
INEC, 2011

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

a nivel del modelo estadístico, por lo que el considerar la población total del distrito cobra relevancia ya que es una forma indirecta de incluir la cantidad de viajes de un determinado distrito. Es de esperar que, bajo una distribución uniforme de viajes por habitante, a mayor población mayor cantidad de viajes. La densidad de población por su parte permite ponderar la población de cada distrito respecto a su área, lo que permite realizar comparaciones equivalentes entre los diferentes distritos. En el Cuadro 13 se muestran valores estadísticos que permiten describir los datos utilizados para la población total a nivel de distrito en el área de estudio.

Cuadro 13. Valores estadísticos para la población total en la GAM

Estadístico	Población total (miles de habitantes)	Densidad de Población (1000 habitantes/km^2)
Máximo	79,41	17,3
Mínimo	0,90	0,02
Promedio	14,45	3,2
Desviación estándar	11,75	3,2
Mediana	10,40	2,0

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2011))

En el Cuadro 13 se observan los valores máximo y mínimo para la población en los distritos estudiados que corresponden al distrito de Pavas y Escobal respectivamente. El promedio de habitantes por distrito en la GAM obtenido es de aproximadamente 14500 habitantes, sin embargo, al observar la desviación estándar de casi 11750 habitantes se puede deducir que la variación entre distritos es alta, en especial al considerar distritos como Pavas que se encuentran hasta cinco desviaciones estándar sobre el promedio. Esto también se puede deducir al comprobar que la mitad de los distritos se encuentran por debajo de 10400 habitantes, valor menor que el obtenido para la deviación estándar.

En el Cuadro 13 se observan también los valores correspondientes a la densidad de población, en este caso el valor máximo observado corresponde al distrito de León XIII en Tibás con más de 17000 habitantes por kilómetro cuadrado, mientras el valor mínimo es el correspondiente a Santa Rosa de Oreamuno con únicamente 17 habitantes por kilómetro cuadrado. Se puede observar la gran diferencia entre ambos valores al existir un factor de mil entre ellos, esto refleja la presencia de distritos muy poblados y usualmente con poca superficie lo que fomenta la densificación de la tierra principalmente en las cercanías de las ciudades. Este fenómeno genera que la distribución de los datos sea similar al de la

población total por distrito, ya que la mediana de los datos para la densidad poblacional también se encuentra por debajo de la desviación estándar. La desviación estándar presenta un valor igual al del promedio en términos prácticos por lo que presenta incluso una mayor dispersión que los datos de la población total.

En el Mapa 7 se muestra la densidad de población para los distritos de la GAM, donde se puede apreciar la concentración de habitantes en ciertos distritos. Dicha concentración puede atribuirse a su cercanía o colindancia con ciudades importantes en el país, como lo son San José, Heredia, Alajuela y Cartago, ya que debido a la concentración de servicios y fuentes de empleo la población tiende a habitar estos distritos de manera predilecta. También se aprecia cómo los distritos presentan una menor densidad de población al alejarse de estas ciudades siendo los distritos periféricos de la GAM los menos poblados.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
CURRIDABAT
PACAYAS
COLON (PACACUA)
TRES RIOS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
CENTRO
SAN RAFAEL
CARTAGO
ASERRI
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Densidad de población

- 0,01 - 0,52
- 0,52 - 1,29
- 1,29 - 2,05
- 2,05 - 3,46
- 3,46 - 5,77
- 5,77 - 8,98
- 8,98 - 17,29

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 7. Densidad de población en los distritos de la GAM en miles de habitantes por kilometro cuadrado

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
INEC, 2011

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

4.2 Carencias críticas

Al igual que las características demográficas expuestas en la sección anterior, las carencias críticas por hogar han sido determinadas por estudios previos en diferentes países como influyentes en la incidencia de choques viales, y a su vez son indicadores de la condición económica y social de las familias de los diferentes distritos que comprenden el área de estudio. La definición de carencias críticas fue establecida en el marco teórico de la investigación además de enlistar las posibles carencias existentes en un hogar.

A nivel de Costa Rica el INEC estable la existencia de carencias críticas por hogar con valores que oscilan desde cero hasta cuatro según la cantidad de necesidades básicas insatisfechas encontradas por hogar. Para la investigación se utilizó la información de carencias críticas por hogar publicadas por el INEC a partir de la información obtenida en el censo nacional del año 2011 y se utilizó dicha información en términos de la totalidad de hogares por distrito que presentan carencias críticas, en el Cuadro 14 se presentan los estadísticos descriptivos para estos datos.

Cuadro 14. Valores estadísticos para los hogares con al menos una carencia crítica en la GAM

Estadístico	Cantidad de hogares con carencias	Porcentaje respecto al total de hogares
Máximo	4404	42,1%
Mínimo	67	5,7%
Promedio	682	18,5%
Desviación estándar	640	7,8%
Mediana	461	17,5%

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2011))

Si bien las carencias críticas es un indicador de bienestar puede verse influenciado por el factor poblacional. Es un indicador estrechamente relacionado con la población de cada distrito, ya que a mayor cantidad de habitantes es de esperar una mayor cantidad de hogares. De la misma forma, al incrementar la cantidad de hogares en un distrito se incrementa la posibilidad de que algunos de esos nuevos hogares presenten carencias críticas. En el Cuadro 14 se refleja lo anteriormente mencionado ya que los valores máximo y mínimo para la cantidad de hogares con carencias representan respectivamente a los distritos de Pavas y Escobal igual que en el caso demográfico. Se puede observar que la mediana de los datos es cerca del 30% menor que el valor promedio presentando una

asimetría positiva considerable, también los datos presentan una alta dispersión al tener una desviación estándar mayor al promedio obtenido que es aproximado a los 682 hogares con carencias críticas por distrito.

Los valores porcentuales por otro lado presentan una dispersión menor que en términos absolutos, se presenta una desviación estándar de aproximadamente un 42% del valor obtenido para el promedio. El valor promedio al igual que en términos absolutos es mayor que la mediana de los datos, sin embargo, estos valores se encuentran más próximos ya que como se mencionó previamente la dispersión es menor en términos relativos. El distrito con menor porcentaje de hogares con carencias corresponde al distrito de San Juan de la Unión, mientras que San Antonio de Alajuelita es el distrito con mayor porcentaje de hogares que presentan carencias con un 42% lo cual se ubica más de tres desviaciones estándar sobre el valor promedio de 18,5% de hogares con carencias críticas por distrito.

En el Mapa 8 se presenta de forma gráfica los valores aproximados correspondientes al porcentaje de hogares que presentan al menos una carencia crítica por distrito. Se puede observar la alta variabilidad entre los valores para los diferentes distritos; a pesar de esto se pueden detectar focos geográficos como el observado al norte del cantón de Alajuela junto con el cantón de Poás y el distrito de Santo Domingo de Santa Bárbara donde más del 19,92% de los hogares presentan carencias críticas. Situación similar a la encontrada en la Provincia de Cartago con los distritos de Cachi y Santiago en Paraíso, los cantones de Oreamuno y Alvarado y el distrito de Llano Grande. Por el contrario, se observa que los distritos de la zona este de San José en cantones como Montes de Oca y parte de Curridabat y la zona norte de San José en cantones como Goicoechea, Tibás y Moravia son los que presentan menos hogares con carencias críticas en la GAM.

Para efectos de la investigación, en cuanto a carencias críticas respecta, es importante también evaluar de forma segregada según la cantidad de carencias por hogar para cada distrito. De manera que sea posible determinar si un mayor número de carencias por hogar resulta ser determinante o no en la incidencia de choques viales.

En el Cuadro 15 se presentan los estadísticos para los hogares que presentan una única carencia crítica.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
COLON (PACACUA)
CURRIDABAT
PACAYAS
TRES RIOS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
ASERRI
CENTRO
SAN RAFAEL
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Hogares con al menos una carencia crítica

- 5,66%-9,15%
- 9,15%-12,71%
- 12,71%-16,25%
- 16,25%-19,92%
- 19,92%-23,92
- 23,92%-29,84%
- 29,84%-42,06%

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 8. Porcentaje de hogares que presentan carencias críticas por distrito en la GAM

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
INEC, 2011

ProDUS Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

Cuadro 15. Valores estadísticos para los hogares con una carencia crítica en la GAM

Estadístico	Cantidad de hogares con una carencia	Porcentaje respecto al total de hogares
Máximo	3084	32,4%
Mínimo	54	5,3%
Promedio	561	15,4%
Desviación estándar	485	5,7%
Mediana	389	15,0%

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2011))

En el Cuadro 15 se muestran los valores para los hogares con una carencia crítica, estos valores presentan una distribución similar a la de la del total de hogares que presentan carencias, esto por cuanto dichos valores tienen una relación directa con la cantidad de población en cada distrito por lo que para efectos descripción de datos se trabajara con los valores porcentuales. En términos relativos los datos presentan un valor promedio de 15,4% de hogares con una única carencia critica, al considerar que el promedio para todos los hogares con carencias es de 18,5% se puede afirmar que los hogares con una carencia critica son la condición predominante. También se tiene que la mediana de los datos presenta un valor inferior pero muy cercano al valor promedio, a su vez dispersión es menor que la del grupo de datos en el que se consideran todos los hogares con carencias críticas.

En el Mapa 9 donde se muestra de manera específica el porcentaje de hogares con una carencia crítica por distrito, se observa una distribución similar a la mostrada en el Mapa 8 en cuanto a las concentraciones mencionadas en la zona norte del cantón de Alajuela y el cantón de Poás, así como en la Provincia de Cartago. También se presenta una distribución similar en los cantones de Montes de Oca, Curridabat, Tibás, Moravia y Goicoechea. Los demás distritos presentan también una tendencia similar, lo que permite corroborar que los hogares con una carencia crítica son predominantes respecto a los hogares con dos o más carencias críticas y por ende su distribución es determinante en la distribución del total de hogares con carencias.

Continuando con la evaluación de manera segregada en el Cuadro 16 se muestran los estadísticos descriptivos para los datos de hogares con dos carencias críticas.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
PACAYAS
COLON (PACACUA)
CURRIDABAT
TRES RIOS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
CENTRO
SAN RAFAEL
ASERRI
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Hogares con una carencia crítica

- 5,33%-8,01%
- 8,01%-10,87%
- 10,87%-13,62%
- 13,62%-15,99%
- 15,99%-18,94%
- 18,94%-23,34%
- 23,34%-32,42%

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 9. Porcentaje de hogares que presentan una carencia crítica por distrito en la GAM

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
INEC, 2011

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

Cuadro 16. Valores estadísticos para los hogares con dos carencias críticas en la GAM

Estadístico	Hogares	Porcentaje del total
Máximo	990	11,1%
Mínimo	5	0,2%
Promedio	103	2,7%
Desviación estándar	135	2,0%
Mediana	54	2,2%

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2011))

En el Cuadro 16, para los hogares con dos carencias críticas se presenta una variante respecto a los dos grupos anteriores, si bien el distrito de Pavas continua a la cabeza como el distrito con el valor máximo en esta categoría, el extremo inferior es ocupado por San Roque de Barva y Carmen de San José, distritos con únicamente cinco hogares en esta condición. Este cambio se hace notorio ya que, al ser un indicador de bienestar, al acumular carencias es más marcada la condición económica de los hogares en estado de pobreza y es posible empezar a notar dichas diferencias con la situación demográfica. En términos porcentuales se muestra que el promedio por distrito de hogares con dos carencias críticas representa aproximadamente 2,7% del total de los hogares lo que junto con el 15,4% de promedio para los hogares con una carencia crítica completan casi la totalidad de los hogares con carencias críticas. Los datos en este caso presentan una mayor dispersión que en los dos grupos previos y presentan una distribución asimétrica positiva al ser el valor de la mediana de datos inferior al valor promedio.

Debido a los bajos porcentajes de hogares que presentan dos o más carencias críticas y al poco aporte de nueva información en términos espaciales no se desarrollaron mapas para estas categorías.

El siguiente grupo es el correspondiente a los hogares con tres carencias críticas, En el Cuadro 17 se muestran los valores estadísticos para los datos de este grupo.

Cuadro 17. Valores estadísticos para los hogares con tres carencias críticas en la GAM

Estadístico	Hogares	Porcentaje del total
Máximo	285	3,4%
Mínimo	0	0,0%
Promedio	17	0,4%
Desviación estándar	33	0,5%
Mediana	8	0,3%

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2011))

Para el caso de los hogares que presentan tres carencias críticas se puede observar en el Cuadro 17 que este tipo de hogares son escasos la GAM y se presentan como promedio únicamente 17 hogares de este tipo por distrito, al igual que en los grupos anteriores Pavas continua como el distrito con mayor número de estos hogares. También se presenta un grupo de distritos en los que no existen hogares de este tipo entre ellos San Joaquín, Sánchez, Llorente, San Roque, Carmen, Asunción, Occidental, entre otros. El Cuadro 17 muestra como en promedio estos hogares representan únicamente un 0,41% del total de hogares de los que se tiene información según el INEC. Adicionalmente el valor de desviación estándar para este grupo de datos es mayor incluso que el valor promedio mostrando la alta dispersión de los datos, principalmente en el extremo superior ya que del valor obtenido para la mediana se deduce que la mayor parte de los datos se concentran bajo el valor promedio.

En cuanto a carencias criticas el último grupo corresponde a los hogares con cuatro carencias cuyos valores de estadística descriptiva se muestran en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Valores estadísticos para los hogares con cuatro carencias críticas en la GAM

Estadístico	Hogares	Porcentaje del total
Máximo	45	0,30%
Mínimo	0	0,00%
Promedio	2	0,03%
Desviación estándar	5	0,06%
Mediana	0	0,00%

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2011))

En el Cuadro 18 se observa que los hogares que presentan cuatro carencias críticas son extremadamente escasos en la GAM ya que en promedio solo se presentan dos por distrito, sin embargo, se puede observar en el valor de la mediana que al menos la mitad de los distritos no presentan hogares de este tipo, de manera más específica 103 de los 160 distritos evaluados no presentan este tipo de hogares. En términos relativos estos hogares presentan solamente 0,03% de la totalidad de los hogares por distrito en la GAM, los datos presentan una desviación estándar cuyo valor es el doble del promedio por lo que es el grupo de datos con mayor dispersión, adicionalmente la mayor cantidad de datos presentan valor cero por lo que los datos presentan una distribución de una sola cola.

4.3 Tenencia de vehículos

Al igual que las carencias críticas por hogar, la tenencia de vehículo es un indicador socioeconómico utilizado en estudios sobre seguridad vial afines a esta investigación, este indicador no solo puede ser utilizados para medir el bienestar socioeconómico de la población, sino que además muestra la capacidad de los hogares para generar viajes particulares en vehículos privados. Por tanto, para fines de la investigación se considera favorable un menor porcentaje de hogares con vehículos, ya que a menor cantidad de vehículos se espera una menor cantidad de choques.

La información utilizada para estos datos al igual que las carencias críticas y las características demográficas fueron obtenidos de las publicaciones realizadas por el INEC con base en la información obtenida en el censo nacional 2011. En el Cuadro 19 se muestran valores estadísticos para describir los datos de tenencia de vehículos utilizados.

Cuadro 19. Valores estadísticos para la tenencia de vehículos en los hogares de la GAM

Estadístico	Hogares con automóvil propio	Hogares con motocicleta propia
Máximo	93,17%	19,45%
Mínimo	17,35%	3,93%
Promedio	46,12%	9,82%
Desviación estándar	12,33%	2,76%
Mediana	46,17%	9,57%

Elaboración propia a partir de datos del INEC (2011))

En términos de tenencia de vehículo se consideró según los datos del INEC todos aquellos hogares que contaran con al menos un vehículo privado que no fuera destinado para labores de trabajo o profesionales, para la investigación se consideró por separado la tenencia de vehículos de tipo automóvil y de tipo motocicleta.

En términos de automóviles el promedio a nivel distrital para la GAM indica que el 46% de los hogares cuenta con al menos un automóvil de uso privado, para estos datos la desviación estándar entre distritos es cerca de una cuarta parte del valor promedio, lo que demuestra la baja dispersión de datos y la uniformidad de la tenencia de automóviles entre los distritos.

En el Mapa 10 se muestra de manera gráfica el porcentaje de hogares con automóvil por distrito. Se observa como la provincia de Cartago presenta en su mayoría tenencia de

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
COLON (PACACUA)
CURRIDABAT
PACAYAS
TRES RIOS
ALAJUEL TA
DESAMPARADOS
CENTRO
SAN RAFAEL
ASERRI
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Hogares con automóvil propio

- 17,35%-31,86%
- 31,86%-40,07%
- 40,07%-45,59%
- 45,95%-51,54%
- 51,54%-58,48%
- 58,48%-68,86%
- 68,66%-93,17%

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 10. Porcentaje de hogares con automóvil propio según distrito en la GAM

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
INEC, 2011

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

vehículos propios inferior al 40,07% de los hogares. Principalmente al norte del cantón de Cartago y en los cantones de Alvarado, Oreamuno y Paraíso. Una situación similar se presenta en los cantones de Desamparados, Alajuelita y Aserrí.

También se observa en el Mapa 10 que únicamente cinco distritos superan el 68,66% de los hogares con vehículo propio, siendo estos los distritos de Flores, San Rafael de Escazú, Asunción, Sánchez y San Juan de la Unión. Es posible verificar la uniformidad de la tenencia de automóviles, siendo las categorías de entre 40,06% hasta 58,42% las que por mayor cantidad de distritos se encuentran conformadas.

Las motocicletas por su parte cuentan con una menor presencia, ya que en promedio están presentes en alrededor del 10% de los hogares de la GAM, la desviación estándar de dichos datos presenta una proporción respecto al promedio similar a la de los automóviles por lo que se considera que los datos sobre las motocicletas también presentan baja dispersión, así como una distribución asimétrica positiva de los datos.

En el Mapa 11 se muestra de manera gráfica el porcentaje de hogares con motocicleta por distrito. En el mapa se puede observar que existen diez distritos con más de un 14,24% de hogares que poseen al menos una motocicleta, siendo Turrúcares el distrito con mayor cantidad de hogares que poseen motocicleta, seguido por Guácima y posteriormente por Puraba de Santa Bárbara. Por otro lado, existen 19 distritos con menos del 6,44% de hogares que poseen motocicletas entre ellos el distrito de Carmen que es el que presenta menor número de hogares con motocicleta superado de forma inmediata por Tierra Blanca y Oriental de Cartago. También es posible observar la uniformidad de los datos existiendo una concentración de estos en el intervalo entre 8% y 11,77%, intervalo que representa de manera aproximada el valor promedio menos la desviación estándar como cota inferior y el promedio más la desviación estándar como cota superior.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
CURRIDABAT
PACAYAS
COLON (PACACUA)
TRES RIOS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
CENTRO
SAN RAFAEL
ASERRI
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Hogares con motocicleta propia

- 3,93%-6,44%
- 6,44%-8,00%
- 8,00%-9,13%
- 9,13%-10,29%
- 10,29%-11,77%
- 11,77%-14,24%
- 14,24%-19,45%

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 11. Porcentaje de hogares con motocicleta propia según distrito en la GAM

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
INEC, 2011

ProDUS Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

Capítulo 5. Tránsito y vialidad

Un factor importante al analizar la ocurrencia de choques viales son las condiciones de tránsito y vialidad de un determinado sitio. Estas condiciones presentan una influencia directa en las condiciones y la frecuencia de los choques. Aspectos como el material de la carretera, su grado de deterioro o la cantidad de vehículos que circulan en una ruta pueden ser determinantes.

Debido al tamaño del área de estudio y los recursos disponibles por el autor, se decidió no caracterizar de manera específica todas las rutas existentes en aspectos como señalización, condiciones climáticas, estado de la carretera, material de la superficie de ruedo, visibilidad, demarcación, entre otros. Por este motivo se deben utilizar variables de las que exista información disponible. En este capítulo se expondrán variable relacionadas con la vialidad y el tránsito, las variables expuestas son: la longitud de la red vial a nivel de cada distrito y la cantidad de vehículo-kilómetro a nivel de distrito. Estas variables fueron seleccionadas mediante revisión bibliográfica de investigaciones con temáticas similares como la realizada por Hadayeghi, Shalaby y Persaud (2003) y son consideradas en la mayoría de los estudios de este tipo. Además, dicha información se encuentra disponible por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

5.1 Longitud de la red vial

La información referente a la red vial fue dividida en tres partes, de manera que la información pudiera ser manejada con mayor facilidad. Se respetó la jerarquía de la red vial en el país, la información se dividió en red cantonal, red nacional y red total, que corresponde a la suma de las dos redes anteriores, la longitud de cada red fue determinada a nivel de distrito ya que es la unidad geográfica mínima para esta investigación.

5.1.1 Longitud de la red vial cantonal

La red vial cantonal es aquella red de caminos que como su nombre indica es utilizada a nivel cantonal y es administrada, construida y mantenida por la municipalidad con la correspondiente jurisdicción, por ejemplo, los caminos en los distritos de San Joaquín, Barrantes y Llorente se encuentran a cargo de la municipalidad de Flores, así como las carreteras en los distritos de Puraba, Jesús y Santa Bárbara bajo la responsabilidad de la

municipalidad del cantón de Santa Bárbara. Estos caminos son utilizados principalmente como vías de comunicación entre distritos y poblados de un mismo cantón.

Debido a que en el área de estudio existen 31 diferentes municipalidades se buscó una fuente de información homogénea, ya que no todos los municipios cuentan con la misma información y metodologías cuando se trata de determinar que caminos forman parte de la red vial cantonal y cuál es su respectiva longitud. Si bien el MOPT cuenta con la información correspondiente a la longitud de la red vial cantonal esta no pudo ser utilizada, ya que no en todos los cantones se contaba con esta información a nivel de distrito y no era posible determinar dicho valor.

Para determinar la longitud de la red vial cantonal a nivel de distrito se utilizó sistemas de información geográfica, de manera más especifica el software ArcGIS con la finalidad de que la información obtenida proviniera de una misma fuente y fuera consistente con la información posteriormente utilizada para la red vial nacional. Se tomó como base la red vial cantonal disponible en formato *shape file* en el atlas del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) del año 2014. Mediante ArcGIS fue posible asociar el distrito correspondiente a cada segmento de carretera utilizando la herramienta "intersect", posteriormente se determinó la longitud de los segmentos asociados a cada distrito y se generó una base de datos con la longitud de la red vial cantonal en cada distrito del área de estudio. Adicionalmente utilizando el área de cada distrito se determinó la densidad de carretas cantonales en km por km^2.

En el Cuadro 20 se muestran los valores de estadística descriptiva asociada a los datos de longitud de la red vial cantonal por distrito, mientras que los datos correspondientes se observan en la sección de anexos.

Cuadro 20. Valores estadísticos para la longitud de la red vial cantonal

Estadístico	Longitud (km)	Densidad (km/km^2)
Máximo	220,29	17,74
Mínimo	4,84	0,51
Promedio	57,73	8,33
Desviación estándar	40,20	3,99
Mediana	45,26	7,82

Con base en el Cuadro 20 se tiene que la red vial cantonal a nivel de distrito en la GAM cuenta con una longitud promedio de 57,7 km, sin embargo, al observar los valores máximos y mínimos obtenidos se presenta una gran disparidad en los valores , en el caso de Parasito de Santo Domingo, distrito con la menor longitud de la red vial cantonal, cuenta solo con 4,84 km de carretera de este tipo, mientras el distrito de San Isidro de Alajuela cuenta con más de 220 km de red vial cantonal. Se aprecia también, con base en el valor de la deviación estándar, la cual toma un valor cercano a las dos terceras partes del valor promedio obtenido, que existe una gran dispersión de los datos. Además, al comparar el valor promedio con el valor de la mediana es posible determinar que la mayor parte de los datos presentan valores inferiores al promedio por lo que los valores superiores deben tener un valor más alejado del promedio.

La longitud de la red vial cantonal está sujeta a los desarrollos de infraestructura y necesidad de vías de cada distrito y a su vez está sujeta al espacio físico disponible que se puede destinar a caminos, por lo que además del valor de longitud de la red vial cantonal es importante tener presentes los valores de densidad de carretas asociadas a cada distrito. Al normalizar las longitudes respecto al área de cada distrito se minimiza la influencia de la limitación por espacio físico y se da mayor valor a las necesidades de caminos por distrito.

En el Cuadro 20 también se observan los valores estadísticos asociados a los datos correspondientes a la densidad de población por distrito. En términos de densidad el promedio por distrito a nivel de la GAM es de 8,3 km/km^2 de carreteras cantonales. El valor de desviación estándar representa cerca de la mitad del valor promedio obtenido, por lo que los datos muestran una menor dispersión en términos de densidad de carreteras que en términos de longitud de carreteras. El valor de la mediana de datos es menor que el valor promedio por lo que se deduce que la mayor cantidad de datos es inferior al valor promedio.

En el Mapa 12 se observa de manera gráfica el valor aproximado de densidad de carreteras cantonales para cada distrito. Se puede apreciar que, en las cercanías de la ciudad de Heredia y la ciudad de San José, existe una concentración de distritos con alta densidad, estos distritos presentan más de 10,95 km/km^2 de carreteras cantonales. Entre estos distritos se considera al distrito de Carmen que presenta un valor de 17,74 km/km^2 que representa el valor máximo como se observa en el Cuadro 20. A su vez los distritos ubicados

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
COLON (PACACUA)
CURRIDABAT
TRES RIOS
PACAYAS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
ASERRI
CENTRO
SAN RAFAEL
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Densidad de carreteras cantonales km/km2

- 0,51 - 2,96
- 2,96 - 5,18
- 5,18 - 6,80
- 6,80 - 8,69
- 8,69 - 10,95
- 10,95 - 14,06
- 14,06 - 17,74

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 12. Densidad de carreteras cantonales en kilómetros por kilómetro cuadrado

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

en la periferia de la GAM son los que presentan menor densidad de carreteras nacionales, siendo el distrito de Cascajal el que presenta el valor mínimo, apenas 0,51 km/km^2.

En el Mapa 12 también se observa que la categoría predominante es la que se encuentra entre 6,80 km/km^2 y 8,69 km/km^2, categoría en la que se encuentra el valor promedio de los datos. También se observa que existen más distritos con densidad menor a 8,69 km/km^2 que distritos con densidad mayor a este valor lo que concuerda con lo mencionado antes sobre la concentración de datos bajo el valor promedio.

5.1.2 Longitud de la red vial nacional

La red vial nacional es la red de caminos de mayor importancia a nivel país en Costa Rica, está conformada por las autopistas o carreteras en las que se presenta mayor flujo vehicular ya se conectan regiones, ciudades o poblados importantes como es el caso de la ruta nacional 32 que conecta las ciudades de San José y Limón o la ruta nacional 27 que conecta San José con Caldera lugar donde se encuentra uno de los principales puertos del país. La red vial nacional tiene una división jerárquica contando con rutas primarias, secundarias y terciarias, para efectos de esta investigación dicha jerarquía no fue considerada.

Para determinar la longitud de las rutas nacionales correspondientes a cada distrito se utilizó el software ArcGIS siguiendo el mismo procedimiento que en caso de la red vial cantonal, pero utilizando la red vial nacional suministrada por el MOPT correspondiente al anuario de transito 2015. En el Cuadro 21 se muestran los valores de estadística descriptiva asociada a los datos de longitud de la red vial nacional por distrito, mientras que los datos correspondientes se observan en la sección de anexos.

Cuadro 21. Valores estadísticos para la longitud de la red vial nacional

Estadístico	Longitud (km)	Densidad (km/km^2)
Máximo	25,47	3,79
Mínimo	0,00	0,00
Promedio	6,49	0,99
Desviación estándar	5,33	0,76
Mediana	4,97	0,76

En cuanto a las rutas nacionales, el Cuadro 21 muestra que en la GAM hay en promedio 6,49km de carretera nacional por distrito, sin embargo, al observar el valor de desviación estándar que equivale a cerca el 80% del valor promedio lo que indica la existencia de

distritos donde la longitud de carreteras cantonales se aleja del valor promedio en ambos extremos de la distribución de datos. Esto se confirma al observar el valor de 25,47km de ruta nacional en el distrito de Pacayas que representa el valor máximo en la GAM, dicho valor se encuentra más de dos desviaciones estándar sobre el valor promedio. Por otro lado, existen distritos como Concepción de San Isidro en los que no existen rutas nacionales y por lo tanto la longitud de estas para efectos de la investigación es de cero.

En cuanto a la densidad de carreteras nacionales en la GAM se presenta un escenario similar al expuesto anteriormente en términos de longitud de dichas carreteras. Para estos datos el valor promedio por distrito es de 0,99 km/km^2 por lo que es correcto afirmar que en promedio en la GAM existe menos de un kilómetro de carretera nacional por cada kilómetro cuadrado de superficie. El valor de la mediana es inferior al valor promedio por lo que en su mayoría los distritos de la GAM presentan valores inferiores al valor promedio obtenido. En este caso el valor de desviación estándar toma el mismo valor que el de la mediana, que como se mencionó es menor al valor promedio, pero dicho valor equivale al 75% del valor promedio por lo que los datos si bien presentan una dispersión menor en términos de densidad que en términos de longitud, puede considerarse que presentan la misma dispersión.

En el Mapa 13 se muestra el valor aproximado para la densidad de carreteras nacionales por distrito en la GAM, se puede observar en el mapa la existencia de 19 distritos con menos de 0,26 km/km^2 de rutas nacionales entre ellos los tres distritos que no cuentan con este tipo de ruta. Se observa también que existen ocho distritos con más de 2,5 km/km^2 entre ellos el distrito de Cinco Esquinas en Tibás, el que presenta mayor densidad con un valor de 3,79km/km^2. También es posible observar que la mayoría de los distritos presentan valores menores a 0,85km/km^2 valor más cercano al promedio en las categorías establecidas, para mayor exactitud 99 de los 160 distritos en estudio presentan valores inferiores al valor promedio.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
COLON (PACACUA)
CURRIDABAT
PACAYAS
TRES RIOS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
ASERRI
CENTRO
SAN RAFAEL
CARTAGO
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Densidad de carreteras nacionales km/km2

- 0 - 0,26
- 0,26 - 0,52
- 0,52 - 0,85
- 0,85 - 1,30
- 1,30 - 1,78
- 1,78 - 2,49
- 2,49 - 3,79

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 13. Densidad de carreteras nacionales en kilómetros por kilómetro cuadrado

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
Anuario de tránsito, 2015

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

5.1.3 Longitud de la red vial total

La red vial total consta de la totalidad de carreteras de tipo cantonal y nacional en el área de estudio, aquellos caminos que no estén contemplados como cantonales o nacionales no son considerados en esta categoría. Para determinar la longitud total de la red vial en cada distrito se sumó el valor obtenido para la red vial cantonal y el valor obtenido para la red vial nacional en el distrito respectivo. En el Cuadro 22 se muestran los valores de estadística descriptiva asociada a los datos de longitud de la red vial total por distrito, mientras que los datos correspondientes se observan en la sección de anexos.

Cuadro 22. Valores estadísticos para la longitud de la red vial total

Estadístico	Longitud (km)	Densidad (km/km^2)
Máximo	245,38	19,60
Mínimo	7,36	0,57
Promedio	64,21	9,32
Desviación estándar	44,04	4,38
Mediana	50,55	8,92

Los valores del Cuadro 22 son un reflejo de la combinación de las carreteras cantonales y nacionales, en este caso se tiene al distrito de San Francisco de Goicoechea como el distrito con menor longitud de carreteras totales mientras que por el contrario el San Isidro de Alajuela es el distrito con mayor longitud de carreteras totales. En promedio se tiene para la GAM 64,21km de carreteras por distrito, sin embargo, como se puede observar mediante el valor de la desviación estándar que equivale a más de dos tercios del valor promedio y el valor máximo y mínimo obtenidos se infiere la presencia de valores extremos en la distribución. Además, los datos se encuentran dispersos y se alejan del valor promedio principalmente el extremo de valores superiores ya que con base al valor de la mediana se deduce que la mayor parte de los distritos en estudio cuentan con valores menores al promedio.

Para el total de carreteras también se determinó la densidad por distrito, en el Mapa 14 se muestran valores aproximados por distrito para la densidad de carreteras totales en la GAM, se puede observar al igual que para la densidad de carreteras cantonales , que existe una concentración de distritos en con alta densidad de carreteras en las cercanías de las ciudades de San José y Heredia presentando estos distritos más de 12,06 km/km^2.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

SAN PEDRO
SANTA BARBARA
ALAJUELA
BARVA
SAN RAFAEL
SAN ISIDRO
SAN JOAQUIN
HEREDIA
SAN PABLO
ATENAS
SAN ANTONIO
SANTO DOMINGO
SAN ISIDRO
SAN JUAN DE TIBAS
SAN VICENTE
GUADALUPE
SANTA ANA
SAN JOSE
SAN PEDRO
ESCAZU
COLON (PACACUA)
CURRIDABAT
PACAYAS
TRES RIOS
ALAJUELITA
DESAMPARADOS
SAN RAFAEL
CENTRO
CARTAGO
ASERRI
TEJAR
PARAISO

Simbología

Principales poblados

Densidad de carreteras totales km/km2

- 0,57 - 3,54
- 3,54 - 5,46
- 5,46 - 7,61
- 7,61 - 9,77
- 9,77 - 12,06
- 12,06 - 15,30
- 15,30 - 19,60

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 14. Densidad de carreteras totales en kilómetros por kilómetro cuadrado

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
Anuario de tránsito, 2015

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

También se puede observar que los distritos periféricos de la GAM son los distritos con menor densidad de carreteras totales, estos distritos en general se dedican a actividades agrícolas y se sitúan al pie de zonas montañosas. distrito con mayor densidad de carreteras totales es Santo Domingo del cantón con el mismo nombre, mientras Cascajal es el distrito con la menor densidad de carreteras. En el Cuadro 22 se observan los valores máximo y mínimo correspondientes a estos distritos, en este cuadro también se presenta el valor de promedio que es de 9,32km/km^2 y la desviación estándar que corresponde a menos de la mitad del valor promedio, por lo que se tiene que al combinar los valores de carreteras cantonales y nacionales se da una disminución en la dispersión de los datos. Esto puede corroborarse en el Mapa 14 donde se muestra una mayor uniformidad entre los distritos y una mayoría de los distritos con valores de densidad en la categoría de entre 7,61 km/km^2 y 9,77 km/km^2. Además, es posible observar que la mayor parte de los distritos presentan una densidad menor al promedio, ochenta y seis de los ciento sesenta distritos presentan valores menores al promedio.

5.2 Vehículo-kilómetro

Cuando se analiza el comportamiento en carretera conocer las condiciones del tráfico es fundamental. El vehículo-kilómetro es un indicador que permite cuantificar la cantidad de tráfico en un determinado tramo de alguna ruta que se desea estudiar. Mediante este indicador es posible determinar la cantidad de vehículos por cada kilómetro de carretera. Para esta investigación se determinó el vehículo-kilómetro para las diferentes rutas nacionales en cada uno de sus segmentos y posteriormente se agregaron las rutas por distrito con el fin de conocer dicho valor.

Para determinar el valor del vehículo-kilómetro para cada distrito se utilizó la información disponible en el Anuario de tránsito 2015 publicado por el Departamento de Planificación Territorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Se utilizó esta información en formato *shape file* con el software ArcGIS, donde se contenía el trazado de cada ruta nacional según los tramos establecidos por el MOPT y a cada segmento se le asoció el TPD respectivo medido por el MOPT en las diferentes estaciones disponibles para recopilar esta información. Sin embargo, no todos los segmentos contaban con el TPD respectivo, en el Mapa 15 se observan los segmentos de las rutas nacionales para los cuales no se contaba

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N

CONCEPCION

LEON XIII

LOS GUIDO

Simbología

- Distritos sin rutas nacionales
- Distritos con rutas nacionales

Rutas nacionales

- Presenta información TPD
- No presenta información TPD

Mapa 15. Secciones de rutas nacionales sin información de TPD según anuario de tránsito 2015

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014
Anuario de tránsito, 2015

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

con el TPD. En el Mapa 15 también se resaltan los distritos de Concepción de San Isidro, León XIII y Los Guido, ya que estos distritos no cuentan con rutas nacionales que atraviesen su territorio.

Para solventar el problema de las secciones de carreteras nacionales sin TPD se recurrió a anuarios de tránsito de años anteriores, específicamente al anuario del año 2008 mediante el cual fue posible obtener el TPD de la mayoría de los segmentos restantes. No obstante, no fue posible obtener la información de todos los segmentos por lo que se utilizó el TPD de segmentos afines considerando factores como la jerarquía de la ruta y se procuró que los segmentos fueran adyacentes con el fin de que no existieran cambios abruptos entre el segmento sin información y el TPD del segmento afín seleccionado. En el Cuadro A 4. ubicado en la sección de anexos se puede observar los segmentos cuyo TPD no fue posible obtener, el TPD utilizado y el segmento del cual se obtuvo dicho TPD.

Una vez asociados los TPD para los años 2012, 2013 y 2014 a cada segmento se utilizó la herramienta "intersect" para determinar los segmentos pertenecientes a cada distrito, posteriormente se obtuvo el valor del vehículo-kilómetro al multiplicar el TPD por la longitud de cada segmento y se realizó una sumatoria de los segmentos en cada distrito.

En el Cuadro 23 se muestran los valores estadísticos asociados a los resultados obtenidos para el vehículo-kilómetro a nivel de distrito, es conveniente recalcar que dichos valores corresponden únicamente a las rutas nacionales y además no se logró obtener el valor de TPD para todos los segmentos por lo que debió ser aproximado convirtiéndose en una de las principales limitaciones de la investigación.

Cuadro 23. Valores estadísticos para vehículo-kilómetro por distrito en la GAM

	Vehículo-kilómetro (millones)		
Estadístico	2012	2013	2014
Máximo	0,68	0,68	0,71
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Promedio	0,09	0,09	0,10
Desviación estándar	0,12	0,12	0,12
Mediana	0,05	0,05	0,05

Como ya se mencionó el valor del vehículo-kilómetro corresponde únicamente al valor respecto a las rutas nacionales y su respectivo TPD, este valor cambia con el tiempo por lo

que considerar esta variación es importante. El valor mínimo que se obtuvo para los tres años corresponde a los distritos donde no existen rutas de tipo nacional como por ejemplo Los Guido, sin embargo, este valor fue remplazado por un valor de 100 veh/km para efectos de modelación ya que la función logaritmo se indefine con el valor 0.

El valor máximo observado corresponde para el año 2012 al distrito de la Uruca en el que existen rutas nacionales importantes como la ruta 39, ruta 2 y ruta 3, sin embargo, durante los años 2013 y 2014 se ve superado por el distrito de San Rafael de Escazú. Si bien este distrito no se encuentra entre los distritos con mayor extensión de rutas nacionales si cuenta con segmentos de rutas nacionales importantes como la ruta 27, carretera en la que circulan más de 100000 vehículos atravez del distrito. La diferencia entre los diferentes años se encuentra asociada a la variación y crecimiento de cada ruta en el tiempo, causando un incremento de tráfico mayor en algunos distritos respecto a otros.

El valor promedio de vehículo-kilómetro por distrito en la GAM es aproximadamente de 0,094 millones durante los años estudiados, sin embargo, este valor es casi el doble del valor obtenido para la mediana. Esto demuestra que la mayoría de los distritos presentan un valor inferior al promedio dándose una distribución asimétrica positiva, para ser exactos cada año 115 de los 160 distritos estudiados presentan valores inferiores al valor promedio.

Al observar el valor de desviación estándar mostrado en el Cuadro 23 se observa que es superior al valor promedio obtenido, esto se asocia a una alta dispersión de los datos obtenidos, principalmente en los distritos con valores superiores al promedio que tienden a estar más alejados de dicho valor, respecto a los distritos con menos vehículo-kilómetro que el promedio.

Capítulo 6. Choques viales en la GAM

Los choques viales son una problemática de escala mundial, por este motivo se ha buscado implementar políticas con el fin de disminuir su frecuencia. A su vez, se realizan múltiples investigaciones con el fin de determinar las causas asociadas a este fenómeno. Para esta investigación, determinar la cantidad de choques viales a nivel de distrito es primordial, ya que esta es la variable cuyas causas intentan ser explicadas. En este capítulo se realiza una exploración de los datos de choques obtenidos y se muestran los resultados obtenidos para los distritos que presentan mayor cantidad de choques viales.

Para efectos de la investigación los datos referentes a los choques viales fueron obtenidos del Consejo Nacional de Seguridad Vial (COSEVI), institución encargada a nivel nacional de las acciones y políticas en términos de seguridad vial. Se solicitó la información de los choques viales ocurridos en el área de estudio durante los años 2012, 2013 y 2014. Es importante resaltar que la información suministrada por parte del COSEVI y utilizada en esta investigación corresponde a datos oficiales e incluye únicamente los choques viales reportados por los oficiales de tránsito, por lo que todos aquellos choques viales donde existió conciliación de las partes o no fue reportado oficialmente no se encuentran contabilizados.

Como parte del proceso de la investigación fue necesario realizar una revisión de los datos oficiales obtenidos, ya que la información fue entregada para los cantones de la GAM por lo que se procedió a eliminar los datos correspondientes a los distritos fuera del área de estudio. A su vez se eliminaron los choques con errores en el reporte de su ubicación, por ejemplo, se presentó la existencia de choques reportados en el cantón de Alajuela distrito Naranjo o en las cercanías del aeropuerto internacional Daniel Oduber, sitios que se encuentran fuera del área de estudio.

Adicionalmente, ya que la información entregada correspondió a cada una de las boletas de los usuarios involucrados en los diferentes choques ,se debió procesar la información hasta obtener una base de datos donde cada choque fuera representado una única vez, conservando información valiosa como el tipo de accidente, su gravedad y el distrito donde ocurrió. Debido al enfoque de la investigación las condiciones particulares del choque como el estado del tiempo, tipo de vehículo, condición de la calzada, entre otros no fueron

considerados. Tampoco fueron considerados aspectos referentes a los usuarios tales como su sexo o su rol en el choque.

Una vez depurados los datos se determinó la cantidad total de choques reportados durante los años 2012, 2013 y 2014 en el área de estudio y su correspondiente nivel de gravedad. En el Cuadro 24 se muestra un resumen de los valores obtenidos.

Cuadro 24. Cantidad total de choques según nivel de gravedad en la GAM

Gravedad del choque	2012		2013		2014		Total	
Solo daños materiales	34874	86,66%	37895	83,63%	39384	83,70%	112153	84,58%
Herido leve	4733	11,76%	6599	14,56%	6962	14,80%	18294	13,80%
Herido grave	542	1,35%	724	1,60%	615	1,31%	1881	1,42%
Mortal	95	0,24%	92	0,20%	90	0,19%	277	0,21%
Total general	40244	100,00%	45310	100,00%	47051	100,00%	132605	100,00%

Elaborado con datos del COSEVI

En el Cuadro 24 se observa que durante los tres años en estudio en la GAM se dieron un total de 132605 choques viales. Al comparar el aporte de cada año a este total se puede apreciar que la cantidad de choques viales registrados se incrementa cada año, partiendo de un valor cercano a los 40000 choques en el año 2012 hasta los 47000 choques en el año 2014 lo que representa un crecimiento del 17,5% respecto al 2012 en tan solo tres años.

La mayor parte de los choques registrados presentaron únicamente daños materiales, estos representan un 84,6% del total de choques registrados. Los choques con solo daños materiales en términos absolutos presentan una tendencia anual creciente, sin embargo, porcentualmente se observa un decrecimiento en la cantidad de choques con solo daños materiales al pasar de 86,7% en 2012 a 83,7% en 2014. Esta reducción de un 3% en la cantidad de choques con solo daños materiales deriva en un crecimiento de los choques con heridos leves los cuales pasaron del 11,8% al 14,8% entre 2012 y 2014. Se debe destacar que entre los años 2012 y 2013 existió un incremento abrupto del porcentaje de choques con heridos leves.

En el caso de los choques con heridos graves se presentó un incremento de estos durante los años 2012 y 2013, para posteriormente experimentar una reducción entre los años 2013 y 2014 dando como resultado que, si bien durante el año 2014 se presenta una mayor cantidad de choques con heridos graves que en el 2012. En términos de porcentaje se presenta una reducción de este tipo de choques en el periodo de estudio.

Respecto a los choques en los que se presentaron personas fallecidas estos representan solamente 0,21% del total de los choques registrados, sin embargo, son los más perjudiciales para la sociedad costarricense y como se muestra en el Cuadro 3 un solo choque con fallecidos puede considerarse equivalente a 40 choques con solo daños materiales. El Cuadro 24 muestra que durante el periodo de estudio los choques mortales presentan una tendencia decreciente tanto en términos absolutos como porcentuales llegando a representar para el 2014 el 0.19% de los choques ocurridos ese año.

Debido a la magnitud del perjuicio socioeconómico que representan los diferentes niveles de severidad de los choques es importante considerar la cantidad de choques según su equivalencia a sólo choques con daños materiales. Para ellos se multiplicaron los valores del Cuadro 24 por los factores de equivalencia de Castro mostrados en el Cuadro 3 obteniéndose los resultados mostrados en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Cantidad de choques viales equivalentes a sólo daños materiales según nivel de severidad en la GAM

Gravedad del choque	**2012**		**2013**		**2014**		**Total**	
Solo daños materiales	34874	58,73%	34874	52,02%	34874	52,25%	104622	54,16%
Herido leve	14199	23,91%	19797	29,53%	20886	31,29%	54882	28,41%
Herido grave	6504	10,95%	8688	12,96%	7380	11,06%	22572	11,69%
Mortal	3800	6,40%	3680	5,49%	3600	5,39%	11080	5,74%
Total general	59377	100,000%	67039	100,00%	66740	100,00%	193156	100,00%

Elaborado con datos del COSEVI

Considerando el perjuicio socioeconómico debido a la severidad de los choques se puede observar el aumento drástico de los choques con heridos mortales o de gravedad y un incremento de los choques con heridos leves a cerca de la mitad de los choques con solo daños materiales.

En términos porcentuales se aprecia que, al considerar el perjuicio socioeconómico, los choques con solo daños materiales representan aproximadamente un 30% menos que al no considerar este criterio, pasando de 84,58% a 54, 16% del total de los choques registrados. Por su parte los choques con heridos leves presentan aproximadamente el doble de su valor al no considerar el perjuicio socioeconómico, llegando a superar el 31% del total en el año 2014 y representando un 28,41% del total registrado respecto al 13,8% inicial.

Los choques con heridos graves y los choques con personas fallecidas son los que presentan un mayor crecimiento, los choques con heridos graves presentan un valor porcentual aproximadamente ocho veces superior al original al pasar de 1,42% a 11,69%. Por su parte los choques con fallecidos presentan un valor porcentual aproximadamente veintiocho veces superior al pasar de 0,21% a 5,74% del total de choques.

En términos totales al considerar el perjuicio socioeconómico asociado a cada nivel de severidad en los choques viales se obtiene un incremento aproximado de 60000 choques. Esto, asociado con la variación en la distribución porcentual de los choques según su nivel de severidad refleja la necesidad de considerar el perjuicio socioeconómico en la elaboración del modelo estadístico, ya que de esta manera es posible considerar la severidad de los choques como una variable de manera indirecta.

Una vez determinado el total de choques y su correspondiente nivel de severidad se procedió a determinar la cantidad de choques a nivel de distrito, se debe aclarar que esta clasificación se realizó mediante la información aportada por el COSEVI y no se realizó la georreferenciación de ninguno de los choques por lo que el mayor nivel de detalle en términos geográficos es la ubicación a nivel de distrito. Ya que el área de estudio comprende 160 distritos de la GAM se optó por mostrar los resultados correspondientes al 10% de los distritos con mayor cantidad de choques y los distritos correspondientes al 10% con menor cantidad de choques, dichos resultados se muestran en la Figura 4 y Figura 5 correspondientemente. En la sección de anexos se presenta la totalidad de los resultados.

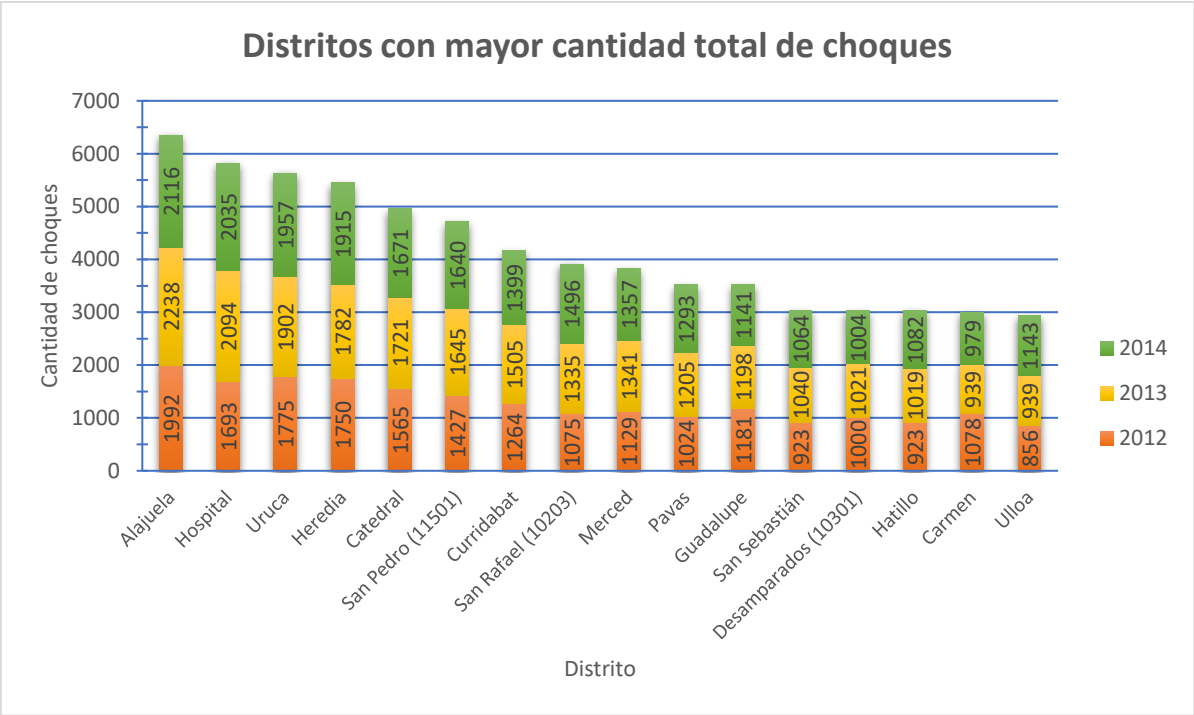


Figura 4. Choques viales registrados para el 10% de los distritos con mayor cantidad de choques. *En paréntesis se muestra el código de distrito.
Elaboración propia a partir de datos de COSEVI (2012,2013 y 2014)

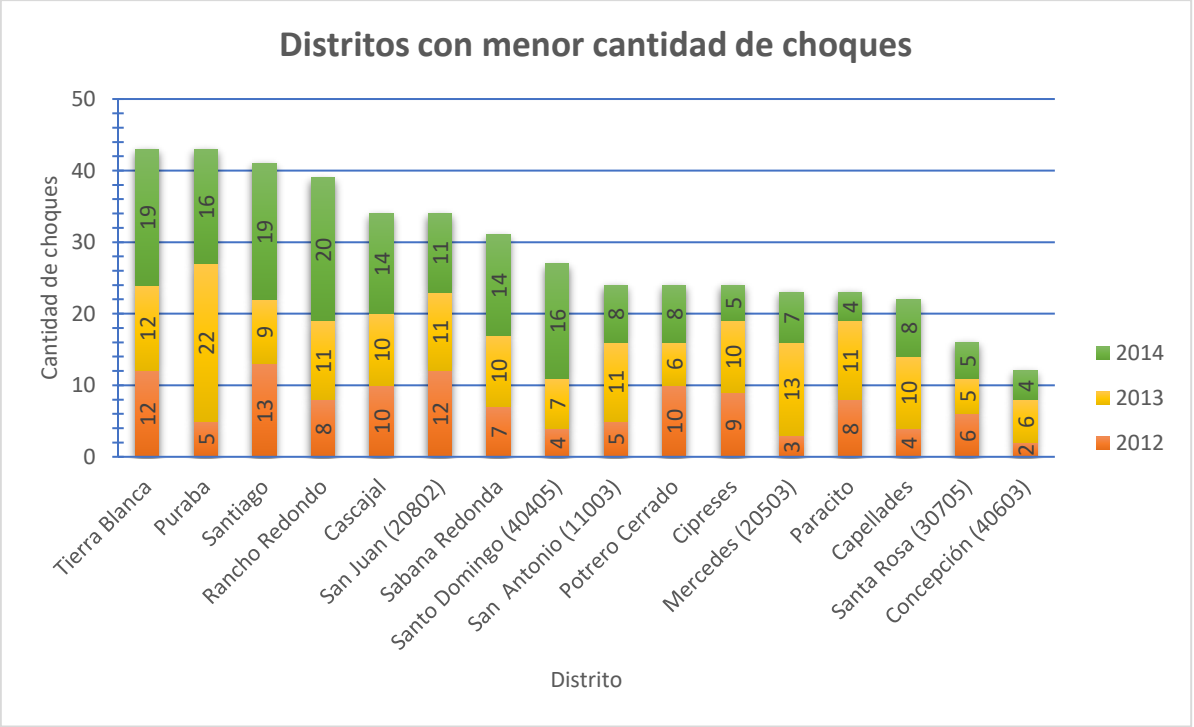


Figura 5. Choques viales registrados para el 10% de los distritos con menor cantidad de choques. *En paréntesis se muestra el código de distrito.
Elaboración propia a partir de datos de COSEVI (2012,2013 y 2014)

En la Figura 4 se observa que el distrito con mayor número de choques viales en la GAM durante el periodo en estudio es el distrito de Alajuela, siendo el único distrito que excede los 6000 choques en este periodo. Por otro lado, se encuentran los distritos de Carmen y Ulloa con una cantidad de choques cercana a los 3000, al igual que los distritos de Hatillo, Desamparados y San Sebastián. Estos distritos podrían presentar similitudes en cuanto a características de uso de suelo, población o de condiciones en la red vial, motivo por el que presentan una cantidad de choques tan similar.

Se puede observar que, de manera individual, los diferentes distritos presentan un comportamiento anual similar al presentado en el Cuadro 24 para el total de choques, siendo el año 2012 el de menor incidencia de este tipo de eventos y el 2013 el que presenta más choques superando por un estrecho margen al año 2014.

Se debe resaltar que todos los distritos mostrados en la Figura 4 corresponden a distritos primordialmente urbanos y que forman parte o se encuentran en las cercanías de las importantes ciudades del país donde existe una gran concentración de población, servicios, fuentes de trabajo y por consiguiente una gran atracción y generación de viajes. También es importante señalar la necesidad de intervenir estos distritos con el fin de disminuir la cantidad de incidentes registrados, ya que al realizar una sumatoria de los choques viales ocurridos durante el periodo en estudio para estos distritos, se encontró que 66871 de los 132422 choques ocurridos en la GAM sucedieron en estos distritos. Esto implica que el 50,4% de los choques ocurridos en la GAM durante los años 2012-2014 tuvieron lugar en alguno de estos dieciséis distritos.

Respecto a los distritos con menor cantidad de choques durante los tres años en estudio, en la Figura 5 se muestra que el distrito con menos cantidad de choques es el distrito de concepción de San Isidro de Heredia, con únicamente 12 choques durante los tres años, seguido por Santa Rosa de Oreamuno. Se observan los distritos de Potrero Cerrado, Cipreses y San Antonio de Alajuelita con 24 choques cada uno, por lo que estos distritos también podrían presentar similitudes en cuanto uso de suelo o características de la población causando un número igual de choques. Esta misma situación se presenta entre los distritos de Puraba y Potrero Cerrado. Debe destacarse que los distritos mostrados en la Figura 5 son en su totalidad distritos ubicados en la periferia de la GAM por lo que presentan en general un uso predominantemente agrícola o boscoso.

También se determinó la cantidad de choques equivalentes a sólo daños materiales en cada distrito. En la Figura 6 se muestran los resultados obtenidos para el 10% de los distritos con más choques equivalentes a sólo daños materiales. Se observa que en términos generales se dio un cambio en los valores de choques para todos los distritos observados en la Figura 4, pasando de cerca de 6500 choques acumulados para los tres años en el distrito de Alajuela hasta casi 9000 choques. Estos cambios en la cantidad de choques demuestran la necesidad de cuantificar el nivel de severidad de los choques, ya que presentan un nivel de perjuicio social mayor y puede ser más significativo disminuir el grado de severidad que la frecuencia de choques.

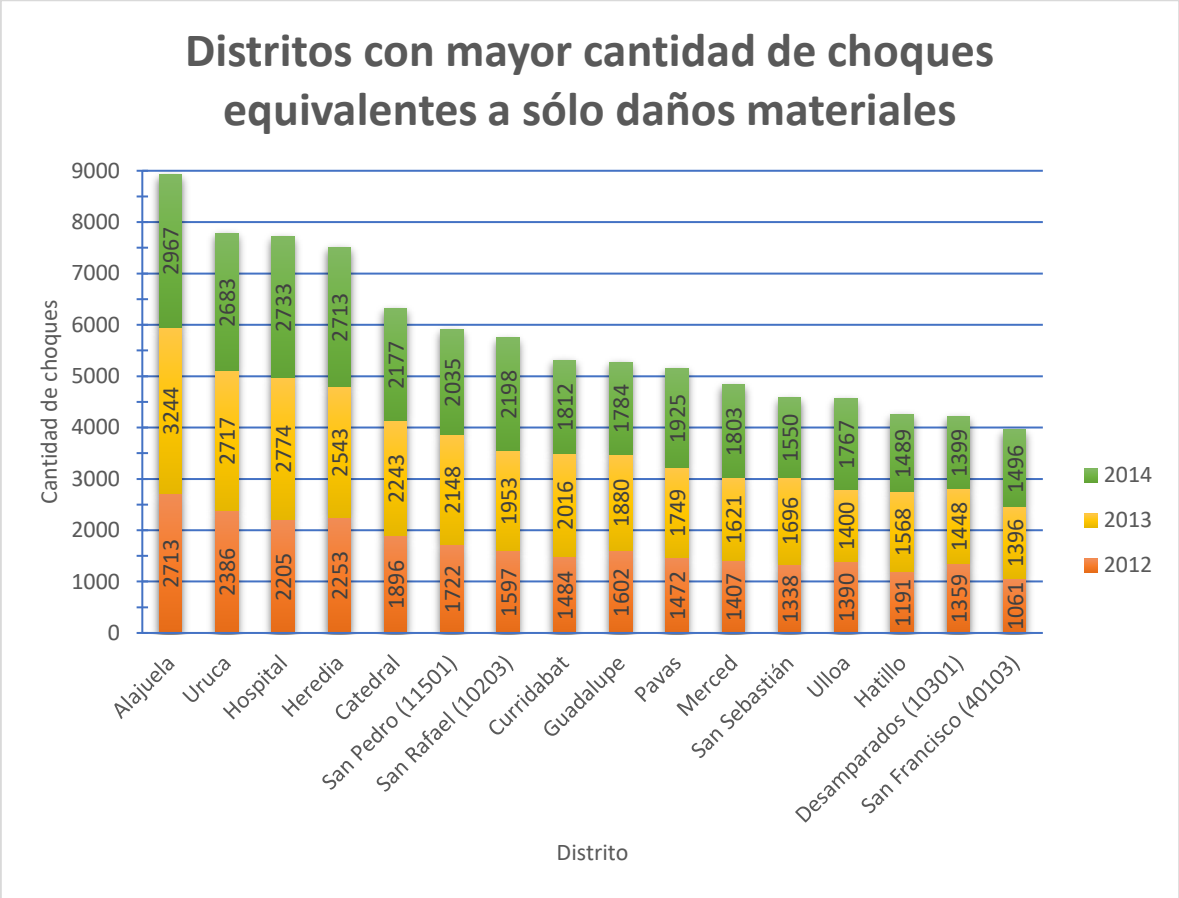


Figura 6. Choques equivalentes a sólo daños materiales para el 10% de los distritos con mayor cantidad de choques. *En paréntesis se muestra el código de distrito.
Elaboración propia a partir de datos de COSEVI (2012,2013 y 2014)

Se encuentra que de los dieciséis distritos mostrados en la Figura 4, quince se mantienen en los primeros puestos, ya que el distrito de Carmen fue sustituido por el distrito de San Francisco en Heredia. Este último distrito también se ubica en las cercanías de una de las

principales ciudades del país como es el caso de la ciudad de Heredia, por lo que presenta condiciones de población y uso de suelo similares. Otro aspecto importante mostrado en la Figura 6 es que los distritos de Carmen, Ulloa, Hatillo, Desamparados y San Sebastián ya no presentan valores tan similares entre ellos por lo que podría existir una variable que influye en dicha diferencia.

Por otro lado, en la Figura 7 se muestra el 10% de los distritos con más choques equivalentes a sólo daños materiales.

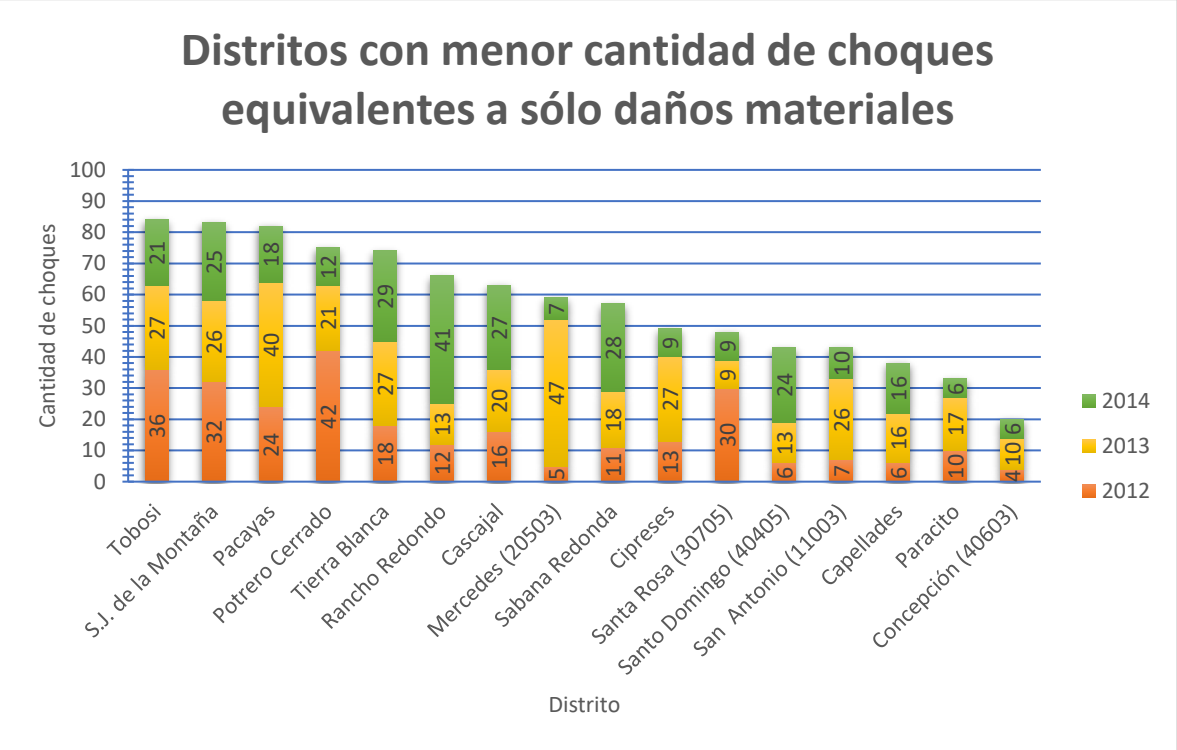


Figura 7. Choques equivalentes a sólo daños materiales para el 10% de los distritos con menor cantidad de choques. *En paréntesis se muestra el código de distrito.
Elaboración propia a partir de datos de COSEVI (2012,2013 y 2014)

Al igual que en para los distritos con mayor cantidad de choques, los distritos con menor cantidad de choques presentaron un incremento en los valores reportados en a Figura 7 respecto a los reportados en la Figura 5, causando variaciones en la posición de los diferentes distritos. Distritos como San Juan de Poás, Puraba y Santiago fueron remplazados por los distritos de Tobosi, Pacayas y San José de la Montaña, estos cambios indican que los distritos con un menor número de choques viales son más sensibles a variaciones debido a la severidad del choque que los distritos con mayor cantidad de choques. Los distritos de

Tobosi, Pacayas y San José de la Montaña también presentan uso de suelo predominantemente agrícola o Boscoso y se encuentran en la periferia de la GAM.

Al considerar la gravedad de los choques y su impacto socioeconómico, con el fin de proteger a los usuarios más vulnerables de la red vial, cobra relevancia el conocer los diferentes tipos de choques que se presentaron. Entre los diferentes tipos de choques utilizados en la clasificación brindada por el COSEVI se consideró que los peatones y ciclistas son los usuarios más vulnerables y se determinó la cantidad de choques en los que estos usuarios se ven involucrados. En el Cuadro 26 se muestran la cantidad de choques en los que se vieron involucrados tanto peatones como ciclistas y su proporción respecto al total de choques. En la categoría de otros se incluyen tipos de choques tales como colisión entre vehículos, caída de objetos, colisión con objetos fijos, vuelco entre otras.

Cuadro 26. Cantidad de choques viales según tipo de choque y nivel de severidad

	Atropello a persona		Colisión con bicicleta		Otros		Total
Gravedad	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	
Daños materiales	707	0,63%	313	0,28%	111133	99,09%	112153
Herido leve	3095	16,92%	925	5,06%	14274	78,03%	18294
Herido grave	489	26,00%	91	4,84%	1301	69,17%	1881
Muerte	102	36,82%	16	5,78%	159	57,40%	277
Total general	4393	3,31%	1345	1,01%	126867	95,67%	132605

Elaboración propia a partir de datos de COSEVI (2012,2013 y 2014)

En el Cuadro 26 se puede apreciar que los choques en los que se involucran peatones representan únicamente 3.31% del total de choques contabilizados en el área de estudio. Este porcentaje es bajo respecto a los otros tipos de choque que abarcan 95,67% del total registrado, sin embargo, se puede apreciar que en los choques de la categoría atropello a persona los niveles de severidad son mayores. Se aprecia que del total de choques con daños solamente materiales únicamente el 0,63% involucra atropellos mientras que el 16,92% de los heridos leves se deben a esta causa, adicionalmente el 26% de los heridos graves y el 36,82% de los fallecidos es debido a atropellos. Las cifras son alarmantes al considerar que en tan solo 3,31% de todos los choques ocurren cerca del 37% de las muertes en carretera.

El caso de los ciclistas no presenta un escenario muy diferente al de los atropellos, los choques en los que se involucran ciclistas representan únicamente un 1,01% del total de choques, no obstante, en las colisiones con bicicletas se presentan el 5,06% de heridos

leves, el 4,84% de heridos graves y el 5,78% de las muertes. Al considerar ambas categorías como conjunto las colisiones con bicicletas y los atropellos representan 4,32% de la totalidad de los choques reportados. Esto implica que en tan solo 4,32% de los choques se presentan el 22% de los heridos leves, 31% de los heridos graves y 42,6% de las victimas mortales.

Debido a la problemática existente con los atropellos y las colisiones con bicicleta se decidió realizar modelos adicionales para estas dos categorías específicas, así como un modelo para el conjunto de los otros tipos de choques. Por tanto, se determinó la cantidad de choques de cada una de estas categorías para cada distrito. En la Figura 8 se muestran los valores obtenidos para el 10% de los distritos con más atropellos a personas.

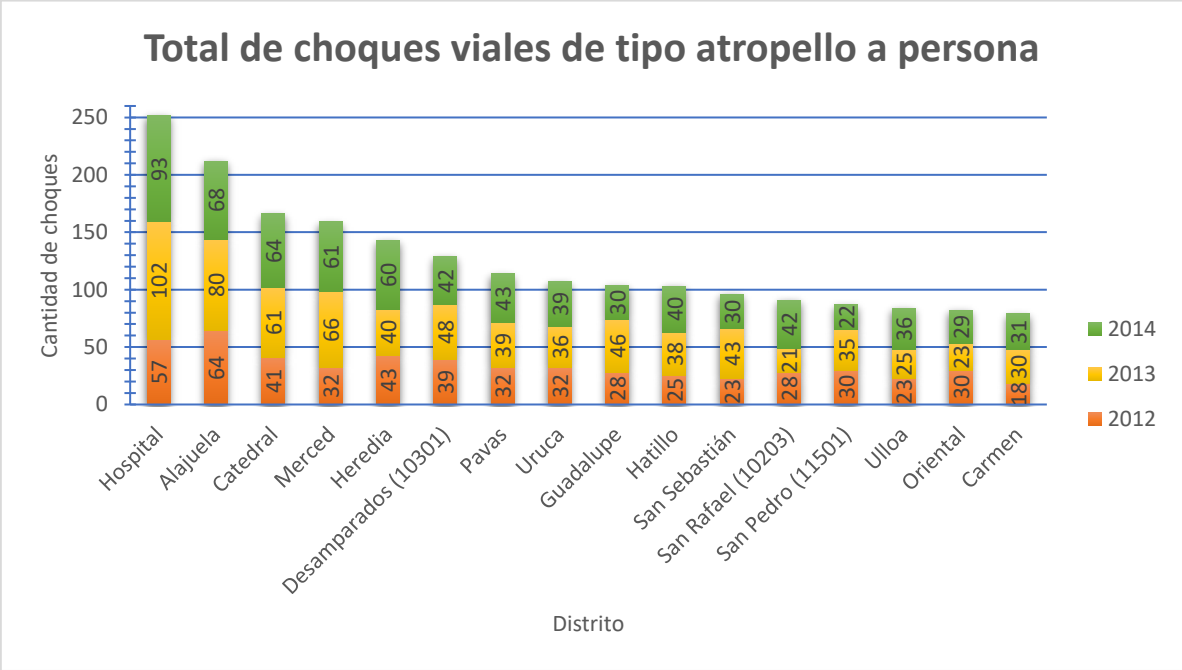


Figura 8. Cantidad de choques para el 10% de los distritos con mayor cantidad de atropellos a personas. *En paréntesis se muestra el código de distrito.
Elaboración propia a partir de datos de COSEVI (2012,2013 y 2014)

Para los choques en los que se dio atropello a personas el distrito con el mayor número de estos incidentes es el distrito de Hospital con aproximadamente 250 sucesos durante los tres años en estudio, le sigue Alajuela y posteriormente el distrito de Catedral. Se puede observar que los distritos en la Figura 8 son en su mayoría los distritos mostrados tanto en la Figura 4 como en la Figura 6, a excepción del distrito Oriental de Cartago que viene a sustituir al distrito de Curridabat. Como ya se ha mencionado estos distritos son de índole urbana y se encuentran en las cercanías de las ciudades más importantes del país lo que

demuestra la relación entre el uso del suelo y la incidencia de choques viales. Es importante considerar que ocho de los dieciséis distritos mostrados en estas figuras pertenecen al cantón de San José siendo este el cantón más problemático del GAM en términos de choques viales.

Los distritos mostrados en la Figura 8 son distritos que requieren especial grado de atención, ya que al realizar una sumatoria de la cantidad de choques que se presentan en estos distritos se obtuvo que 2008 de los 4393 choques con atropello a personas ocurrieron en estos distritos. Esto equivale aproximadamente al 47% de todos los choques de este tipo, por tanto, el 47% de los atropellos apersonas ocurren en tan solo el 10% de los distritos estudiados.

En cuanto a los choques en los que ocurrió colisión con bicicleta se puede observar en la Figura 9 que el distrito de Alajuela es el que reporta mayor cantidad de incidentes de este tipo, seguido por el distrito de San Nicolás en Cartago. Se muestra también la aparición de diferentes distritos de la provincia de Cartago como Oriental, Occidental, Tejar y Guadalupe además del ya mencionado San Nicolás, lo cual podría deberse a que, en la provincia de Cartago principalmente en el cantón del mismo nombre se ha fomentado el transporte en bicicleta mediante la creación de ciclovías y programas de presta o alquiler de bicicletas como BicipubliCartago por lo que existe una mayor cantidad de ciclistas en comparación con otras zonas de la GAM.

Al comparar los valores obtenidos para estos dieciséis distritos de la GAM respecto al total de colisiones con bicicleta reportadas, se encontró que en estos distritos se presentan el 41% de los choques de este tipo, por lo que una intervención de las autoridades correspondientes en estos dieciséis distritos podría propiciar reducciones considerables en las colisiones con bicicleta no solo a nivel del distrito si no para la GAM en general.

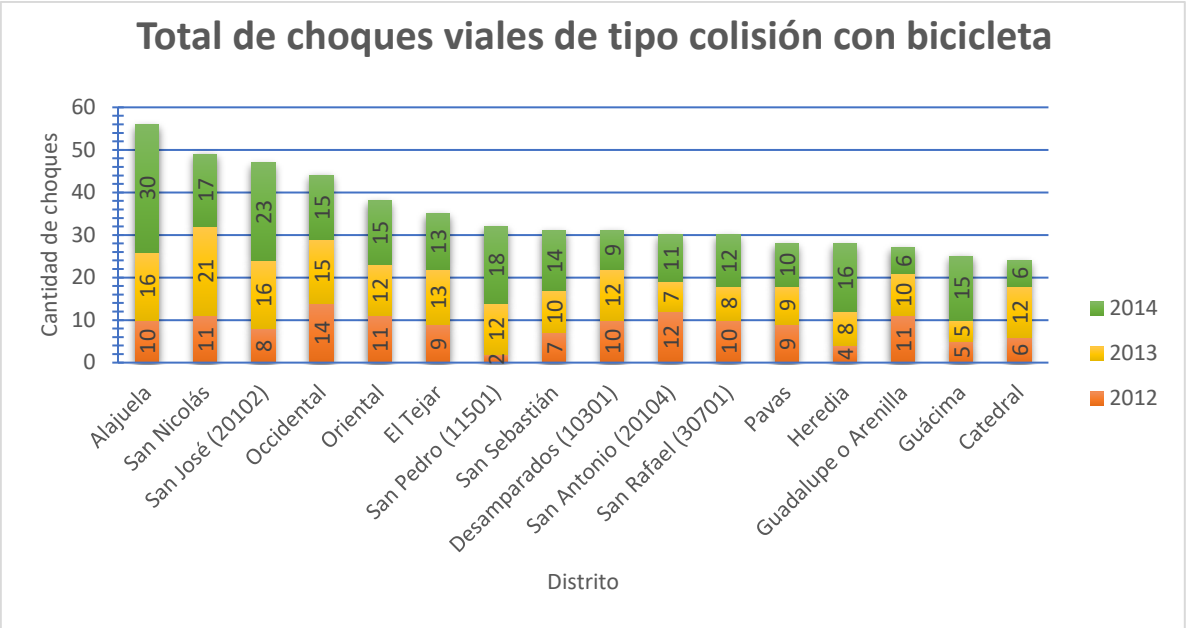


Figura 9. Cantidad de choques para el 10% de los distritos con mayor cantidad de colisiones con bicicleta. *En paréntesis se muestra el código de distrito.
Elaboración propia a partir de datos de COSEVI (2012,2013 y 2014)

En la Figura 10 se muestran los datos correspondientes a los choques de otras categorías, es decir todos aquellos choques registrados en categorías distintas a colisiones con bicicleta o atropello a personas. Dichos valores corresponden al 10% de los distritos con mayor incidencia de choques para esta clasificación. Se observa que los distritos con mayor frecuencia de choques viales al excluir los atropellos a personas y choques con bicicleta son los mismos distritos que se muestran en la Figura 4 donde se considera el total de choques viales registrados en la GAM. Esto se debe a que porcentualmente los choques con bicicleta y los atropellos representan únicamente un 4,32% de todos los choques ocurridos por lo que su influencia sobre el valor total es mínima. A pesar de esto es posible observar que los distritos con mayor frecuencia de choques viales se encuentran en los principales cascos urbanos del país, en las ciudades de San José, Alajuela, Heredia y Cartago, así como en los distritos colindantes a dichas ciudades. Distritos como por ejemplo Hospital, Alajuela y Heredia se encuentran presentes entre el 10% de los distritos con más choques viales para todos los escenarios expuestos previamente, siendo Alajuela el distrito crítico a nivel GAM.

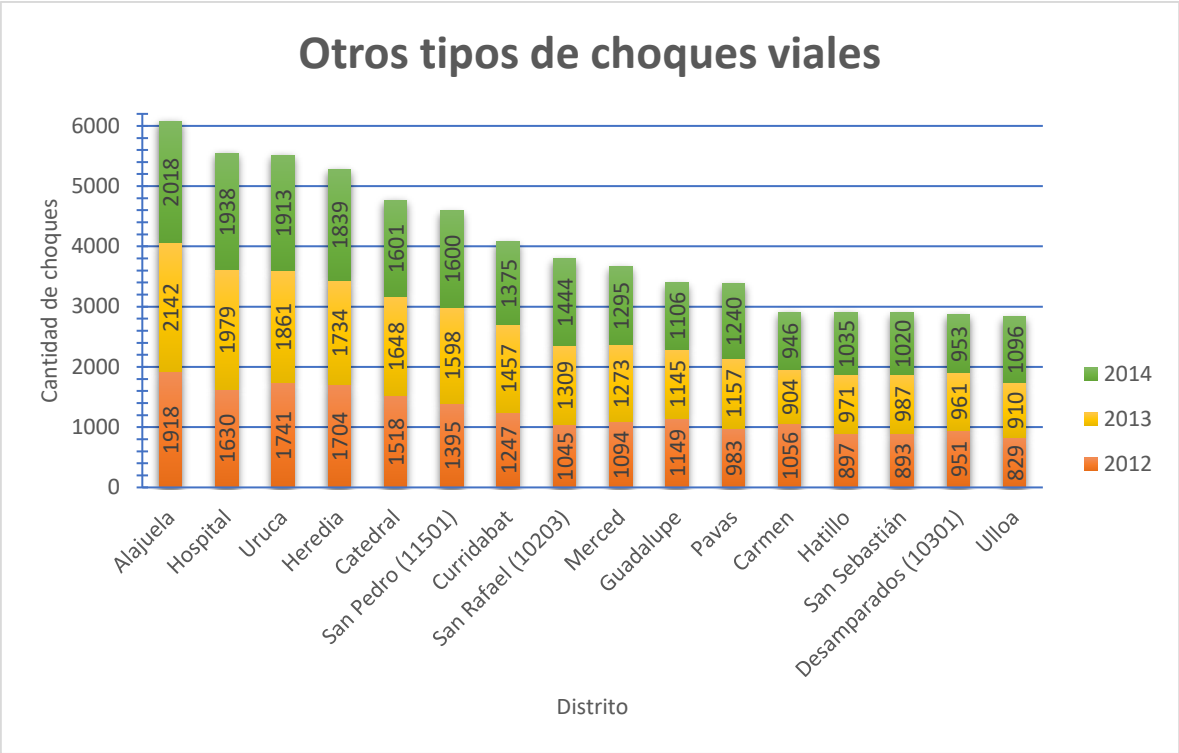


Figura 10. Cantidad total de choques viales para el 10% de distritos con mayor cantidad de otros tipos de choques. *En paréntesis se muestra el código de distrito.
Elaboración propia a partir de datos de COSEVI (2012,2013 y 2014)

Capítulo 8. Modelos estadísticos

El objetivo principal de esta investigación es la creación de modelos estadísticos que permitan realizar una estimación de la cantidad de choques esperados en los distritos de la GAM y de esta manera impulsar políticas de seguridad vial, transporte y ordenamiento territorial que permitan reducir la ocurrencia de choques. En este capítulo se expone la metodología utilizada para la elaboración de los modelos utilizados, así como los resultados obtenidos a partir de estos modelos.

8.1 Generación de modelos

En capítulos anteriores se caracterizaron las diferentes variables a utilizar para la generación de los modelos. Una vez procesados los datos de estas variables, se procedió a generar una base de datos única donde se incluyeran los datos de todas las variables. Esta base de datos fue incluida en el software estadístico R, en el cual se realizó el modelado de los datos mediante una regresión binomial negativa.

Si bien inicialmente la investigación contemplaba únicamente realizar modelos para la cantidad total de choques y cantidad de choques equivalentes a sólo daños materiales, se determinó con base en el alto nivel de gravedad de los choques en los que se involucraban peatones y ciclistas, que existe la necesidad de contar con modelos que permitan predecir también estas variables con el fin de prevenir lesiones en la población y pérdidas de vidas humanas, motivo por el que se generaron cuatro modelos estadísticos.

Para generar cada modelo se utilizó el siguiente procedimiento:

1) Se consideró como primer modelo o hipótesis nula que la cantidad de choques esperados en cada distrito es igual a la media de la distribución de datos. Posteriormente se determinó una variable inicial con el fin de generar un modelo diferente del modelo nulo. La variable seleccionada inicialmente fue el logaritmo del vehículo-kilómetro.
2) Se realizó una prueba de bondad de ajuste con el fin de determinar si la inclusión de esta variable al modelo genera una mejora en la predicción de los datos observados. Como criterio para determinar la bondad de ajuste su utilizó la prueba de relación del logaritmo de verosimilitud según la ecuación (5) y al valor obtenido se le realizó una prueba χ^2 al 0,05 de confianza. En caso de que el valor obtenido

en la prueba χ^2 fuera de 0,05 o menor se considera el modelo como nuevo modelo nulo.

3) Una vez obtenido el nuevo modelo nulo, este se utilizó como base para la generación de modelos más complejos. Se elaboraron nuevos modelos cada uno compuesto por el modelo nulo y una nueva variable. Por ejemplo:

$$\log Cantidad\ de\ choques\ = Coeficiente\ 1 \times Población\ total + Coeficiente\ 2 \times \log Vehiculos\ kilometro$$
$$\log Cantidad\ de\ choques\ = Coeficiente\ 1 \times \%\ de\ uso\ industrial + Coeficiente\ 2 \times \log Vehiculos\ kilometro$$

4) A cada nuevo modelo se le realizó la prueba de relación del logaritmo de verosimilitud como se describió en el punto 2. En los casos en los que existieron dos o más modelos cuyo valor de la prueba χ^2 fuera de 0,05 o menor, se utilizó el criterio de AIC y el pseudo R^2 para determinar el modelo con mejor ajuste.
5) De forma iterativa se repitió el procedimiento descrito en los puntos 3 y 4. Para esta iteración se estableció como condición para finalizar el punto en el que ningún nuevo modelo presentara un valor de la prueba χ^2 de 0,05 o menor. Adicionalmente se estableció un límite máximo de cinco variables, esto con el fin de reducir la complejidad de los modelos ya que en la practica la recopilación, medición y actualización de datos por parte de los gobiernos locales puede hacerles incurrir en gastos fuera de su presupuesto y hacer inviable la aplicación de esta herramienta.

8.2 Modelos obtenidos

Una vez realizado el procedimiento anterior para cada una de las variables dependientes, se obtuvieron los cuatro modelos deseados. El modelo de estimación de choques totales se muestra en el Cuadro 27, el modelo de estimación de choques equivalentes a sólo daños materiales en el Cuadro 28, el modelo de estimación de atropellos a personas en el Cuadro 29 y el modelo de estimación de choques con bicicleta en el Cuadro 30. También se presentan las ecuaciones asociadas a cada uno de los modelos, de manera que sea posible estimar la cantidad de choques ocurridos durante un año en un determinado distrito.

Cuadro 27. Modelo de estimación de cantidad de choques totales anuales por distrito para la GAM

Variable	Promedio de coeficiente	Error estándar de coeficiente	t-Student	P(>|t|)
Constante	1,630	0,255	6,4	1,70e-10
Log (Población total)	0,944	0,040	23,4	< 2e-16
Log (Vehículo-kilómetro)	0,254	0,021	12,1	< 2e-16
Porcentaje de territorio dedicado a uso de suelo comercial y de servicios	8,765	0,605	14,5	< 2e-16
Porcentaje de personas de 65 años o más	19,266	2,879	6,7	2,22e-11
Desviación nula: 2373,15 Desviación residual: 509,43 2xLog(Verosimilitud): -5421,976 AIC: 5433,8		Theta: 2,438 Error estándar: 0,155 Pseudo R^2: 0,785		
Desviación nula solo con constante: 590.24		P_{χ^2}(z):1,11e-16		

Cuadro 28. Modelo de estimación de cantidad de choques anuales equivalentes a sólo daños materiales por distrito para la GAM

Variable	Promedio de coeficiente	Error estándar de coeficiente	t-Student	P(>|t|)
Constante	6,859	0,370	18,5	< 2e-16
Log (Población total)	0,914	0,038	24,2	< 2e-16
Log (Vehículo-kilómetro)	0,225	0,020	11,6	< 2e-16
Porcentaje de territorio dedicado a uso de suelo comercial y de servicios	7,445	0,487	15,3	< 2e-16
Porcentaje de personas entre los 15 y los 24 años	-18,419	2,113	-8,7	< 2e-16
Desviación nula: 2330,26 Desviación residual: 510,94 2xLog(Verosimilitud): -5889,194 AIC: 5901,2		Theta: 2,797 Error estándar: 0,178 Pseudo R^2: 0,781		
Desviación nula solo con constante: 579.76		P_{χ^2}(z):4,03e-14		

Cuadro 29. Modelo de estimación de cantidad de choques de tipo atropello a personas por año y por distrito para la GAM

Variable	Promedio de coeficiente	Error estándar de coeficiente	t-Student	P(>|t|)
Intercepción	2,140	0,345	6,2	5,57e-10
Log (Población total)	1,054	0,058	18,2	< 2e-16
Log (Vehículos kilómetro)	0,085	0,028	3,0	0,00247
Porcentaje de territorio dedicado a uso de suelo residencial	0,057	0,217	2,3	0,01936
Porcentaje de personas entre los 0 y los 14 años	-13.398	1,543	-8,7	< 2e-16
Desviación nula: 1495,00 Desviación residual: 493,47 2xLog(Verosimilitud): -2560,097 AIC: 2572,1		Theta: 2,645 Error estándar: 0,246 Pseudo R^2: 0.67		
Desviación nula solo con constante: 545,69		P_{χ^2}(z):1,24e-10		

Cuadro 30. Modelo de estimación de cantidad de choques de tipo colisión con bicicleta por año y por distrito para la GAM

Variable	Promedio de coeficiente	Error estándar de coeficiente	t-Student	P(>|t|)
Constante	-1,895	0,413	-4,6	4,53e-06
Log (Población total)	0,978	0,076	12,8	< 2e-16
Log (Vehículo-kilómetro)	0,238	0,046	5,1	2,88e-07
Porcentaje de territorio dedicado a uso de suelo comercial y de servicios	4,202	0,760	5,2	3,26e-08
Porcentaje de viviendas con tenencia de automóviles	1,448	0,426	3.4	6,71e-04
Desviación nula: 938,74 Desviación residual: 491,77 2xLog(Verosimilitud): -1766,402 AIC: 1778,4		Theta: 1,827 Error estándar: 0,231 Pseudo R^2: 0,476		
Desviación nula solo con constante: 507,49		P_{χ^2}(z):4,08e-3		

Las ecuaciones asociadas a los modelos anteriores se presentan a continuación

Estimación de choques totales anuales por distrito

$$C_T = X^{0,944} Y^{0,254} e^{1,63+8,76Z+19,264W} \quad (9)$$

Estimación de choques equivalentes a sólo daños materiales anuales por distrito

$$C_{EDM} = X^{0,915} Y^{0,23} e^{7,195+7,547Z+20,235V} \quad (10)$$

Estimación de choques de tipo atropello a personas por año y por distrito

$$C_P = X^{1,05} Y^{0,085} e^{2,14+0,057T-13,40U} \quad (11)$$

Estimación de choques de tipo colisión con bicicleta por año y por distrito

$$C_B = X^{0,98} Y^{0,24} e^{-1,895+4,20Z+1,45S} \quad (12)$$

Donde

C_T: es la cantidad de choques totales esperados durante un año en un distrito.

C_{EDM}: es la cantidad de choques equivalentes a solo daños materiales esperados durante un año en un distrito.

C_P: es la cantidad de choques de tipo atropello a persona esperados durante un año en un distrito.

C_B: es la cantidad de choques de tipo colisión con bicicleta esperados durante un año en un distrito.

S: es la fracción del total de hogares que cuenta con automóvil propio para uso distinto del trabajo.

T: es la fracción del distrito destinada a uso de suelo residencial.

U: es la fracción de la población entre 0 y 14 años.

V: es la fracción de la población entre 15 y 24 años.

W: es la fracción de la población con 65 años o más.

X: es la población total en miles de habitantes.

Y:es la cantidad de vehículo-kilómetro de las rutas nacionales en millones de vehículos

Z: es la fracción del distrito destinada a uso de suelo comercial y de servicios.

De los modelos anteriores se puede apreciar en el caso del modelo de estimación de choques totales mostrado en el Cuadro 27, que la variable de mayor peso en el valor exponencial corresponde al porcentaje de personas adultos mayores en el distrito. Ya que la variable es representada en términos de fracción, si la población de un distrito corresponde a un 10% de la población total, este debería ser introducido en la ecuación (9) como un valor de 0,1. El coeficiente asociado a esta variable es de 19,26, por lo tanto, un incremento de 1% en la población adulta mayor de un distrito presenta un aumento de 0,193 en el factor exponencial de la ecuación (9). Este aumento en el factor exponencial representa un incremento del 21% en la cantidad de choques estimados mediante el modelo, por tanto, un incremento del 1% en la población adulta mayor del distrito representa un incremento del 21% en la cantidad de choques estimados. Debido a que en el país se proyecta el envejecimiento paulatino de la población, lo que generará un incremento en el porcentaje de la población adulta mayor, se deben implementar medidas por parte de las autoridades como la instauración de pruebas médicas estrictas de visión, reacción y habilidades motoras a la población adulta mayor que opte por renovar su permiso de conducir. Así como disminuir el periodo de validez de este, ya que como se mencionó en el Capítulo 3 la población adulta mayor presenta menor velocidad de reacción y rango de visión reducido lo que podría comprometer su seguridad en carretera.

Otra variable de peso en este modelo es el porcentaje del territorio destinado al uso de suelo comercial y de servicios, dicha variable debe ser introducida en las ecuaciones (9), (10) y (12) en términos de fracción. Con base en el coeficiente para esta variable cada incremento del 1% en el uso del suelo comercial y de servicios representa un incremento del 0,088 en el exponente del factor de la ecuación de cantidad de choques esperados. Este incremento de en el exponente genera un aumento del 9% en la cantidad de choques estimados. Es decir, por cada 1% de territorio adicional dedicado al uso de suelo comercial y de servicios, se estima un 9% más choques en el distrito. La relevancia en el modelo de este tipo de uso de suelo sobre los otros usos recae en el hecho de que el uso de suelo comercial y de servicios (principalmente de salud, finanzas y religión) como se puede observar de los valores en el Cuadro 6 presenta mayor nivel de generación de viajes respecto a otros usos de suelo.

En el caso de la población total del distrito, esta variable se utilizó en miles de habitantes por lo que cada unidad corresponde a mil habitantes. Para esta variable se obtuvo un

exponente cercano a uno, por lo que aumentos en la cantidad de habitantes del distrito generará incrementos en la cantidad de choques estimados mediante el modelo. Dichos incrementos en la cantidad de choques son menores con cada mil habitantes adicionales, ya que se presenta una tasa decreciente de aumento. La variable vehículo-kilómetro se presenta en valores de millones de vehículos, por lo que cada unidad en el modelo corresponde a un millón de vehículo-kilómetro. Esta variable presenta una condición similar a la de la población total, un incremento en el vehículo-kilómetro representa un incremento en los choques estimados, ya que también presenta una tasa decreciente, el incremento en los choques estimados será menor por cada millón adicional de vehículo-kilómetro. Comparando los valores de los exponentes de estas dos variables, puede afirmarse adicionalmente que se generan mayores incrementos en los choques estimados al aumentar la población que al aumentar el valor de vehículo-kilómetro.

Es importante señalar que en el modelo de estimación de choques totales las variables son altamente representativas. Esto se corrobora al observar el valor obtenido para la t-Student asociada a cada una de las variables, cuyos valores son superiores a 6,7 desviaciones estándar. A su vez la probabilidad asociada a que estas variables no contribuyan al modelo es inferior a 2,22e-11.

En cuanto el modelo de estimación de choques equivalentes a sólo daños materiales (choques EDM en adelante) mostrado en el Cuadro 28 se observa que la variable más representativa en el factor exponencial es el porcentaje de la población entre las edades de 15 y 24 años. En este segmento de la población se tiene que a los 18 años es la edad legal para obtener licencia de conducir por lo que entre 18 y los 24 años se encuentran los conductores más jóvenes y menos experimentados. Por ende, se esperaría que dicho grupo de la población contribuya de manera positiva en el modelo, no obstante, se da el caso contrario al presentar esta variable un coeficiente de -18,41 por lo que al existir un incremento de 1% en la población en este rango de edad se da una disminución de 0,184 en el factor exponencial de la ecuación (10). Esta disminución en el factor exponencial genera una disminución del 20% en la cantidad estimada de choques, por ende, un aumento del 1% en la población entre los 15 y los 24 años genera una reducción del 20% en la cantidad de choques estimada. Se plantea la hipótesis de que, si bien estas son las edades de los conductores menos experimentados, los habitantes en esta edad tienden a ser estudiantes o personas que recién inician su actividad económica. Por este motivo la mayoría

de las personas en este grupo de edad no pueden costear la adquisición de un vehículo propio ni su respectivo mantenimiento, causando que opten por medios de transporte público masivos como trenes o autobuses.

Para este modelo de estimación de choques EDM el uso de suelo de tipo comercial y de servicios también cobra relevancia siendo el factor que más aporta de manera positiva al factor exponencial en la estimación del modelo. En este caso un incremento del 1% en el uso del suelo comercial y de servicios representa un incremento del 0,074 en el exponente del factor exponencial de la ecuación (10). Este incremento representa un aumento del 7,8% de los choques estimados, por consiguiente, cada aumento de 1% adicional en el uso de suelo comercial y de servicios se estiman incrementos del 7,8% en la cantidad de choques.

La población total del distrito en el modelo de estimación de choques EDM presenta una influencia positiva en la cantidad de choques estimados. Un incremento en la población de un distrito genera un aumento su cantidad de viajes, ya que la nueva población requiere desplazarse a sus sitios de trabajo, estudio o a centros comerciales para satisfacer sus necesidades básicas de consumo como alimentación y vestimenta. Esta variable se presenta un exponente de 0,91, al ser el exponente menor a uno se tiene una tasa decreciente del valor, por lo que por cada mil habitantes adicionales en un distrito se generará un incremento menor en la cantidad de choques estimados.

La variable vehículo-kilómetro en ruta nacional presenta el mismo comportamiento que la población del distrito, generando un aporte positivo al modelo y presentando una tasa decreciente de aporte por cada millón adicional de incremento en la variable. Además, presenta un exponente de 0,225 realizando un menor aporte respecto a la población del distrito, sin embargo, la flota vehicular crece cada año a tasas elevadas por lo que esta variable presenta un mayor crecimiento anual.

Se debe resaltar que los valores de probabilidad reportados para cada variable en el modelo son de 2e-16. Este valor de 2e-16 es el valor mínimo que reporta el software R, por lo que la probabilidad asociada a cada variable podría ser extremadamente cercana a cero, lo que demuestra que todas las variables seleccionadas en el modelo son altamente representativas y generan un aporte importante a la estimación del modelo.

Al comparar el modelo de predicción de choques totales con el de estimación de choques EDM se muestra que existe una relación entre ambos, ya que comparten tres de las cuatro variables obtenidas para cada modelo. Adicionalmente existe una correlación entre el porcentaje de adultos mayores y el porcentaje de habitantes entre los 15 y los 24 años, con base en esto, se presenta que la edad de los habitantes influye de manera directa tanto en la frecuencia como en la gravedad de los choques viales. Se determina que se puede realizar un enfoque en la población adulta mayor con el fin de disminuir la cantidad de choques, por otro lado, el enfocar políticas y medidas de prevención hacia los habitantes en edades entre los 15 y los 24 años influye en la gravedad de los choques que se presentan.

El tercer modelo presentado corresponde al modelo de estimación de choques de tipo atropello a personas, en este tipo de choques se involucra principalmente a peatones siendo estos los usuarios más vulnerables de la red vial. En el Cuadro 29 se muestra como la variable vehículo-kilómetro presenta el mismo comportamiento descrito para los dos modelos anteriores, realizando un aporte positivo al modelo con una tasa de aporte decreciente por cada unidad (millón de vehículo-kilómetro) adicional. Dicha tasa es de 0,08 por lo que es la menor tasa para esta variable en todos los modelos, por tanto, la variable vehículo-kilómetro presenta menor influencia en la ocurrencia de atropellos a peatones que en los otros tipos de choques estimados. En este caso al observar los valores de P para la variable, esta presenta un menor nivel de confianza que en los dos modelos previos, sin embargo, este nivel de confianza sigue siendo representativo, ya que para el modelo se estableció un valor máximo de P de 0,05.

Para el modelo de estimación de choques de tipo atropello a personas, se presenta que la variable población total del distrito presenta un exponente de 1,05. Este valor implica un aporte positivo al modelo por parte de esta variable. Dado que el valor del exponente es superior a uno, esta variable presenta una tasa de aporte creciente, lo que implica que al crecer la población del distrito aumentará la cantidad de atropellos y a su vez, cada unidad (mil habitantes) adicional generará un mayor incremento en la cantidad de atropellos que la unidad previa.

A diferencia de los modelos anteriores donde dominaba el uso de suelo de tipo comercial y de servicios, en el modelo de estimación de atropellos a personas se presenta el uso de suelo de tipo residencial como el uso de suelo de mayor relevancia. Se presenta según el

coeficiente obtenido para esta variable que con el incremento de 1% en el uso de suelo residencial se da un incremento de 0,0006 en el factor exponencial de la ecuación (11). Este incremento en el factor exponencial representa un incremento de 0,01% en la cantidad de choques, es decir, por cada incremento de 1% en el uso de suelo residencial se dará un incremento del 0,01% en la cantidad de atropellos a personas estimado. Si bien este valor no parece importante, los valores de P y de t-Student para la variable muestran que es representativa para el modelo. Se consideró que la importancia de este uso de suelo para este tipo de choques está asociada a que las zonas residenciales, parques y áreas de deporte o recreación cuentan con una mayor afluencia de peatones, ya que en estas áreas las distancias de viaje son menores o se procura realizar actividad física como caminatas o carreras cortas.

Otra variable asociada por el modelo a los choques de tipo atropello a peatones es el porcentaje de la población que se encuentra entre los 0 a los 14 años. Este grupo comprende la población de menor edad y no tiene permitido de manera legal desempeñar un rol como conductor de vehículo motorizado. En términos del modelo, esta variable es la que genera un aporte negativo en el factor exponencial de la ecuación (11) donde por cada incremento de 1% en la población entre los 0 y los 14 años se da una disminución 0,13 en el factor exponencial. Este cambio en el valor del factor exponencial representa una disminución del 14,3% de los choques estimados. Lo cual implica que un aumento del 1% en la población entre los 0 y los 14 años deriva en una reducción del 14,3% en la cantidad de atropellos estimados en el distrito. Una hipótesis sobre esta relación es que las personas en esta edad por lo que en general realizan viajes de menor distancia y acompañados de un adulto, disminuyendo el tiempo y la cantidad de ocasiones en la vía pública. Adicionalmente la presencia de niños en la vía motiva la implementación de políticas de seguridad vial como reducción de velocidad en la cercanía de escuelas o la implementación de semáforos peatonales.

En el Cuadro 30 se presentan los valores obtenidos para el modelo de estimación de choques de tipo colisión contra bicicleta, dado que los ciclistas ocupan el segundo lugar en vulnerabilidad entre los usuarios de la red vial. Se presenta el porcentaje de hogares con vehículos propios de tipo automóvil como una variable que influye de manera positiva en la cantidad de choques contra bicicletas. De manera que al incrementarse el número de viviendas con automóvil propio en un 1% se tiene un aumento de 0,0145 en el factor

exponencial de la ecuación (12). Este incremento en el factor exponencial genera un aumento del 0,15% en la cantidad de choques, por ende, un aumento del 1% en la cantidad de hogares con automóvil propio genera un incremento del 0,15% en la cantidad de colisiones con bicicleta. Esta influencia positiva entre la cantidad de viviendas con automóvil propio y los choques con bicicletas viene relacionada con el poder adquisitivo de la población. Una población con mayor poder adquisitivo tiende a realizar más viajes y tiene mayor acceso al transporte privado, incrementando el tráfico vehicular y exponiendo a los ciclistas a carreteras altamente transitadas sin la infraestructura necesaria.

Para este modelo se obtuvo nuevamente el uso de suelo comercial y de servicios como uso de suelo más relevante en la incidencia de choques, en este caso colisiones con bicicletas, siendo también la variable que presenta mayor aporte positivo al modelo. Un incremento de 1% en el uso de suelo de tipo comercial y de servicios genera un aumento de 0,042 en el factor exponencial de la ecuación (12) y con ello un 0,43% más colisiones con bicicleta, es decir por cada incremento de 1% en el uso de suelo de tipo comercial y de servicios genera un aumento de 0,43% en la cantidad de colisiones con bicicleta en el distrito. Una hipótesis sobre el impacto del uso de suelo comercial y de servicios en las colisiones con bicicletas, viene relacionado a la necesidad de la población de realizar viajes de distancias intermedias (2km-5km). Esto, sumado a la creciente congestión vehicular que afronta el país, genera un incremento en los viajes en bicicleta principalmente en distritos con políticas para favorecer este medio de transporte como se da en el cantón de Cartago.

También se presenta nuevamente la relevancia de la cantidad total de habitantes en el distrito, que como se mencionó anteriormente tiene un impacto directo en la generación de viajes. Para el fin de estimar las colisiones con bicicleta se tiene que esta variable presenta un exponente de 0,98 al igual que en el modelo de estimación de choques EDM. El valor de este exponente representa una tasa decreciente, por lo que cada mil habitantes adicionales en la población de un distrito generarán un incremento cada vez menor en la cantidad de choques estimados.

Se obtuvo que la variable vehículo-kilómetro es una variable que impacta de manera directa la cantidad de colisiones con bicicletas en la GAM. Esto se asocia a que a mayor cantidad de vehículos en circulación hay una mayor exposición de los conductores, propiciando que ocurra un choque. Para este modelo la variable presenta un exponente de 0,24. Este

coeficiente al igual que en los modelos anteriores representa una tasa decreciente, por lo que si bien al incrementar la cantidad de vehículo-kilómetro se incrementa la cantidad de colisiones a bicicletas, cada incremento adicional a la variable generara un incremento menor en el número de colisiones con bicicleta.

Es importante resaltar que en cada uno de los modelos se obtuvo un valor de sobre dispersión mayor a uno, por lo que no es recomendable utilizar la distribución de Poisson. En estos casos se debe utilizar la distribución binomial negativa, demostrando que los datos se ajustan a la distribución utilizada para la elaboración de los modelos.

Si bien queda clara la importancia de la variable "vehículo-kilómetro" ya que aparece en todos los modelos presentados, se considera que, debido a la dificultad de reducir la flota vehicular del país en el corto y mediano plazo, las políticas de seguridad vial no deberían enfocarse en esta variable sino en las variables diferenciales de cada modelo con el fin de tener un impacto a menor plazo. Esta misma situación se presenta en el caso de la variable "población total", si bien es una variable altamente representativa en la incidencia de choques viales, no es una variable adecuada para incluir en políticas de seguridad vial por la dificultad de controlar el crecimiento poblacional.

8.3 Valores estimados de choques

Con los modelos generados para la investigación se realizó una estimación de los valores esperados para cada uno de los años de los que se tiene registro. Para esto se utilizaron las ecuaciones (9), (10), (11) y (12) en conjunto con los datos de uso de suelo, tránsito y socioeconómicos respectivos de cada distrito.

Respecto al modelo de estimación de choques totales por año, en la Figura 11 se presentan los dieciséis distritos con mayor cantidad de choques totales esperados según las estimaciones de este modelo.

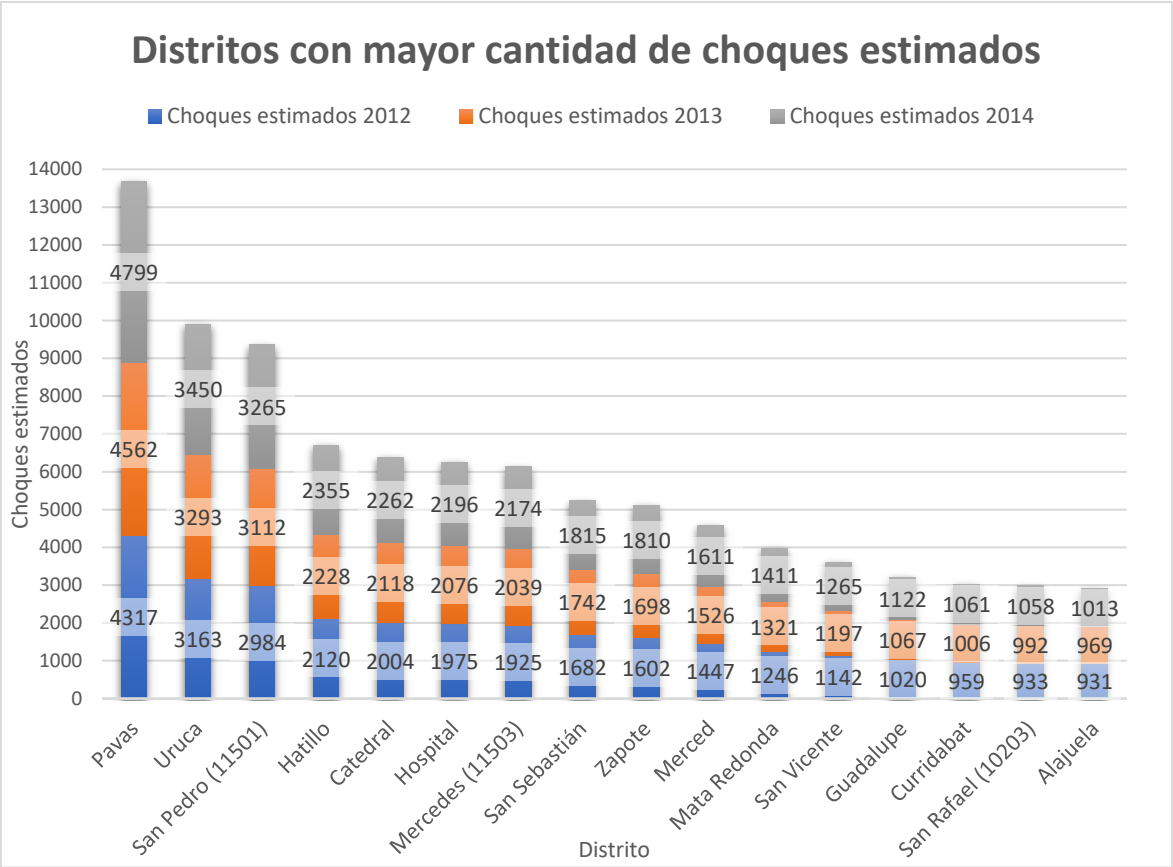


Figura 11. Cantidad total de choques viales para el 10% de distritos con mayor cantidad de choques esperados. *En paréntesis se muestra el código de distrito.

Se puede observar de la Figura 11 que los distritos con mayor cantidad de choques totales esperados a nivel de la GAM corresponden, a excepción del distrito de Alajuela, en su totalidad a distritos de la provincia de San José, mayoritariamente al cantón del mismo nombre. El distrito con mayor cantidad de choques esperados anualmente y para el periodo analizado es el distrito de Pavas en el cantón de San José siendo este el único distrito con más de cuatro mil choques anuales estimados. Se puede observar que, según el modelo de estimación de choques totales a nivel de la GAM, se estima que tres distritos superen los 1500 choques anuales mientras que diez de los ciento sesenta distritos deberían superar los mil quinientos choques al año.

En comparación con lo mostrado en la Figura 4, donde ningún distrito reportó más de 2500 choques anuales y únicamente siete distritos superaron los 1500 choques, en la Figura 11 se puede observar distritos con más de 3000 choques. Estas diferencias entre la cantidad observada y la cantidad estimada de choques muestran la necesidad de realizar un análisis

adicional como lo es la determinación de los excesos de frecuencia. Determinar el exceso de frecuencia es especialmente importante por caso como el del distrito de Alajuela, este es el distrito con más choques observados en la GAM, pero según el modelo se encuentra en la posición 16 con cerca de mil choques anuales.

Por otro lado, en la Figura 12 se presentan los distritos con menor cantidad de choques esperados. Se puede observar que los distritos con menor cantidad de choques esperados anualmente son distritos ubicados en la periferia de la GAM donde predominan los usos de suelo agrícolas y de protección.

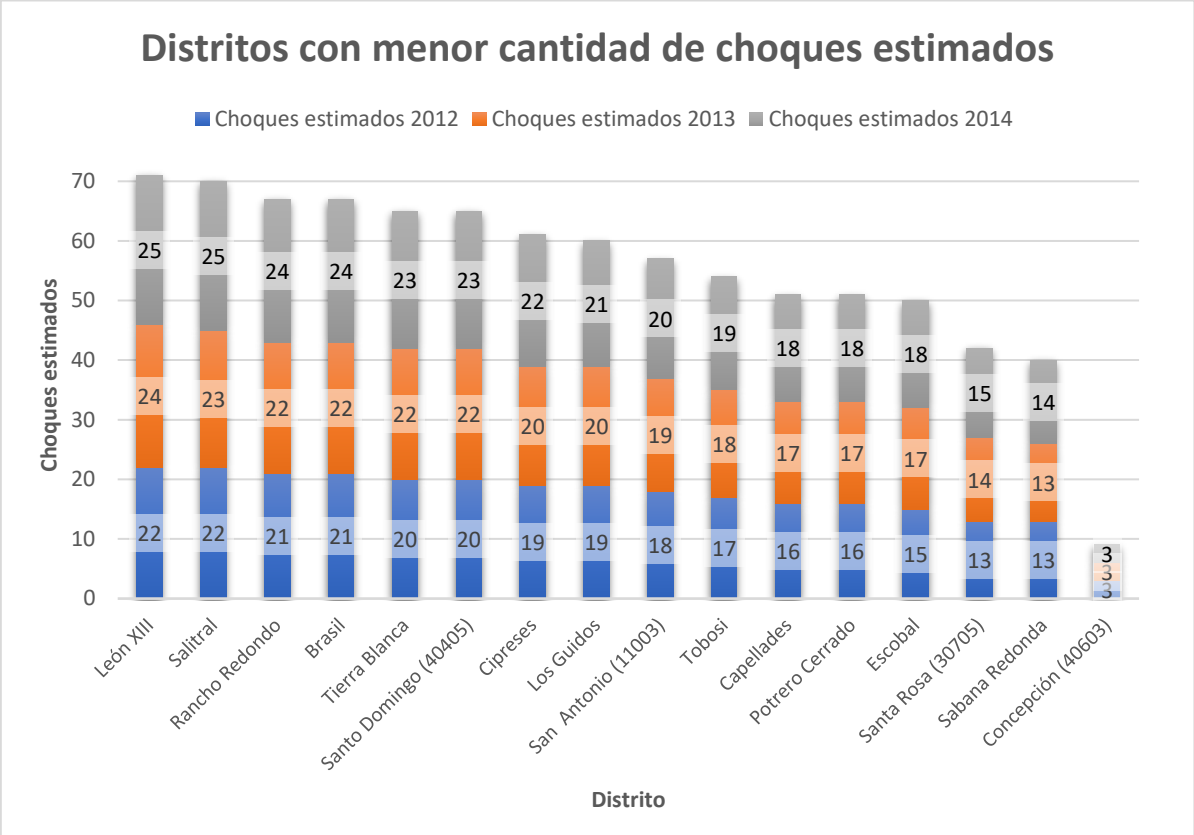


Figura 12. Cantidad total de choques viales para el 10% de distritos con menor cantidad de choques esperados. *En paréntesis se muestra el código de distrito.

Puede observarse que en ningún caso se superan los veinticinco choques anuales por distrito. También puede observarse que la mayoría de los dieciséis distritos con menos choques esperados presentan un aproximado de veinte choques esperados anuales y la menor cantidad de choques esperada a nivel de la GAM se da en el distrito de concepción

de San Isidro. Este distrito, al igual que el distrito de Los Guido son distritos que no cuentan con ningún segmento de rutas nacionales atravesando su territorio.

Al observar la Figura 11 y la Figura 12 se presenta una diferencia notable entre los valores estimados mediante el modelo y los observados en las carreteras nacionales mostrados en la Figura 4 y la Figura 5. Estas diferencias son especialmente notorias en los distritos con mayor número de choques. Por este motivo y con la finalidad de priorizar la intervención de las autoridades competentes en la materia, se determinaron los distritos con mayor exceso de frecuencia para la cantidad total de choques anuales por distrito. Para ello se utilizó el procedimiento descrito en la sección de Metodología. En el Mapa 16 se muestran los resultados obtenidos para el exceso de frecuencia de choques totales en cada distrito.

Al determinar el exceso de frecuencia de choques totales para los diferentes distritos, se obtuvo como resultado que 53 de los 160 distritos presentan al menos un choque en exceso. En el Mapa 16 se observa la distribución geográfica de estos distritos, se muestra que los distritos en las cercanías de la ciudad de San José, a excepción del distrito de Carmen, reportan cantidades de choques menores a las esperadas.

Así como existe esta concentración de distritos con menor cantidad de choques observados, también puede notarse la presencia de bloques de distritos con exceso de frecuencia. Los tres principales bloques observados son: el bloque formado por los distritos de Alajuela, Río Segundo y San Joaquín, el bloque formado por los distritos de Oriental, Occidental y San Nicolás, todos del cantón de Cartago y el bloque formado por los distritos de Pozos, Santa Ana, Escazú y San Rafael de Escazú. La presencia de estos bloques debe ser un llamado de atención para las autoridades municipales, ya que en su mayoría están conformados por distritos de un mismo cantón.

De los bloques observados se conoce que algunos de estos distritos son atravesados por importantes rutas nacionales primarias como la ruta nacional 2, ruta nacional 3 y ruta nacional 27. Otros presentan importantes centros poblacionales, por lo que este exceso de frecuencia de choques genera demoras y perjuicios económicos importantes a nivel país que podrían evitarse. Ya que los choques no se encuentran georreferenciados, sino únicamente asociados al distrito en el que ocurrieron, el exceso de frecuencia puede deberse a factores fuera del alcance de la investigación como: excesos de velocidad en determinadas

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000

1.105.000

1.090.000

N W E S

ALAJUELA
SAN JOAQUIN
RIO SEGUNDO
HEREDIA
SANTO DOMINGO
ULLOA
POZOS
SAN RAFAEL
SANTA ANA
ESCAZU
CURRIDABAT
TRES RIOS
DESAMPARADOS
SAN NICOLAS
OCCIDENTAL
ORIENTAL

Simbología

10% con mayor exceso

Exceso de frecuencia

- -10150 - - 370
- -360 - - 142
- -129 - - 68
- -66 - -28
- -28 - 15
- 20 - 205
- 232 - 3424

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 16. Exceso de frecuencia de choques totales según distrito.

Análisi estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

zonas, problemas de visibilidad en intersecciones, mal señalamiento vial, entre otros, además del componente aleatorio involucrado en este tipo de incidentes.

En el Mapa 16 se muestran los valores de exceso de frecuencia acumulados para los tres años en estudio, por lo que en la Figura 13 se muestra el valor anual de exceso de frecuencia para los 16 distritos con mayor cantidad de exceso de choques totales.

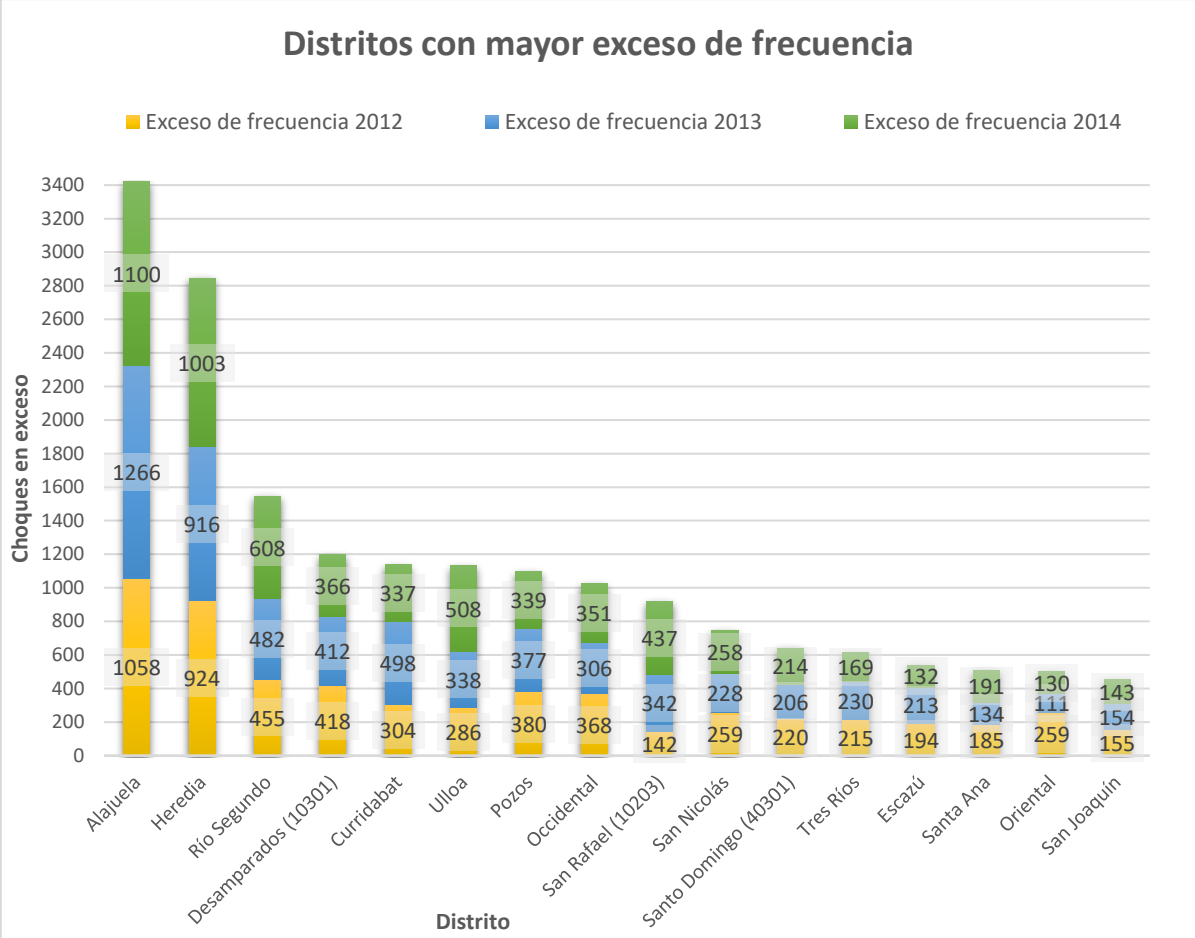


Figura 13. Exceso de choques totales para el 10% de distritos con mayor exceso de frecuencia. *En paréntesis se muestra el código de distrito.

En la Figura 13 se observa como el distrito de Alajuela es el distrito de la GAM con un mayor exceso de frecuencia, en el gráfico se muestra cómo para este distrito cada año ocurren más de mil choques adicionales de los estimados mediante sus características de tránsito, socioeconómicas y de uso de suelo al emplear el modelo. Este exceso de choques corresponde al rededor del 50% de los choques esperados para este distrito, siendo no

solamente el distrito con mayor excedencia de choques en la GAM sino también el distrito en el que más choques se reportan durante el periodo en estudio.

También se debe destacar que de los distritos mostrados en la Figura 13, Alajuela, Desamparados, Ulloa, Heredia, Curridabat y San Rafael de Escazú forman parte del 10% de los distritos con más choques. Se recomienda que estos distritos sean considerados prioritarios en términos de intervención estatal e implementación de políticas de seguridad vial, ya que son parte de los distritos con mayor exceso de frecuencia y con mayor cantidad de choques reportados en la GAM. Posterior a la intervención de estos distritos, se deberá valorar por parte de las autoridades competentes, la prioridad para intervenir los otros distritos con mayor exceso de frecuencia según los intereses nacionales y la facilidad para la implementación de las medidas en cada distrito.

En cuanto al modelo de estimación de choques EDM, en la Figura 14 se muestra la cantidad esperada durante los tres años analizados para los dieciséis distritos con mayor cantidad de choques equivalentes a solo daños materiales esperados.

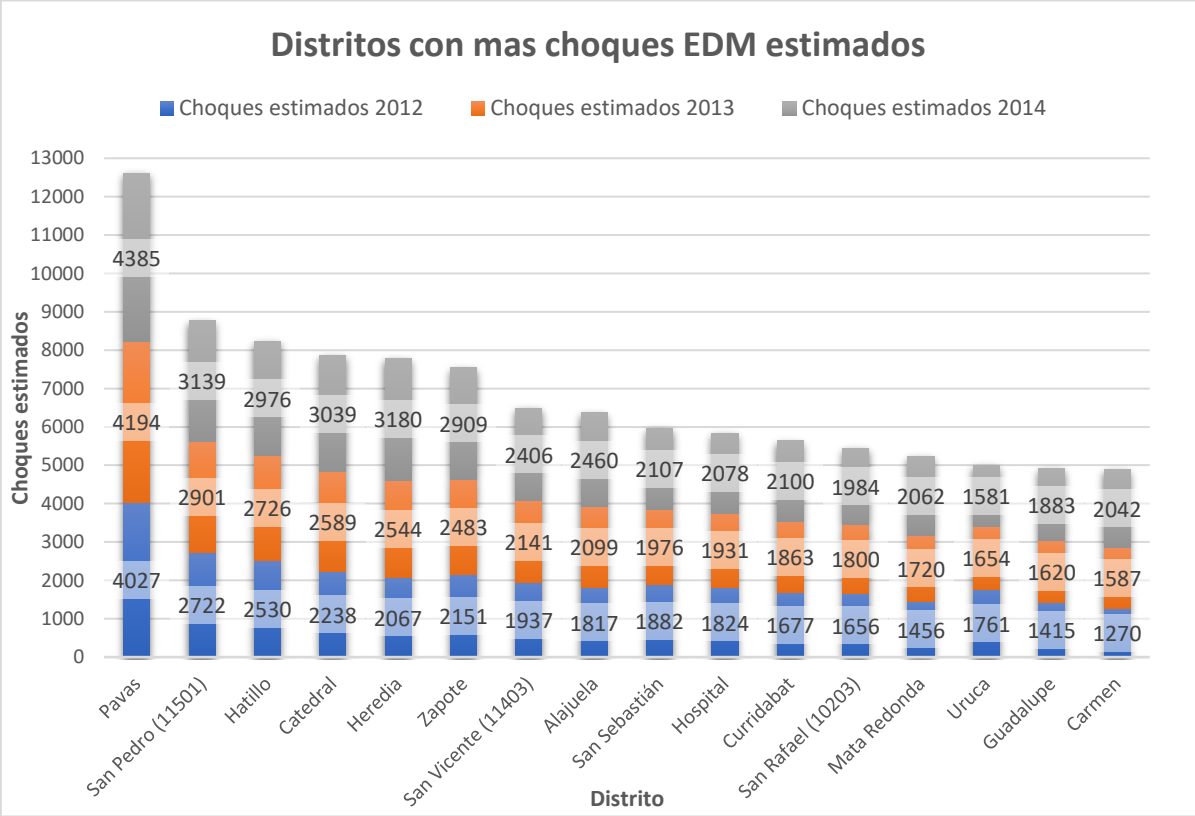


Figura 14. Cantidad total de choques para el 10% de distritos con mayor cantidad de choques EDM estimados. *En paréntesis se muestra el código de distrito.

Se puede observar en la Figura 14 que, excluyendo los distritos de Heredia y Alajuela, los distritos donde se estima mayor cantidad de choques EDM pertenecen a la provincia de San José y mayoritariamente al cantón del mismo nombre. Por lo que se considera conveniente una intervención por parte de las autoridades municipales de este Cantón.

Es importante resaltar el caso de Pavas, distrito en el que se estiman más de 4000 choques anuales, siendo el distrito con mayor cantidad de choques estimados según sus características socioeconómicas, de tránsito y uso de suelo. También debe destacarse que, para los distritos mostrados a excepción de Guadalupe, Mata Redonda y Carmen durante el año 2012 en todos los casos se estiman más de 1500 choques por año, lo que muestra la alta incidencia de choques estimados para los distritos ubicados en las cercanías de los principales centros urbanos del país, especialmente las cercanías de la ciudad de San José.

Otro elemento importante que resaltar en la Figura 14 es el aumento sostenido de la cantidad de choques estimados, donde a excepción del distrito de la Uruca, en todos los otros distritos se presenta un incremento cada año. Este crecimiento es de esperar debido al crecimiento poblacional y de la flota vehicular, sin embargo, al tratarse de choques EDM, tasas de aumento de choques superiores al crecimiento demográfico significan un aumento en la cantidad de choques de mayor severidad con el consecuente detrimento de la sociedad costarricense.

En contraste a los distritos con mayor cantidad de choques EDM estimados se presentan en la Figura 15 los distritos con menor cantidad de choques esperados.

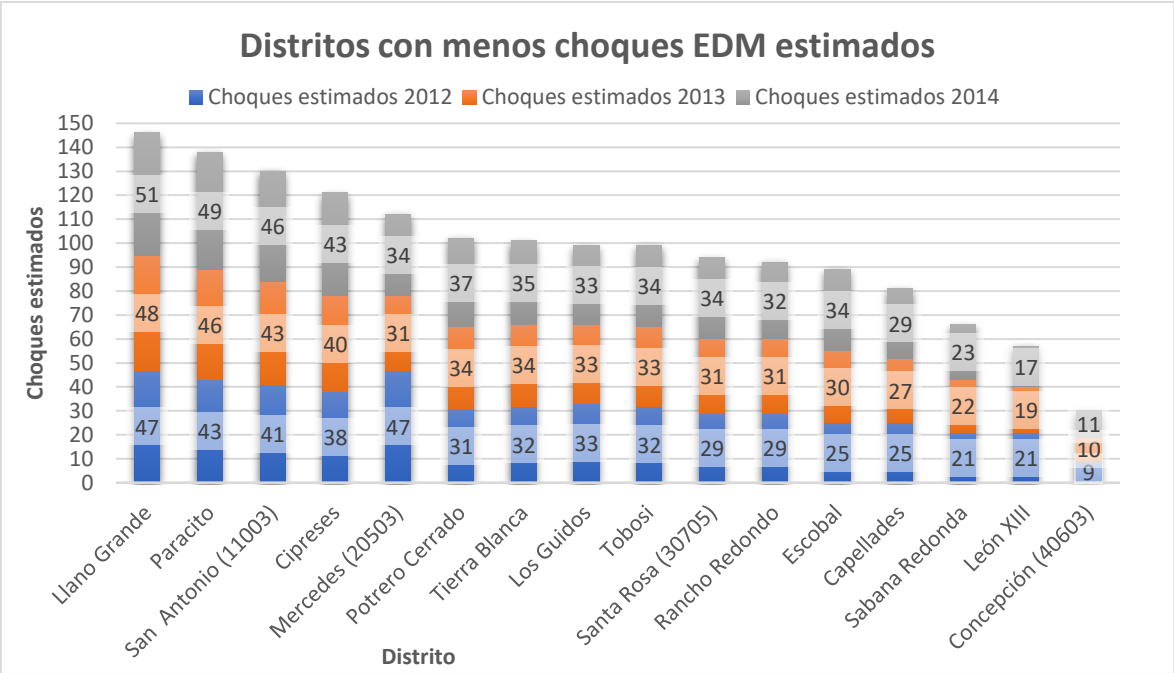


Figura 15. Cantidad total de choques para el 10% de distritos con menor cantidad de choques EDM es estimados. *En paréntesis se muestra el código de distrito.

En la Figura 15 se muestra que los distritos con menor cantidad de choques esperados en ningún distrito se estiman más de 51 choques anuales, siendo el distrito de Concepción de San Isidro el distrito con menos cantidad de choques estimados con aproximadamente 10 choques anuales. También se puede observar que la mayoría de los distritos mostrados, son en su mayoría distritos rurales ubicados en los extremos de la GAM con bajos niveles de uso de suelo de tipo comercial. Otro elemento importante es que los distritos de Concepción, Los Guidos y León XIII se encuentran entre los diez distritos a nivel de la GAM con menor cantidad de choques EDM, estos distritos no cuentan con rutas nacionales atravesando su territorio.

Para los choques equivalentes a solo daños materiales también se determinó los distritos que presentan mayor exceso de frecuencia, esto debido a la importancia de conocer los distritos en los que se obtendría mayor beneficio al reforzar la seguridad vial. En el Mapa 17 se presenta la distribución geográfica de los distritos con exceso de frecuencia.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000 1.105.000 1.090.000

N W E S

ALAJUELA
RIO SEGUNDO
LA RIBERA
DULCE NOMBRE DE JESUS
ULLOA
SANTO DOMINGO
URUCA
POZOS
GUACIMA
GUADALUPE
MERCED
HOSPITAL
DESAMPARADOS
SAN NICOLAS
OCCIDENTAL

Simbología

Exceso de frecuencia

10% con mayor exceso

Exceso de frecuencia

- -7455
- -3980 - -2854
- -2037 - -1256
- -992 - -517
- -465 - -178
- -173 - 60
- 81 - 347
- 501 - 982
- 1876 - 2785

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 17. Exceso de frecuencia de choques equivalentes a solo daños materiales según distrito.

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

Se puede observar en el Mapa 17 que para los choques EDM se presenta una distribución más uniforme que en el caso del total de choques. Se observa que los distritos para los que se reportan menos choques de los esperados se encuentran mayoritariamente en los cantones de San José y Montes de Oca. Por otro lado, se detectó que 41 de los 160 distritos presentan exceso de choques EDM, de los cuales se resaltaron los 16 distritos con mayor exceso de frecuencia. Cada uno de estos 16 distritos supera los 347 choques EDM en excesos para los tres años, llegando a alcanzar valores de hasta 2785 choques en exceso.

Al igual que en el caso de los choques totales, se pueden detectar bloques de distritos en los que se presentan mayores niveles de exceso de frecuencia. Se tiene la presencia de un pequeño bloque formado por los distritos de San Nicolás y Occidental, otro bloque formado por los distritos de Merced, Hospital, Uruca y Ulloa y un último bloque formado por los distritos de Alajuela, Río Segundo, Rivera y Guácima.

En el caso de los choques totales los distritos de Uruca, Hospital y Merced no presentaron exceso de frecuencia, sin embargo, para los choques EDM forman parte de los 16 distritos con mayor exceso de frecuencia. Esto denota que en estos distritos tienden a suceder choques con mayores niveles de severidad, por lo que es necesaria una intervención pronta por parte de la municipalidad de San José en estos distritos. A su vez las municipalidades de Alajuela y Cartago también deben realizar intervenciones en seguridad via,l ya que varios de sus distritos presentan exceso de frecuencia tanto en la cantidad total de choques como en los choques EDM.

Con el fin de conocer en mayor detalle los excesos de frecuencia en estos distritos, en la Figura 16 se muestran los 16 distritos con mayor exceso de frecuencia y el respectivo valor de este exceso para cada uno de los años en estudio.

Se observa que los distritos mostrados en la Figura 16 presentan similitudes, ya que se encuentran en las cercanías de centros urbanos importantes con altos índices de acceso a comercio y servicios y niveles elevados de población. La lista es encabezada por el distrito de Uruca en San José, para este distrito se esperan entre 2400 a 2700 choques EDM anuales, sin embargo, para este distrito se estiman únicamente entre 1600 a 1750 choques EDM anuales convirtiéndose en el distrito de la GAM con mayor exceso de frecuencia para choques EDM. Se muestran también los distritos de Dulce nombre de Jesús, Pozos y Río Segundo distritos que presentan importantes rutas nacionales en su territorio como la ruta

nacional 32, la ruta nacional 27, ruta nacional 3 y ruta nacional 1. También se encontró que en distritos como San Nicolás, Río Segundo, La Rivera y Cinco Esquinas el exceso de frecuencia es cercano al 50% de los choques esperados.

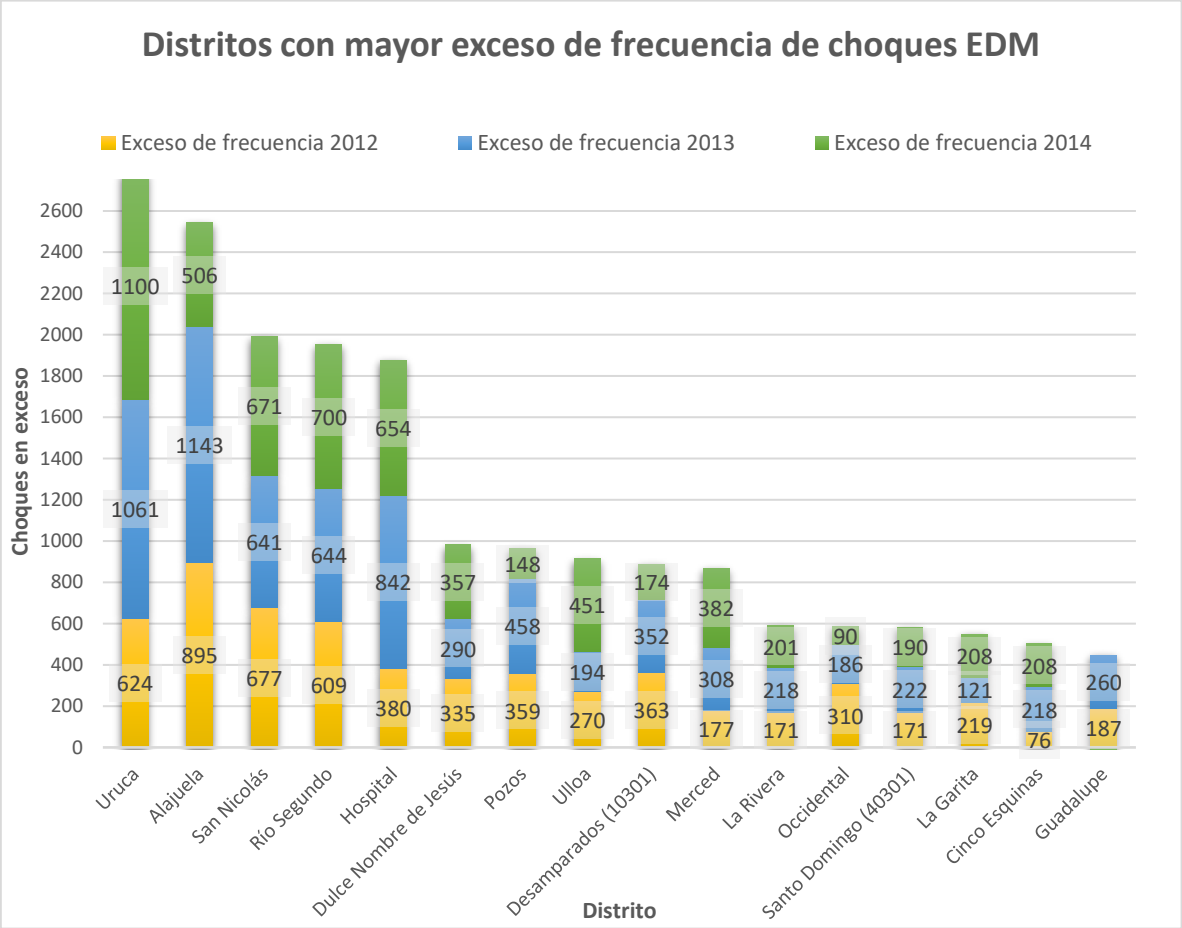


Figura 16. Exceso de choques EDM para el 10% de distritos con mayor exceso de frecuencia. *En paréntesis se muestra el código de distrito.

De los distritos mostrados en la Figura 16 el distrito de Alajuela es el distrito con mayor cantidad de choques EDM, llegando a superar los 3200 choques para el año 2013, año en el que se obtuvo también el mayor valor de excesos de frecuencia para toda la GAM, llegando a superar los 1100 choques EDM. Se puede observar que durante el año 2014 hubo una disminución de exceso de frecuencia en el distrito de Alajuela de cerca de 500 choques EDM, esta disminución puede estar asociada a que los choques observados presentaron menores niveles de gravedad, sin embargo, se recomienda a las autoridades del MOPT y sus consejos solicitar la colaboración de la municipalidad de Alajuela para determinar qué condiciones particulares se presentaron durante este año que propiciaran dicho descenso.

La misma recomendación puede aplicarse para el distrito de Guadalupe en el que durante el año 2014 se presentaron 99 choques EDM menos de los esperados.

También se recomienda a las autoridades del MOPT y sus consejos dar prioridad de intervención a distritos como Alajuela, Uruca, Hospital, Ulloa y Desamparados. Distritos que no solo se encuentran entre distritos con los mayores niveles de excesos de frecuencia, sino que también presentan los mayores valores de choques EDM reportados a nivel de la GAM. Los distritos de San Nicolás y Río Segundo también deben ser priorizados ya que presentan excesos de frecuencia superiores a los 600 choques EDM por año.

Adicional a las estimaciones de los modelos de choques totales, y choques EDM, se realizaron estimaciones para los otros dos modelos presentados. En la Figura 17 se muestran los distritos con mayor cantidad de atropellos a peatones estimados mediante el modelo.

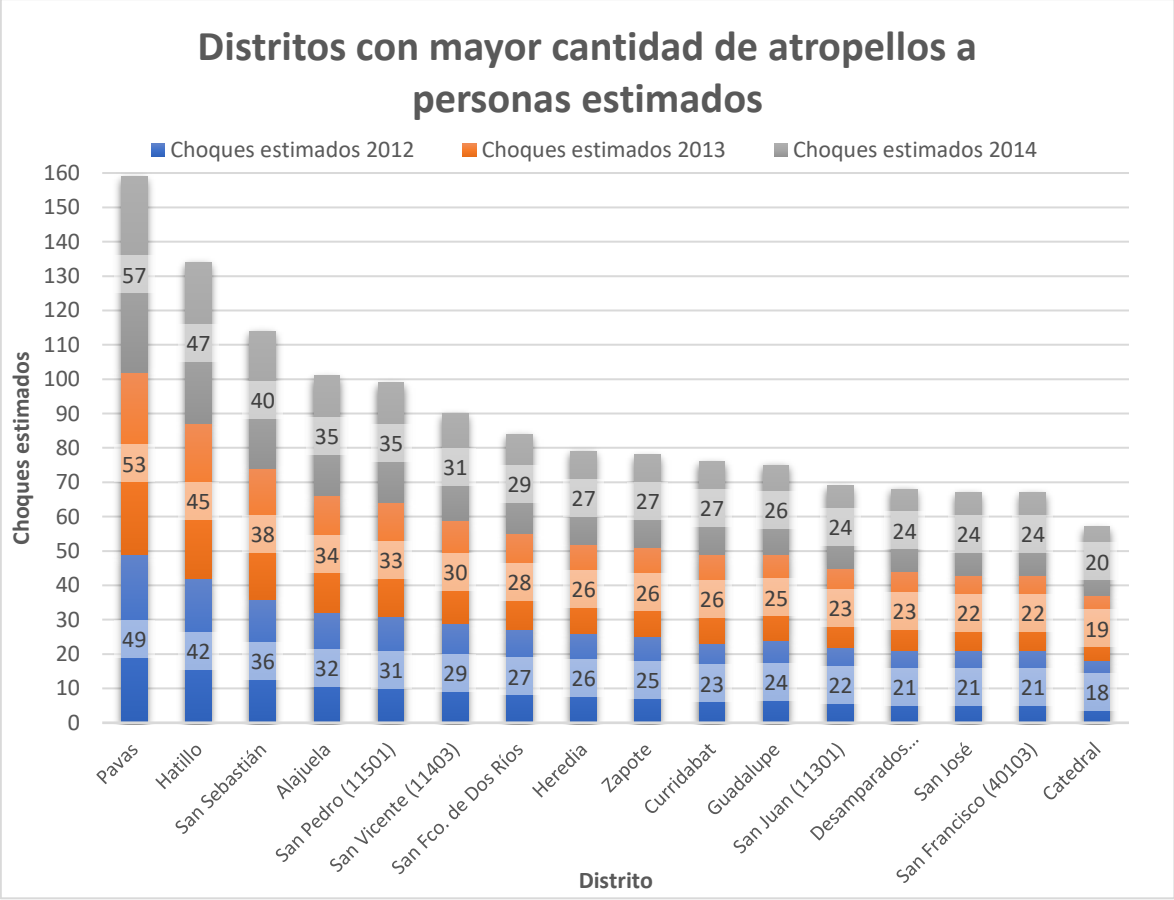


Figura 17. Cantidad de choques viales para el 10% de distritos con mayor cantidad de atropellos a personas estimados. *En paréntesis se muestra el código de distrito.

Se puede observar en la Figura 17 que la cantidad de atropellos a personas a nivel de la GAM debería presentar leves variaciones interanualmente, no se estima para ningún distrito aumentos superiores a cuatro atropellos entre dos años consecutivos. Además, los distritos mostrados presentan características similares de uso de suelo y se encuentran en las cercanías de las principales ciudades del país como son Alajuela, San José y Heredia, siendo distritos de índole urbano. El distrito con mayor cantidad de atropellos esperados a nivel de la GAM es el distrito de Pavas con un valor máximo de 57 atropellos anuales durante 2014, siendo el único distrito para el que se estiman más de 50 atropellos anuales, sin embargo, existen reportes de que varios distritos sobrepasan esta cifra. También se muestra que únicamente en estos 16 distritos se estima más de 20 atropellos al año, por lo que los restantes 144 distritos considerados deberían reportar valores menores a 20, no obstante, esto tampoco se cumple.

Según lo expuesto en el párrafo anterior, es de gran importancia la determinación de los excesos de frecuencia por distrito. De manera que sea posible conocer cuáles distritos intervenir con el fin de reducir los atropellos en la GAM, que como se expuso en el Cuadro 26 son el tipo de choque que presenta mayores niveles de severidad. En el Mapa 18 se muestra el exceso de frecuencia para los choques de tipo atropello a persona en los distritos de la GAM.

En el Mapa 18 se puede observar que la categoría dominante es la categoría entre los -1 y los 10 atropellos en exceso. Esta categoría está conformada por 85 de los 160 distritos, debe señalarse que de estos 85 distritos únicamente 41 presentan exceso de frecuencia. Estos distritos presentan de uno a diez atropellos en exceso durante los tres años en estudio, por lo que no requieren de una intervención tan pronta como aquellos distritos en los que se presentan más de 96 atropellos en exceso.

Se presentan un bloque muy importante de distritos con exceso de atropellos, este bloque está conformado por los distritos de Ulloa, Uruca, Guadalupe, Hospital, Catedral, Carmen y Merced. Los distritos de Catedral, Merced y Hospital son los distritos con mayor exceso de frecuencia en este bloque, con más de 96 atropellos cada uno. También se observa un pequeño bloque formado por los distritos de Alajuela y San Antonio.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000 1.105.000 1.090.000

N W E S

ALAJUELA
SAN ANTONIO
HEREDIA
ULLOA
URUCA
GUADALUPE
MERCED
CARMEN
SAN RAFAEL
HOSPITAL
CATEDRAL
TRES RIOS
DESAMPARADOS
ORIENTAL

Simbología

Exceso de frecuencia

10% con mayor exceso

Exceso de frecuencia

- -43 - -28
- -22 - -9
- -8 - -1
- -1 - 10
- 12 - 32
- 36 - 58
- 96 - 176

Mapa 18. Exceso de frecuencia de atropellos a personas según distrito.

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

Es importante resaltar que los excesos de frecuencia de atropellos a personas se ubican principalmente en las ciudades. Una hipótesis sobre esto es que en las ciudades como Heredia, Alajuela, San José y Cartago al presentar mayores niveles de comercio y servicio fomentan la afluencia de peatones. También debe señalarse que la investigación realizada estima la cantidad de choques a nivel distrital, no obstante, ciudades como San José o Cartago están conformadas por más de un distrito. Estas ciudades deberían ser evaluadas en términos de región y no como distritos, sin embargo, esto escapa del alcance de la investigación.

Para conocer en mayor detalle el exceso de frecuencia en estos distritos se presenta la Figura 18, en la que se muestran los dieciséis distritos con mayor exceso de frecuencia de atropello a personas.

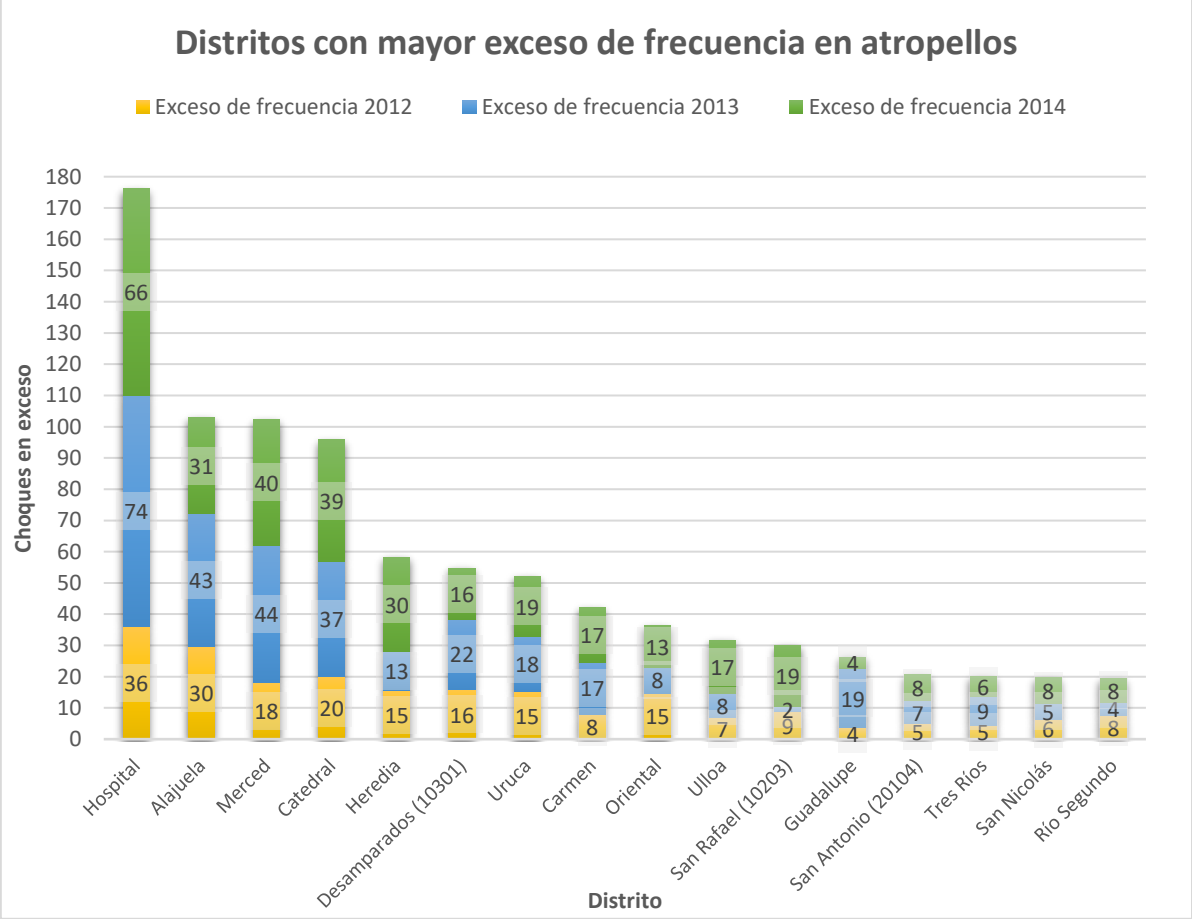


Figura 18. Exceso de atropellos esperados para el 10% de distritos con mayor exceso de frecuencia. *En paréntesis se muestra el código de distrito.

En la Figura 18 se aprecia el exceso de frecuencia para los 16 distritos con mayor cantidad de exceso, en la mayoría de los distritos, el menor exceso de frecuencia se presenta durante el año 2012. A su vez durante el año 2013 algunos distritos experimentan un incremento súbito en el exceso de atropellos, esto se presenta en distritos como Alajuela, Hospital, Merced, Desamparados, Carmen y Guadalupe donde en algunos de estos distritos el valor de exceso de atropellos durante 2013 es incluso el doble del año 2012 mostrando que el año 2013 fue particularmente conflictivo en términos de atropellos. De manera similar, pero durante el año 2014, distritos como Heredia, Ulloa y San Rafael de Escazú presentaron este comportamiento, sufriendo incrementos súbitos en el exceso de frecuencia de atropellos respecto a los valores obtenidos para 2013.

En la Figura 18 se muestra como existen al menos siete distritos donde el exceso de frecuencia es de 15 o más atropellos anuales. En estos distritos el exceso de frecuencia oscila como promedio entre el 40% y el 80% de la cantidad de choques esperados para su correspondiente distrito. Estos valores son alarmantes en especial considerando que los peatones son los usuarios más vulnerables de la red vial. Cifras de distritos como el de Hospital, donde se obtuvo un valor de 74 atropellos en exceso para el año 2013 y de 66 atropellos en exceso para el año 2014 demuestran la necesidad de realizar intervenciones prontas en este distrito.

Si bien todos los distritos mostrados en la Figura 18 deben ser priorizados por ser los distritos con mayor exceso de frecuencia en atropellos, los distritos de Alajuela, Hospital, Catedral, Merced presentan excesos de frecuencia superiores a los 30-35 atropellos al año durante 2013 y 2014. Tanto el distrito de Alajuela como el distrito de Hospital forman parte de los distritos con más exceso de frecuencia de choques EDM, esto se debe a que el exceso de atropellos tiene impactos directos sobre la cantidad de choques EDM, ya que los atropellos a personas tienen niveles de severidad mayores que otros tipos de choques.

Así como se realizaron estimaciones de la cantidad de atropellos, también se realizaron estimaciones de la cantidad de colisiones con bicicletas para los años 2012, 2013 y 2014 con base en el modelo generado. En la Figura 19 se muestran los valores obtenidos para el 10% de los distritos en los que se estima un mayor número de colisiones con bicicleta.

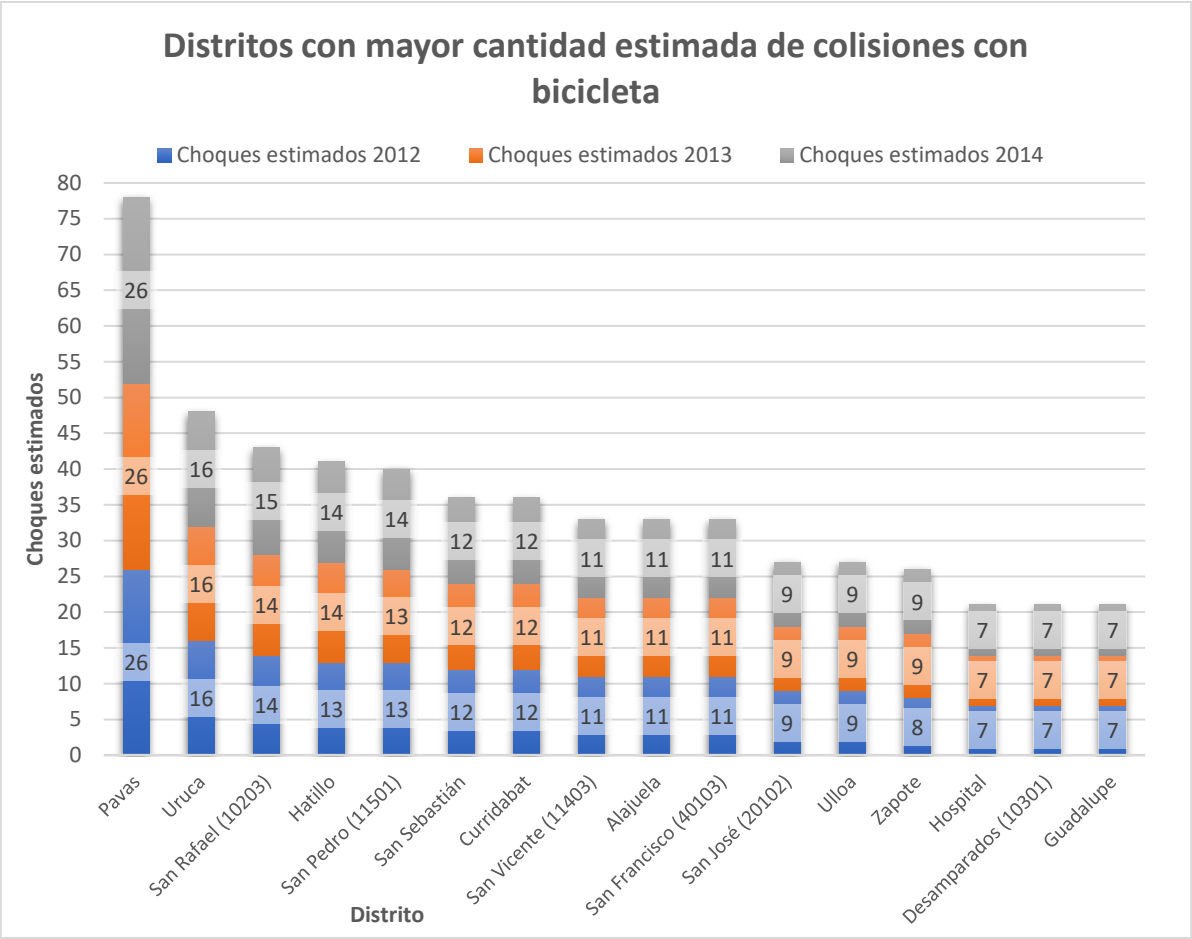


Figura 19. Cantidad de choques viales para el 10% de distritos con mayor cantidad de colisiones con bicicleta. *En paréntesis se muestra el código de distrito.

Se puede observar en la Figura 19 que a nivel de la GAM la cantidad de choques de tipo colisión con bicicleta esperados no exceden un valor máximo de veintiséis colisiones con bicicleta anuales, siendo el distrito de Pavas el que presenta mayor cantidad de choques estimados. Para los otros distritos se estima una cantidad de entre siete y dieciséis choques anuales.

Los distritos en los que se presenta la mayor cantidad de sucesos son distritos urbanos, con un mayor uso de suelo comercial y de servicios, ubicados en las cercanías de las principales ciudades y con altos volúmenes de tránsito. Esto es especialmente notorio en las estimaciones referentes a las colisiones con bicicletas, debido a que estos sucesos tienen un menor índice de ocurrencia, por lo que leves variaciones en los parámetros entre distritos puede repercutir en un aumento o disminución de los choques esperados. También se puede

observar que las variaciones interanuales son casi nulas en el periodo analizado por lo que para tener una mejor representación de la variación en el tiempo de los choques con bicicletas es recomendable contar con información de más años para así poder observar las variaciones.

Al igual que con las estimaciones realizadas mediante los modelos anteriores se determinó el exceso de frecuencia para los choques de tipo colisión con bicicleta. En el Mapa 19 se muestra el exceso de frecuencia de colisiones con bicicleta en la GAM.

En el Mapa 19 se aprecia que existe una distribución homogénea de los datos, siendo la categoría entre -1 y 3 la más abundante, no obstante, existen tres bloques importantes en donde se concentra el exceso de frecuencia. Un pequeño bloque formado por los distritos de San Rafael de Escazú y Pozos, otro bloque conformado por los distritos de Alajuela, San Antonio, Garita y San José del cantón de Alajuela y un último bloque formado por los distritos de San Nicolás, Guadalupe de Cartago, Tejar, Oriental, Occidental y San Rafael de Oreamuno.

Al detectar estos bloques de distritos se determinó que deben realizarse intervenciones prioritarias en el cantón de Alajuela, ya que se presenta un bloque de cinco distritos con exceso de frecuencia en este cantón. Al ser este cantón especialmente problemático, se requieren intervenciones no solo por parte del MOPT y sus consejos, sino también de la municipalidad de Alajuela, con inversiones en infraestructura y políticas de priorización a los peatones y ciclistas. También debe ser prioritaria la intervención en el cantón de Cartago que cuenta con cuatro distritos en un bloque, es importante señalar que la municipalidad de Cartago implementa políticas y realiza inversiones en infraestructura con el fin de fomentar el uso de la bicicleta, por lo que es importante que implemente medidas de seguridad vial adicionales para proteger a la población que opte por este medio de transporte.

Adicionalmente en la Figura 20 se presenta el exceso de frecuencia para los años 2012, 2013 y 2014 para los distritos con mayor exceso de frecuencia.

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

1.120.000 1.105.000 1.090.000

N W E S

ALAJUELA
SAN JOSE
SAN ANTONIO
GARITA
HEREDIA
SAN RAFAEL
POZOS
CATEDRAL
DESAMPARADOS
SAN NICOLAS
OCCIDENTAL
SAN RAFAEL
ORIENTAL
GUADALUPE
TEJAR
PARAISO

Simbología

Exceso de frecuencia

10% con mayor exceso

Exceso de frecuencia

- -47 - -33
- -23 - -17
- -11 - -4
- -4 - -1
- -1 - 3
- 3 - 11
- 13 - 24

460.000 475.000 490.000 505.000 520.000

Mapa 19. Exceso de frecuencia de colisiones con bicicleta según distrito.

Análisis estadístico de choques viales a nivel distrital para la Gran Área Metropolitana según uso de suelo y características socioeconómicas

5.000 2.500 0 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters

Escala 1:200.000
Proyección CRTM 05

Fuente:
Atlas TEC, 2014

ProDUS
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Universidad de Costa Rica

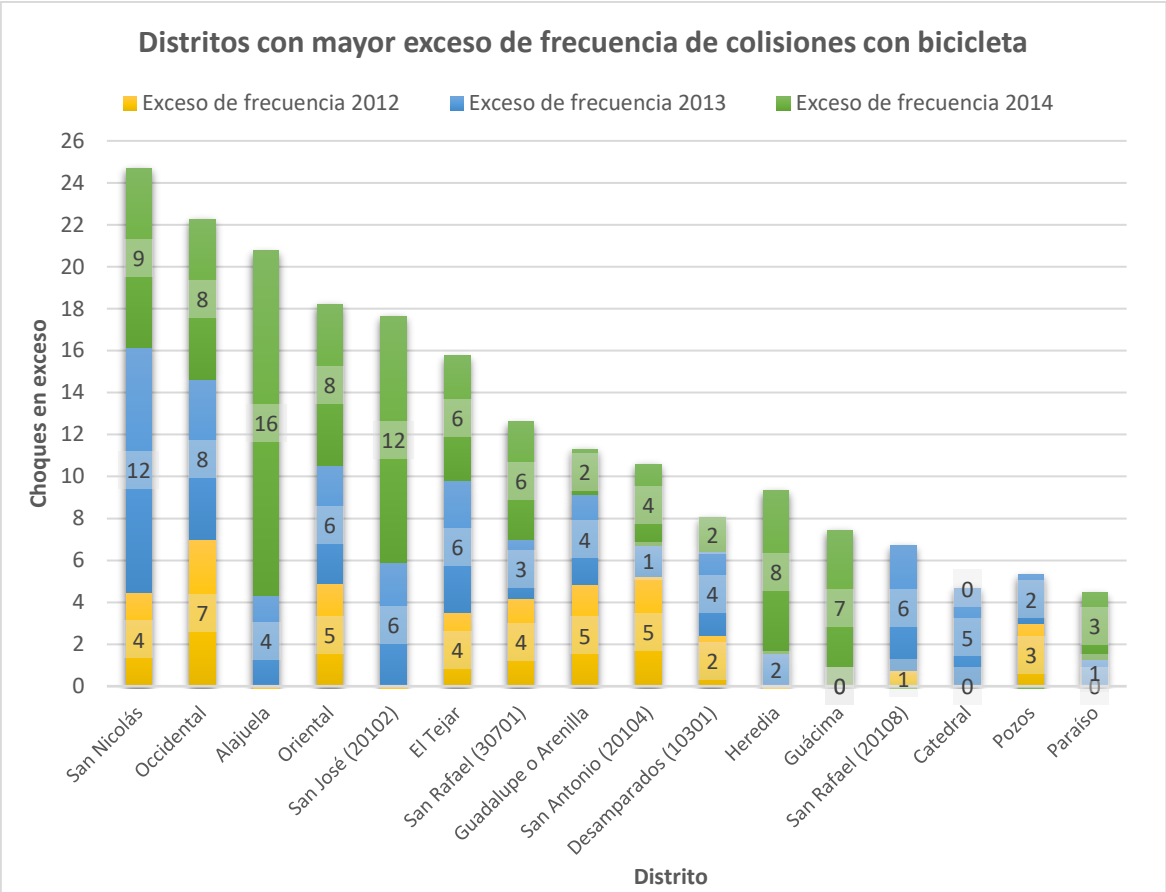


Figura 20. Exceso de colisiones con bicicleta para el 10% de distritos con mayor exceso de frecuencia. *En paréntesis se muestra el código de distrito.

En la Figura 20 se observa que el distrito de San Nicolás presenta el mayor exceso de colisiones con bicicleta. San Nicolás presenta en el 2013 hasta 12 choques con bicicleta en exceso, este distrito además es el segundo distro de la GAM con mayor cantidad de colisiones a bicicletas superado únicamente por Alajuela. Se da la presencia de distritos para los cuales en un año determinado no existe exceso de frecuencia, entre ellos llama la atención el distrito de Alajuela que no reportó exceso de frecuencia durante el 2012, mientras que durante el 2014 presentó hasta 16 choques en exceso, siendo este exceso incluso mayor que los choques esperados en el distrito para el año 2012 y para el año 2013.

En términos temporales se puede observar en distritos como el ya mencionado Alajuela, el distrito de Heredia, Oriental, Guácima, San Rafael de Escazú y San José de Alajuela que el año 2014 fue un año especialmente conflictivo para los ciclistas presentándose en este año los mayores excesos de frecuencia, a pesar de esto, no se tiene exceso de frecuencia en los distritos de San Rafael de Alajuela, Pozos y Catedral durante este año.

Capítulo 9. Conclusiones y recomendaciones

Tras la elaboración de la investigación y el análisis de los resultados obtenidos se puede llegar a una serie de conclusiones las cuales son presentadas en este capítulo. En el capítulo también se presentan una serie de recomendaciones generales derivadas de las conclusiones del proyecto. Estas recomendaciones se encuentran dirigidas a las municipalidades de los cantones donde se encuentran los distritos con mayores excesos de choques, así como a todos aquellos entes gubernamentales competentes en las posibles medidas a implementar con el fin de mejorar de la seguridad vial.

9.1 Conclusiones

- Se completó y recategorizó el uso de suelo elaborado por el PRUGAM, lo que permitió determinar que el uso de suelo mayoritario en la GAM bajo las nuevas categorías es el uso de suelo agropecuario, seguido por el residencial, el de bosque y protección, industrial y finalmente el comercial y de servicios.
- El uso de suelo comercial y de servicios en promedio representa el 4% del territorio de la GAM, este valor se presenta primordialmente en distritos cabecera de cantón. Este uso de suelo tiende a concentrarse espacialmente en distritos cercanos a las ciudades de Alajuela, Cartago, Heredia y San José alcanzando valores hasta de 33% del territorio del distrito. Por el contrario, los distritos más alejados de estas ciudades y ubicados en la periferia de la GAM tienden a presentar menor cantidad de uso de suelo comercial llegando a valores incluso menores al 1% del territorio.
- La GAM destina en promedio 7,5% de su territorio a carreteras. El aumento de este uso de suelo está asociado directamente con el aumento de la flota vehicular del área y por consiguiente con un incremento en el número de choques viales.
- Los distritos en los que se ubican ciudades como Heredia, San José, Alajuela y Cartago cuentan con porcentajes de población entre los 0 y los 14 años menores a24,6% que es el promedio de la GAM, mientras que los distritos en la periferia de la GAM cuentan con valores mayores al promedio.
- En general los distritos ubicados en la provincia de Cartago, a excepción de Oriental y Occidental, presentan los mayores porcentajes de habitantes entre los 15 y los 24 años con más del 18,4% de los habitantes en este rango de edad por distrito. Los distritos cercanos a las ciudades de Heredia y San José presentan porcentajes de

habitantes entre los 15 y los 24 años menores al 18%, valor promedio de la GAM, situación que también se presenta en el distrito de Alajuela.

- Se detectó que tanto en el cantón de Atenas como en las cercanías de la ciudad de San José existe concentración de población adulta mayor. En estos distritos más del 8,21% de su población cuenta con 65 o más años, mientras que el promedio en la GAM es de 7%. Por otro lado, los distritos periféricos presentan porcentajes de adultos mayores menores al promedio en la GAM, principalmente en el cantón de Alajuelita donde en todos los distritos menos de 5,5% de su población es adulta mayor.
- Se determinó la población total del distrito es una variable representativa en todos los modelos evaluados. Esta variable tiene un impacto directo y positivo en la incidencia de choques viales, de manera que incrementos en la población de un distrito repercuten en una mayor frecuencia de choques. La población del distrito presenta mayor relevancia en la cantidad de atropellos a personas, ya que aumentos marginales de mil habitantes producen incrementos cada vez mayores en la cantidad de atropellos.
- Se determinó que la variable vehículo-kilómetro es una variable representativa para todos los modelos realizados. Esta variable tiene un impacto positivo en la cantidad de choques, por lo que incrementos en esta variable generará aumentos en la cantidad de todos los tipos de choques estimados. Esto se debe a que una mayor cantidad de vehículo-kilómetro implica un mayor nivel de exposición para los conductores.
- El porcentaje de uso de suelo agropecuario es una variable representativa en la estimación de choques totales por año, sin embargo, esta fue reemplazada con el porcentaje de uso de suelo comercial y de servicios por ser una variable estadísticamente más representativa. Debido a la correlación entre ambas variables, sólo una de ellas genera un aporte significativo al modelo, por lo que la variable restante es excluida.
- Se obtuvo que el porcentaje de uso de suelo comercial y de servicios es una variable representativa para tres de los cuatro modelos realizados, únicamente en el modelo de estimación de atropellos a personas no se encuentra esta variable. La variable

presenta un aporte positivo a los modelos por lo que a mayor cantidad del territorio dedicado a este uso de suelo se estima que ocurrirán mayor cantidad de choques.

- El porcentaje de uso de suelo residencial es una variable representativa en la estimación de atropellos a personas, se determinó que, a mayor porcentaje de uso de suelo residencial, mayor la cantidad de atropellos en el distrito.
- Se encontró que el porcentaje de la población con edad igual o mayor a 65 años es una variable representativa, que aporta de manera positiva a la cantidad de choques totales ocurridos durante un año en un determinado distrito. Se plantea la hipótesis de que dicha relación se debe al posible deterioro de habilidades físicas y mentales de algunos individuos en esta edad, lo que perjudica sus habilidades como conductores.
- Se determinó que el porcentaje de habitantes entre las edades de 0 a 14 años es una variable representativa y que influye de manera negativa en la incidencia de atropellos en un distrito, por ende, entre mayor la población entre los 0 a los 14 años se estima una menor cantidad de atropellos a personas. Como hipótesis, esto se asocia principalmente a las políticas de seguridad vial implementadas para proteger esta población, como reducir la velocidad de circulación cerca de las escuelas y la construcción de pasos peatonales.
- El porcentaje de la población entre los 15 y los 24 años es una variable representativa en el modelo de estimación de choques equivalentes a solo daños materiales. Esta variable presenta un aporte negativo al modelo, por lo que a mayor porcentaje de esta población se estima una menor cantidad de choques equivalentes a daños materiales. Como hipótesis se consideró que esta relación se debe a que las personas en este rango de edad son principalmente estudiantes o personas que inician su vida económica. Por este motivo no cuentan con los recursos para costear un vehículo motorizado, optando por medios de transporte alternativos como el tren o el autobús.
- Se determinó que el porcentaje de hogares con automóvil propio para fines diferentes de trabajo es una variable representativa que influye de forma positiva en la cantidad de colisiones con bicicletas, es decir, entre más hogares con automóvil propio se estima un mayor número de colisiones con bicicleta.

- Todos los modelos obtenidos fueron validados mediante la prueba del radio de máxima verosimilitud, siendo todos los modelos aceptados y representativos.
- Se determinó la existencia de bloques de distritos con exceso de choques para todas las categorías de choques analizados, mostrando la posibilidad de realizar análisis espaciales de concentración de choques con una unidad geoespacial diferente del distrito, con el fin de determinar los motivos de estos excesos de frecuencia a nivel regional.
- En términos de choques totales anuales se determinó que los distritos de Alajuela, Heredia, Río Segundo, Desamparados y Curridabat son los distritos con mayor exceso de frecuencia.
- Para los choques equivalentes a solo daños materiales, se determinó que los distritos más conflictivos son los distritos de Uruca, Alajuela, San Nicolás, Río Segundo y Hospital, ya que estos distritos junto con los distritos restantes en la Figura 16, son los que presentan mayor exceso de frecuencia.
- Se obtuvo que en cuanto a atropellos a personas los distritos de Hospital, Alajuela, Merced, Catedral y Heredia son los distritos con mayor exceso de frecuencia para este tipo de choque.
- Para los choques de tipo colisión con bicicleta se determinó que los distritos de San Nicolás, Occidental, Alajuela, Oriental y San José son los que presentan mayor exceso de frecuencia para este tipo de choque.
- El distrito de Alajuela es el distrito más problemático en términos de choques viales, encabezando la lista de los distritos con mayor cantidad de choques totales, más choques equivalentes a daños materiales y más colisiones con bicicletas, además del segundo lugar en cantidad de atropellos. Adicionalmente este distrito se encuentra entre los tres distritos con mayor exceso de frecuencia para los diferentes tipos de choques mencionados previamente.

9.2 Recomendaciones

El objetivo primordial de la investigación fue generar modelos estadísticos de predicción de choques con el fin de identificar las variables socioeconómicas y de uso de suelo que influyen en estos sucesos, de manera que estas variables pudieran ser atacadas mediante políticas por parte de la Administración para reducir la cantidad de choques que ocurren cada año. Por lo que se realizan las siguientes recomendaciones.

- Implementar políticas e inversiones en infraestructura que fomenten el uso del transporte público masivo modalidad autobús y modalidad tren, así como el uso de medios de transporte alternativos como la bicicleta. Este cambio en el modo de transporte de la población reducirá la cantidad de vehículo-kilómetro que como se demostró tiene un impacto directo y positivo en la ocurrencia de choques viales. Sin embargo, con la implementación de estas políticas debe regularse las velocidades de circulación.
- Con el fin de reducir la cantidad de choques totales se recomienda implementar políticas o controles más rigurosos sobre la población adulta mayor en el ámbito de la conducción. Como ejemplo de políticas a implementar se puede reducir el periodo de validez de la licencia de conducir al superar los 65 años. Realizar pruebas más rigurosas de velocidad de reacción, visión, audición y aspectos de otra índole que podrían influir en la no renovación de la licencia de conducir.
- Realizar inversiones en infraestructura peatonal, en distritos con una amplia oferta de servicios y comercio, como es el caso de los distritos cercanos a las ciudades de Heredia, Cartago, San José y Alajuela, así como en los distritos cabecera de cantón. Adicionalmente, realizar visitas de campo a los distritos rurales con el fin de determinar el estado de la infraestructura peatonal existente y las necesidades de nueva infraestructura por distrito. De manera que sea posible priorizar las intervenciones en cada distrito.
- Implementar mejoras en la educación vial, realizando énfasis en niños con edad escolar y adolescentes que cursan la educación secundaria. Con el fin de generar conciencia y mejorar los conocimientos sobre la ley de tránsito, seguridad vial y el correcto comportamiento en carretera por parte de los diferentes usuarios de la red vial.
- Se recomienda realizar intervenciones prioritarias en los distritos de Alajuela, Heredia, Río Segundo, Desamparados y Curridabat ya que estos distritos presentan los mayores niveles de exceso de frecuencia de choques totales durante el periodo analizado en la investigación. Así mismo se recomienda considerar los distritos de Uruca, San Nicolás y Hospital ya que estos distritos junto con los ya mencionados Alajuela y Río Segundo son los distritos con mayores niveles de exceso de frecuencia en términos de choques equivalentes a solo daños materiales.

- En cuanto a los atropellos a personas se recomienda prestar especial atención a los distritos de Hospital, Alajuela, Merced, Catedral y Heredia de forma que el ente competente pueda coordinar intervenciones con las autoridades municipales en pro de los peatones, ya que son los atropellos a personas el tipo de choque que presenta mayores tasas de mortalidad y usuarios lesionados como se mostró en el Cuadro 26.
- Se deben priorizar las acciones en los distritos de San Nicolás, Occidental, Alajuela, Oriental y San José con el fin de disminuir las colisiones con bicicleta. La construcción de ciclovías con barreras físicas, campañas de seguridad vial y priorización a la movilidad peatonal y de ciclistas son algunas de las posibles medidas a implementar.
- Se recomienda a la Municipalidad de Alajuela el implementar políticas más rigurosas en el campo de la seguridad vial, ya que se detectó que para todas las categorías de choques analizadas existen al menos dos distritos del cantón que presentan exceso de frecuencia.
- Se recomienda a la Municipalidad de Cartago realizar mejoras en el campo de la seguridad vial, especialmente para proteger a los habitantes que optan por la bicicleta como medio de transporte.
- Se recomienda a la Municipalidad de San José, realizar intervenciones en la red vial cantonal enfocadas en la protección de los peatones, ya que se determinó que es en este cantón donde se presentan más distritos con exceso de frecuencia de atropellos.
- Se recomienda a la municipalidad de Heredia reforzar las medidas de seguridad vial en la ciudad de Heredia, así como en los distritos de San Francisco y Ulloa.
- Dado que el distrito de Alajuela demostró ser el más problemático en términos de choques viales, al presentar la mayor cantidad de choques totales, choques equivalentes a daños materiales, colisiones a ciclistas y el segundo distrito con mayor cantidad de atropellos a personas. Además, es uno de los tres distritos con mayor exceso de frecuencia en todas las categorías mencionadas, por lo que se recomienda la elaboración de un estudio específico para el distrito de Alajuela. En el cuál se realice la georreferenciación de los choques ocurridos durante un periodo no menor a un año, con el fin de identificar posibles áreas de concentración de choques, así como las causas de los niveles tan elevados de exceso de frecuencia. Esta recomendación puede ser implementada en todos los distritos en los que se detectó

exceso de frecuencia de choques, sin embargo, el distrito de Alajuela debe ser prioritario.

- Debido a que en todos los tipos de choques analizados se encontraron bloques de distritos con exceso de frecuencia, se recomienda para futuras investigaciones, realizar un análisis por regiones por regiones. De manera que sea posible determinar si los modelos obtenidos continúan siendo válidos para grupos de distritos cómo es el caso de los bloques encontrados o de las ciudades de Cartago y San José que comprenden varios distritos.

Bibliografía

Agüero-Valverde, J. (2013). Multivariate spatial models of excess crash frequency at area level: Case of Costa Rica. *Accident Analysis and Prevention volume 59 October*, 365-373.

Agüero-Valverde, J. (2016). Determinación de rutas con potencial de mejora utilizando funciones de desempeño de seguridad vial: caso de Costa Rica. *Infraestructura vial/ LanammeUCR vol. 18, num. 32*, 39-52.

Agüero-Valverde, J. y Jovanis, P. P. (2006). Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania. *Accident Analysis and Prevention volume 38, issue 3*.

Amoh-Gyimah, R. (2015). *Investigating the Effects of Traffic, Socio-Economic and Land Use Characteristics on Pedestrian and Bicycle Crashes: A Case Study of Melbourne, Australia.* Clayton, Australia: Monash University,.

Amoh-Gyimah, R., Saberi, M. y Sarvi, M. (s.f.). *Exploring the Effects of Land Use, Travel Behavior, and Socio-Economic Characteristics on Safety at the Planning Level: Empirical Evidence from Melbourne.* Clayton, Australia: Monash University,.

Arias, R., y Sánchez, L. (2012). *Patrones de localización, concentración y evolución del empleo industrial en la Gran Área Metropolitana(GAM) de Costa Rica .* San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Asamblea general de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible.*

Asamblea Legislativa (2012) Ley 9078, *Ley de tránsito por vías públicas terrestres y seguridad vial*, publicada en la gaceta N°165, del 26 de octubre del 2012.

Caballero, F. (2011). *Selección de modelos mediante criterios de información en análisis factorial. Aspectos teóricos y computacionales.* Granada: Universidad de Granada.

Consejo de Seguridad Vial. (2016). *GAM datos accidentes con daños materiales Periodo 2012_2014*. Datos sin publicar.

Consejo de Seguridad Vial. (2016). *GAM datos accidentes heridos Periodo 2012_ 2014*. Datos sin publicar.

Consejo de Seguridad Vial. (2017). *Memoria estadística de accidentes de tránsito con víctimas. Periodo 2012-2015 segunda edición.* San José.

Esteban Castro, J. A.-V. (2015). Aplicación del método bayes empírico en análisis de seguridad vial: el caso de la ruta 32 en Costa Rica. *Ingeniería vol.25, num. 1*, 34-46.

Fuentes, C. y Hernández, V. (2008). La estructura espacial urbana y la incidencia de accidentes de tránsito en Tijuana, Baja California. *Frontera Norte*, 109-138.

Hadayeghi, A., Shalaby, A. y Persaud, B. (2003). *MACRO-LEVEL ACCIDENT PREDICTION MODELS FOR.* Washington: Transportation Research Board.

Instituto Geográfico Nacional. (2008). *Uso de suelo de la Gran Área Metropolitana del Proyecto PRUGAM* (1:10,000.), San José Costa Rica.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (6 de Mayo de 2016). *Definiciones y conceptos.* Obtenido de Contraloría general de la Républica de Panamá: https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P4361CONCEPTOS.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica. (2011). *C.01 Censo. 2011. Total de hogares por número de carencias críticas, según distrito.* Obtenido de http://www.inec.go.cr/pobreza-y-desigualdad/otros-metodos-de-pobreza

Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica. (2011). *C.02 Censo 2011 Distribución porcentual de los hogares por número de carencias críticas, según cantón.* Obtenido de http://www.inec.go.cr/pobreza-y-desigualdad/otros-metodos-de-pobreza

Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica. (2011). *Cuadro 10 Costa Rica: Indicadores de tenencia de artefactos en la vivienda según cantón y distrito.* Obtenido de http://www.inec.go.cr/vivienda

Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica. (2014). *Cuadro 4. Costa Rica: Población total proyectada al 30 de junio por grupos de edades, según provincia,*

cantón, distrito y sexo. Obtenido de http://www.inec.go.cr/poblacion/estimaciones-y-proyecciones-de-poblacion

Instituto Nacional de Transporte Terrestre. (2013). *Glosario de términos educación y seguridad vial.* Caracas, Venezuela.

Jovanis, P. P. y Chang, H.-l. (1986). Modeling the relationship of accidents to miles traveled. *Transportation Research Record*, 42-51.

Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2012). *Anuario de información de tránsito 2012.* San José: Departamento de planificación sectorial.

Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2015). *Anuario de información de tránsito 2015.* San José: Departamento de planificación sectorial.

Noland, R. B. y Quddus, M. A. (2003). A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accident Analysis and Prevention*, 973-984.

Noland, R. B. y Quddus, M. A. (2004). *An analyses of pedestrian and bicycle casualties using regional panel data.* National Academy of Sciences.

Organización Mundial de la Salud. (2009). *Informe sobre la situación actual de la seguridad vial.* Ginebra.

Organización Mundial de la Salud. (2011). *Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020.* Ginebra.

Organización Mundial de la Salud. (2015). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial.* Ginebra.

Pulugurthaa, S. S., Duddub, V. R. y Kotagirib, Y. (2012). Traffic analysis zone level crash estimation models based on land use. *Accident Analysis and Prevention*, 678-687.

Sánchez, L., Agüero-Valverde, J. y Pujol, R. (2015). *Costos de los choques viales en Costa Rica.* San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible.

Solano, J. (2013). *Escenarios de densificación de uso del suelo: efectos en el sistema de transporte del Área Metropolitana de San José.* San José: Universidad de Costa Rica.

Vera Lizcano, B. (2003). *Evaluación de errores de datos sismológicos y los efectos sobre los parámetros y modelos derivados de éstos para una región determinada cubierta por la red del observatorio sismológico del SurOccidente-OSSO.* Santiago de Cali: Universidad del Valle.

Wang, K. (2015). *Predicting Local Road Crashes Using Socio-economic and Land Cover Data.* Connecticut, USA: University of Connecticut.

Wilfred, G., Bwire, H., Mattsson, L. y Jonsson, D. (2015). *Efects of land use on trips generation on urban areas: comparison between estimated trip generation rates and planning practices in Dar Es Salaam, Tanzania.* University of Dar Es Salaam.

Anexos

A continuación, se presentan los valores por distrito obtenidos para diversas variables utilizadas en la investigación

Cuadro A 1. Áreas obtenidas según uso de suelo para los distritos de la GAM

Cantón	Distrito	Código de Distrito	Área en km^2								Cobertura*					Porcentaje de carreteras
			Bosque	Comercial y de servicios	Industrial	Agropecuaria	Urbana	Carretera	Total	Total sin carreteras	Bosque	Comercial y de servicios	Industrial	Agropecuaria	Urbana	
San José	Carmen	10101	0,071	0,374	0,057	0,017	0,666	0,292	1,48	1,185	6,014%	31,558%	4,784%	1,446%	56,198%	19,763%
San José	Merced	10102	0,076	0,485	0,145	0,159	0,839	0,408	2,11	1,704	4,452%	28,459%	8,521%	9,326%	49,242%	19,318%
San José	Hospital	10103	0,052	0,545	0,463	0,086	1,523	0,657	3,33	2,669	1,957%	20,419%	17,360%	3,214%	57,049%	19,754%
San José	Catedral	10104	0,022	0,390	0,057	0,016	1,339	0,566	2,39	1,824	1,182%	21,368%	3,130%	0,904%	73,416%	23,681%
San José	Zapote	10105	0,029	0,317	0,130	0,132	1,669	0,545	2,82	2,277	1,285%	13,928%	5,695%	5,799%	73,293%	19,323%
San José	San Fco, de Dos Ríos	10106	0,060	0,101	0,177	0,098	1,630	0,590	2,66	2,066	2,925%	4,871%	8,558%	4,735%	78,911%	22,202%
San José	Uruca	10107	0,982	1,370	1,830	1,079	2,168	0,957	8,39	7,428	13,223%	18,437%	24,636%	14,522%	29,181%	11,416%
San José	Mata Redonda	10108	0,170	0,553	0,086	0,344	2,049	0,588	3,79	3,201	5,320%	17,268%	2,672%	10,743%	63,998%	15,509%
San José	Pavas	10109	0,592	1,178	0,901	1,075	4,331	1,318	9,40	8,078	7,331%	14,578%	11,159%	13,311%	53,620%	14,026%
San José	Hatillo	10110	0,233	0,286	0,163	0,717	2,294	0,713	4,41	3,694	6,313%	7,754%	4,422%	19,415%	62,097%	16,182%
San José	San Sebastián	10111	0,131	0,275	0,128	0,226	2,503	0,729	3,99	3,264	4,024%	8,428%	3,931%	6,936%	76,681%	18,247%
Escazú	Escazú	10201	0,513	0,144	0,014	1,541	1,985	0,316	4,51	4,198	12,231%	3,435%	0,343%	36,701%	47,291%	7,009%
Escazú	San Antonio	10202	5,419	0,191	0,032	7,646	3,275	0,519	17,08	16,564	32,717%	1,153%	0,193%	46,163%	19,774%	3,037%
Escazú	San Rafael	10203	0,666	0,877	0,484	3,091	6,529	1,307	12,95	11,647	5,721%	7,526%	4,152%	26,543%	56,059%	10,088%
Desamparados	Desamparados	10301	0,177	0,183	0,093	0,247	2,084	0,525	3,31	2,784	6,351%	6,589%	3,335%	8,889%	74,836%	15,870%
Desamparados	San Miguel	10302	6,382	0,164	0,147	11,413	2,789	0,524	21,42	20,894	30,545%	0,783%	0,702%	54,622%	13,348%	2,448%
Desamparados	San Juan de Dios	10303	0,313	0,030	0,038	1,225	1,196	0,170	2,97	2,801	11,158%	1,073%	1,342%	43,726%	42,702%	5,714%
Desamparados	S,R,Arriba	10304	0,524	0,091	0,151	1,085	1,160	0,223	3,23	3,011	17,417%	3,006%	5,003%	36,044%	38,530%	6,886%
Desamparados	San Antonio	10305	0,144	0,052	0,092	0,606	0,959	0,210	2,06	1,852	7,782%	2,785%	4,957%	32,721%	51,756%	10,175%
Desamparados	Patarrá	10307	8,620	0,102	0,370	4,999	1,625	0,280	16,00	15,716	54,847%	0,650%	2,355%	31,808%	10,340%	1,747%
Desamparados	Damas	10310	0,556	0,045	0,077	0,873	0,848	0,169	2,57	2,398	23,168%	1,867%	3,225%	36,396%	35,344%	6,565%
Desamparados	S,R,Abajo	10311	0,135	0,146	0,001	0,245	1,249	0,223	2,00	1,775	7,593%	8,205%	0,029%	13,780%	70,392%	11,155%
Desamparados	Gravilias	10312	0,239	0,056	0,049	1,407	0,884	0,309	2,94	2,635	9,076%	2,116%	1,857%	53,403%	33,549%	10,508%
Desamparados	Los Guidos	10313	0,927	0,020	0,014	1,103	0,851	0,171	3,09	2,916	31,803%	0,679%	0,493%	37,844%	29,181%	5,552%
Aserrí	Aserrí	10601	4,266	0,055	0,056	7,298	2,428	0,388	14,49	14,103	30,253%	0,390%	0,397%	51,746%	17,214%	2,680%
Aserrí	Salitrillos	10607	3,453	0,008	0,068	9,655	1,549	0,278	15,01	14,733	23,434%	0,051%	0,464%	65,534%	10,517%	1,852%
Mora	Colón	10701	33,929	0,359	0,241	28,488	4,856	0,862	68,73	67,872	49,990%	0,528%	0,355%	41,973%	7,154%	1,254%
Goicoechea	Guadalupe	10801	0,095	0,229	0,058	0,076	1,420	0,514	2,39	1,878	5,074%	12,190%	3,085%	4,032%	75,619%	21,478%

*Calculo respecto al área total del distrito menos el área de carreteras

Cuadro A 1. Áreas obtenidas según uso de suelo para los distritos de la GAM (cont.)

Cantón	Distrito	Código de Distrito	Área en km²								Cobertura*					Porcentaje de carreteras
			Bosque	Comercial y de servicios	Industrial	Agropecuaria	Urbana	Carretera	Total	Total sin carreteras	Bosque	Comercial y de servicios	Industrial	Agropecuaria	Urbana	
Goicoechea	San Francisco	10802	0,026	0,128	0,020	0,027	0,248	0,099	0,55	0,449	5,901%	28,440%	4,450%	6,017%	55,192%	18,090%
Goicoechea	Calle Blancos	10803	0,105	0,096	0,549	0,035	1,096	0,448	2,33	1,881	5,588%	5,120%	29,196%	1,839%	58,258%	19,226%
Goicoechea	Mata de Plátano	10804	1,833	0,029	0,065	3,739	1,743	0,365	7,77	7,409	24,745%	0,393%	0,878%	50,458%	23,527%	4,692%
Goicoechea	Ipís	10805	0,211	0,050	0,143	0,136	1,486	0,346	2,37	2,026	10,423%	2,479%	7,044%	6,704%	73,350%	14,575%
Goicoechea	Rancho Redondo	10806	5,308	0,036	0,028	6,778	0,649	0,188	12,99	12,799	41,475%	0,281%	0,223%	52,954%	5,067%	1,449%
Goicoechea	Purral	10807	0,411	0,025	0,169	0,707	1,631	0,307	3,25	2,944	13,970%	0,852%	5,757%	24,006%	55,416%	9,447%
Santa Ana	Santa Ana	10901	0,863	0,387	0,021	1,729	1,998	0,389	5,39	4,998	17,275%	7,740%	0,410%	34,600%	39,974%	7,226%
Santa Ana	Salitral	10902	8,981	0,020	0,000	10,383	0,597	0,164	20,15	19,981	44,948%	0,103%	0,000%	51,962%	2,988%	0,813%
Santa Ana	Pozos	10903	1,792	0,222	1,040	5,109	4,427	0,825	13,42	12,590	14,234%	1,762%	8,263%	40,576%	35,165%	6,151%
Santa Ana	Uruca	10904	2,169	0,078	0,255	2,496	1,880	0,257	7,14	6,879	31,531%	1,137%	3,709%	36,291%	27,332%	3,596%
Santa Ana	Piedades	10905	5,264	0,022	0,132	4,083	2,142	0,387	12,03	11,643	45,215%	0,190%	1,132%	35,067%	18,396%	3,213%
Santa Ana	Brasil	10906	0,774	0,000	0,064	1,381	0,914	0,109	3,24	3,132	24,702%	0,000%	2,038%	44,077%	29,182%	3,353%
Alajuelita	Alajuelita	11001	0,081	0,118	0,000	0,283	0,651	0,156	1,29	1,132	7,121%	10,388%	0,000%	25,005%	57,487%	12,105%
Alajuelita	San Josecito	11002	0,144	0,033	0,026	1,033	0,805	0,103	2,14	2,041	7,052%	1,618%	1,282%	50,592%	39,456%	4,786%
Alajuelita	San Antonio	11003	3,669	0,000	0,001	5,825	0,675	0,114	10,28	10,170	36,073%	0,000%	0,013%	57,278%	6,635%	1,104%
Alajuelita	Concepción	11004	0,666	0,069	0,000	0,914	0,859	0,159	2,67	2,509	26,563%	2,753%	0,003%	36,429%	34,252%	5,975%
Alajuelita	San Felipe	11005	0,917	0,102	0,014	2,461	1,265	0,338	5,10	4,758	19,273%	2,135%	0,296%	51,715%	26,581%	6,631%
Vázquez de Coronado	San Isidro	11101	1,474	0,174	0,058	1,291	1,772	0,399	5,17	4,770	30,898%	3,655%	1,223%	27,066%	37,157%	7,714%
Vázquez de Coronado	San Rafael	11102	6,582	0,053	0,062	8,897	1,118	0,205	16,92	16,712	39,386%	0,314%	0,372%	53,236%	6,691%	1,214%
Vázquez de Coronado	Dulce Nombre de Jesús	11103	2,731	0,046	0,046	6,525	1,063	0,236	10,65	10,410	26,231%	0,446%	0,443%	62,674%	10,207%	2,217%
Vázquez de Coronado	Patalillo	11104	0,098	0,061	0,070	0,136	1,294	0,287	1,94	1,658	5,895%	3,655%	4,199%	8,195%	78,057%	14,761%
Vázquez de Coronado	Cascajal	11105	4,883	0,025	0,004	11,457	0,818	0,248	17,43	17,187	28,409%	0,147%	0,026%	66,662%	4,757%	1,420%
Tibás	San Juan	11301	0,490	0,192	0,269	0,263	1,712	0,604	3,53	2,925	16,753%	6,553%	9,186%	8,992%	58,516%	17,108%
Tibás	Cinco Esquinas	11302	0,020	0,028	0,106	0,053	0,387	0,114	0,71	0,593	3,453%	4,726%	17,816%	8,851%	65,154%	16,133%
Tibás	Anselmo Llorente	11303	0,054	0,063	0,030	0,029	0,866	0,272	1,32	1,043	6,088%	2,907%	2,767%	83,073%	20,716%	6,088%
Tibás	León XIII	11304	0,128	0,018	0,010	0,073	0,415	0,132	0,78	0,645	2,764%	1,544%	11,347%	64,428%	17,034%	2,764%
Tibás	Colima	11305	0,107	0,220	0,403	0,245	0,766	0,267	2,01	1,741	12,636%	23,143%	14,075%	44,006%	13,304%	12,636%

*Calculo respecto al área total del distrito menos el área de carreteras

Cuadro A 1. Áreas obtenidas según uso de suelo para los distritos de la GAM (cont.)

Cantón	Distrito	Código de Distrito	Área en km^2								Cobertura*					Porcentaje de carreteras
			Bosque	Bosque	Bosque	Bosque	Bosque	Bosque	Total	Total sin carreteras	Bosque	Comercial y de servicios	Industrial	Agropecuaria	Urbana	
Moravia	San Jerónimo	11401	9,999	0,238	0,032	6,745	1,435	0,266	18,71	18,448	1,290%	0,171%	36,561%	7,777%	1,421%	1,290%
Moravia	La Trinidad	11402	0,931	0,113	0,228	1,775	1,524	0,368	4,94	4,569	2,465%	4,980%	38,839%	33,347%	7,458%	2,465%
Moravia	San Vicente	11403	0,470	0,454	0,057	0,349	3,245	0,879	5,45	4,575	9,915%	1,253%	7,634%	70,928%	16,124%	9,915%
Montes de Oca	San Pedro	11501	0,100	0,722	0,079	0,133	2,894	0,791	4,72	3,928	18,379%	2,008%	3,385%	73,681%	16,766%	18,379%
Montes de Oca	Sabanilla	11502	0,238	0,096	0,019	0,066	1,089	0,255	1,76	1,509	6,387%	1,271%	4,358%	72,194%	14,475%	6,387%
Montes de Oca	Mercedes	11503	0,194	0,419	0,039	0,096	0,505	0,186	1,44	1,251	15,474%	33,476%	3,085%	7,650%	40,315%	12,965%
Montes de Oca	San Rafael	11504	2,746	0,021	0,144	2,941	1,589	0,186	7,63	7,441	36,906%	0,277%	1,938%	39,523%	21,356%	2,438%
Curridabat	Curridabat	11801	0,198	0,429	1,202	0,725	2,656	0,929	6,14	5,210	3,796%	8,226%	23,074%	13,921%	50,983%	15,135%
Curridabat	Granadilla	11802	0,411	0,031	0,025	1,027	1,760	0,353	3,61	3,254	12,641%	0,948%	0,770%	31,555%	54,086%	9,796%
Curridabat	Sánchez	11803	0,396	0,217	0,047	2,009	1,497	0,406	4,57	4,165	9,497%	5,200%	1,122%	48,238%	35,943%	8,889%
Curridabat	Tirrases	11804	0,348	0,057	0,175	0,159	0,918	0,220	1,88	1,657	20,974%	3,457%	10,573%	9,580%	55,417%	11,699%
Alajuela	Alajuela	20101	0,725	0,564	0,379	1,964	4,351	1,038	9,02	7,982	9,085%	7,064%	4,743%	24,600%	54,508%	11,506%
Alajuela	San José	20102	0,605	0,109	1,569	5,927	5,507	0,933	14,65	13,718	4,412%	0,798%	11,440%	43,204%	40,146%	6,370%
Alajuela	Carrizal	20103	2,542	0,027	0,018	12,002	1,157	0,386	16,13	15,746	16,141%	0,174%	0,114%	76,222%	7,350%	2,393%
Alajuela	San Antonio	20104	0,338	0,092	1,021	3,564	3,233	0,562	8,81	8,248	4,103%	1,112%	12,375%	43,212%	39,198%	6,378%
Alajuela	La Garita	20105	2,684	0,071	1,457	15,375	7,742	0,842	28,17	27,329	9,820%	0,259%	5,330%	56,260%	28,330%	2,988%
Alajuela	San Isidro	20106	7,537	0,216	0,146	24,457	3,047	0,581	35,98	35,402	21,289%	0,609%	0,412%	69,084%	8,606%	1,614%
Alajuela	Sabanilla	20107	4,402	0,015	0,691	19,762	1,950	0,554	27,37	26,820	16,413%	0,057%	2,577%	73,681%	7,272%	2,025%
Alajuela	San Rafael	20108	2,768	0,379	0,941	10,455	4,100	0,701	19,34	18,644	14,848%	2,034%	5,047%	56,080%	21,991%	3,624%
Alajuela	Río Segundo	20109	0,352	0,082	1,307	1,398	1,844	0,426	5,41	4,983	7,070%	1,649%	26,230%	28,049%	37,003%	7,876%
Alajuela	Desamparados	20110	1,542	0,070	0,134	7,067	3,747	0,513	13,07	12,560	12,280%	0,560%	1,063%	56,267%	29,829%	3,927%
Alajuela	Turrúcares	20111	9,261	0,178	0,614	21,129	4,333	0,393	35,91	35,515	26,077%	0,500%	1,730%	59,493%	12,200%	1,096%
Alajuela	Tambor	20112	2,165	0,051	0,816	8,324	2,268	0,332	13,96	15,891%	15,891%	0,378%	5,991%	61,094%	16,647%	2,381%
Alajuela	Guácima	20113	3,059	0,414	1,823	20,527	7,307	0,548	33,68	9,233%	9,233%	1,249%	5,502%	61,960%	22,056%	1,627%
Atenas	Atenas	20501	1,675	0,157	0,255	4,667	2,834	0,180	9,77	17,469%	17,469%	1,641%	2,660%	48,675%	29,555%	1,846%
Atenas	Jesús	20502	7,890	0,057	0,016	8,546	1,705	0,171	18,39	43,316%	43,316%	0,313%	0,088%	46,920%	9,363%	0,930%
Atenas	Mercedes	20503	1,391	0,000	0,170	4,330	1,833	0,085	7,81	18,004%	18,004%	0,000%	2,202%	56,059%	23,734%	1,087%
Atenas	Concepción	20505	6,341	0,242	0,281	13,035	1,738	0,147	21,78	29,307%	29,307%	1,118%	1,300%	60,241%	8,033%	0,673%
Atenas	Escobal	20508	9,813	0,022	0,098	15,155	0,828	0,145	26,06	37,864%	37,864%	0,084%	0,380%	58,477%	3,195%	0,557%
Poás	San Pedro	20801	1,304	0,092	0,102	10,254	1,481	0,322	13,55	9,857%	9,857%	0,694%	0,772%	77,488%	11,189%	2,375%
Poás	San Juan	20802	5,294	0,010	0,025	6,654	1,147	0,161	13,29	40,319%	40,319%	0,076%	0,193%	50,679%	8,733%	1,211%
Poás	San Rafael	20803	2,046	0,035	0,123	10,607	1,169	0,242	14,22	14,635%	14,635%	0,249%	0,883%	75,873%	8,360%	1,701%
Poás	Carrillos	20804	1,510	0,039	0,180	6,556	1,617	0,198	10,10	15,245%	15,245%	0,396%	1,819%	66,206%	16,334%	1,962%
Poás	Sabana Redonda	20805	3,370	0,030	0,194	10,550	1,088	0,394	15,63	22,125%	22,125%	0,196%	1,270%	69,265%	7,143%	2,520%

*Calculo respecto al área total del distrito menos el área de carreteras

Cuadro A 1. Áreas obtenidas según uso de suelo para los distritos de la GAM (cont.)

Cantón	Distrito	Código de Distrito	Área en km²								Cobertura*					Porcentaje de carreteras
			Bosque	Comercial y de servicios	Industrial	Agropecuaria	Urbana	Carretera	Total	Total sin carreteras	Bosque	Comercial y de servicios	Industrial	Agropecuaria	Urbana	
Cartago	Oriental	30101	0,010	0,244	0,031	0,055	1,256	0,435	2,03	0,630%	0,630%	15,289%	1,965%	3,455%	78,660%	21,411%
Cartago	Occidental	30102	0,033	0,186	0,042	0,224	1,138	0,378	2,00	2,056%	2,056%	11,480%	2,577%	13,804%	70,085%	18,890%
Cartago	Carmen	30103	0,191	0,051	0,154	1,756	1,826	0,370	4,35	3,978	4,812%	1,273%	3,868%	44,137%	45,910%	8,501%
Cartago	San Nicolás	30104	6,626	0,246	2,161	16,434	2,998	0,870	29,33	28,465	23,276%	0,866%	7,593%	57,733%	10,532%	2,966%
Cartago	Guadalupe o Arenilla	30106	1,651	0,107	0,931	8,621	1,461	0,551	13,32	12,771	12,926%	0,837%	7,293%	67,507%	11,437%	4,138%
Cartago	Tierra Blanca	30108	2,801	0,028	0,170	8,870	0,630	0,277	12,78	12,499	22,408%	0,227%	1,364%	70,962%	5,040%	2,167%
Cartago	Llano Grande	30110	9,832	0,025	0,138	19,044	0,766	0,448	30,25	29,805	32,986%	0,083%	0,462%	63,896%	2,572%	1,482%
Cartago	Quebradilla	30111	6,228	0,036	0,358	9,589	0,951	0,278	17,44	17,163	36,286%	0,212%	2,086%	55,873%	5,543%	1,596%
Paraíso	Paraíso	30201	4,712	0,180	0,124	18,469	2,657	0,895	27,04	26,142	18,024%	0,690%	0,475%	70,649%	10,162%	3,311%
Paraíso	Santiago	30202	5,312	0,044	0,107	18,605	1,037	0,292	25,40	25,105	21,159%	0,175%	0,428%	74,108%	4,130%	1,151%
Paraíso	Cachí	30204	22,242	0,028	0,145	17,944	0,662	0,303	41,32	41,022	54,220%	0,069%	0,355%	43,743%	1,613%	0,734%
Paraíso	Llanos de Santa Lucía	30205	0,652	0,085	0,279	4,228	0,927	0,373	6,54	6,171	10,568%	1,375%	4,514%	68,522%	15,020%	5,704%
La Unión	Tres Ríos	30301	0,058	0,125	0,106	0,476	1,118	0,278	2,16	1,882	3,070%	6,639%	5,620%	25,260%	59,412%	12,860%
La Unión	San Diego	30302	3,783	0,105	0,135	1,923	1,635	0,288	7,87	7,581	49,907%	1,380%	1,777%	25,372%	21,563%	3,665%
La Unión	San Juan	30303	0,083	0,104	0,085	1,717	1,533	0,401	3,92	3,521	2,345%	2,940%	2,415%	48,768%	43,532%	10,220%
La Unión	San Rafael	30304	4,227	0,111	0,167	3,229	1,518	0,338	9,59	9,252	45,682%	1,202%	1,807%	34,897%	16,412%	3,525%
La Unión	Concepción	30305	0,461	0,173	0,105	1,535	1,323	0,222	3,82	3,596	12,807%	4,800%	2,914%	42,686%	36,793%	5,826%
La Unión	Dulce Nombre	30306	3,809	0,048	0,180	3,680	0,601	0,136	8,45	8,319	45,785%	0,576%	2,169%	44,242%	7,228%	1,607%
La Unión	San Ramón	30307	1,086	0,159	0,018	0,892	1,299	0,115	3,57	3,455	31,444%	4,603%	0,514%	25,832%	37,608%	3,223%
La Unión	Río Azul	30308	1,340	0,016	0,459	2,241	0,859	0,141	5,06	4,915	27,260%	0,333%	9,342%	45,590%	17,475%	2,779%
Alvarado	Pacayas	30601	3,620	0,105	0,030	25,217	0,936	0,488	30,40	29,908	12,104%	0,351%	0,100%	84,314%	3,131%	1,606%
Alvarado	Cervantes	30602	1,503	0,055	0,075	12,430	0,819	0,232	15,11	14,881	10,097%	0,370%	0,506%	83,526%	5,500%	1,533%
Alvarado	Capellades	30603	14,198	0,025	0,447	18,669	0,479	0,258	34,08	33,819	41,983%	0,075%	1,322%	55,202%	1,417%	0,758%
Oreamuno	San Rafael	30701	0,508	0,165	0,294	6,183	2,481	0,686	10,32	9,632	5,278%	1,715%	3,054%	64,198%	25,755%	6,652%
Oreamuno	Cot	30702	0,515	0,061	0,200	12,870	0,941	0,418	15,00	14,587	3,528%	0,416%	1,370%	88,235%	6,451%	2,787%
Oreamuno	Potrero Cerrado	30703	4,629	0,080	0,070	12,700	0,437	0,204	18,12	17,917	25,838%	0,447%	0,392%	70,882%	2,441%	1,127%
Oreamuno	Cipreses	30704	0,137	0,019	0,006	8,543	0,424	0,193	9,32	9,129	1,503%	0,211%	0,068%	93,574%	4,645%	2,067%
Oreamuno	Santa Rosa	30705	2,937	0,017	0,117	14,478	0,268	0,168	17,98	17,817	16,485%	0,095%	0,657%	81,260%	1,502%	0,935%
El Guarco	El Tejar	30801	0,174	0,083	0,399	2,899	2,009	0,577	6,14	5,564	3,127%	1,498%	7,169%	52,097%	36,109%	9,396%
El Guarco	Tobosi	30803	5,142	0,019	0,034	13,672	0,686	0,248	19,80	19,554	26,297%	0,099%	0,175%	69,922%	3,507%	1,254%
Heredia	Heredia	40101	0,027	0,323	0,004	0,176	1,808	0,618	2,96	2,338	1,156%	13,814%	0,185%	7,523%	77,322%	20,903%
Heredia	Mercedes	40102	0,158	0,105	0,076	0,688	2,596	0,623	4,25	3,623	4,355%	2,895%	2,109%	18,981%	71,660%	14,671%
Heredia	San Francisco	40103	0,101	0,234	0,589	1,505	2,995	0,852	6,28	5,423	1,867%	4,306%	10,851%	27,746%	55,230%	13,579%
Heredia	Ulloa	40104	0,281	0,351	1,393	5,683	2,807	1,105	11,62	10,515	2,671%	3,336%	13,249%	54,047%	26,697%	9,506%

*Calculo respecto al área total del distrito menos el área de carreteras

Cuadro A 1. Áreas obtenidas según uso de suelo para los distritos de la GAM (cont.)

Cantón	Distrito	Código de Distrito	Área en km²								Cobertura*					Porcentaje de carreteras
			Bosque	Comercial y de servicios	Industrial	Agropecuaria	Urbana	Carretera	Total	Total sin carreteras	Bosque	Comercial y de servicios	Industrial	Agropecuaria	Urbana	
Barva	Barva	40201	0,092	0,066	0,023	0,141	0,390	0,110	0,82	0,712	12,926%	9,264%	3,209%	19,850%	54,752%	13,331%
Barva	San Pedro	40202	0,525	0,048	0,060	4,733	1,641	0,262	7,27	7,006	7,496%	0,679%	0,857%	67,549%	23,419%	3,598%
Barva	San Pablo	40203	0,638	0,037	0,047	4,572	1,541	0,206	7,04	6,835	9,333%	0,539%	0,685%	66,902%	22,541%	2,928%
Barva	San Roque	40204	0,091	0,005	0,001	0,538	0,510	0,112	1,26	1,144	7,943%	0,416%	0,044%	47,021%	44,575%	8,880%
Barva	Santa Lucía	40205	0,277	0,016	0,027	1,455	0,947	0,174	2,90	2,721	10,165%	0,585%	1,008%	53,453%	34,790%	6,013%
Barva	S,J, de la Montaña	40206	18,775	0,064	0,082	15,333	2,151	0,270	36,68	36,406	51,571%	0,177%	0,225%	42,117%	5,910%	0,736%
Santo Domingo	Santo Domingo	40301	0,000	0,035	0,002	0,004	0,565	0,184	0,79	0,605	0,000%	5,728%	0,304%	0,622%	93,346%	23,347%
Santo Domingo	San Vicente	40302	0,151	0,089	0,045	1,633	0,792	0,239	2,95	2,711	5,552%	3,300%	1,674%	60,245%	29,228%	8,099%
Santo Domingo	San Miguel	40303	0,762	0,171	0,146	3,208	1,354	0,247	5,89	5,641	13,504%	3,031%	2,592%	56,878%	23,996%	4,199%
Santo Domingo	Paracito	40304	0,375	0,017	0,016	0,426	0,265	0,054	1,15	1,099	34,145%	1,529%	1,484%	38,740%	24,102%	4,668%
Santo Domingo	Santo Tomás	40305	0,212	0,046	0,079	1,816	1,197	0,167	3,52	3,349	6,318%	1,361%	2,365%	54,223%	35,733%	4,740%
Santo Domingo	Santa Rosa	40306	0,431	0,128	0,722	1,935	0,827	0,216	4,26	4,042	10,656%	3,171%	17,853%	47,875%	20,446%	5,079%
Santo Domingo	Tures	40307	0,228	0,009	0,023	2,871	0,626	0,107	3,86	3,756	6,065%	0,244%	0,608%	76,427%	16,656%	2,776%
Santo Domingo	Para	40308	0,267	0,045	0,004	1,689	0,664	0,139	2,81	2,668	9,989%	1,694%	0,132%	63,314%	24,871%	4,956%
Santa Bárbara	Santa Bárbara	40401	0,047	0,050	0,031	0,422	0,555	0,154	1,26	1,104	4,235%	4,526%	2,791%	38,178%	50,270%	12,213%
Santa Bárbara	San Pedro	40402	0,135	0,017	0,003	1,431	0,743	0,147	2,48	2,331	5,806%	0,748%	0,146%	61,420%	31,880%	5,929%
Santa Bárbara	San Juan	40403	0,214	0,034	0,039	2,530	1,470	0,209	4,50	4,287	4,991%	0,788%	0,903%	59,023%	34,295%	4,650%
Santa Bárbara	Jesús	40404	1,264	0,182	0,119	7,646	1,646	0,375	11,23	10,856	11,643%	1,673%	1,093%	70,430%	15,162%	3,336%
Santa Bárbara	Santo Domingo	40405	12,460	0,028	0,019	12,913	0,838	0,302	26,56	26,258	47,451%	0,107%	0,072%	49,178%	3,193%	1,139%
Santa Bárbara	Puraba	40406	0,822	0,027	0,038	4,129	0,887	0,195	6,10	5,902	13,920%	0,460%	0,644%	69,953%	15,023%	3,206%
San Rafael	San Rafael	40501	0,015	0,043	0,014	0,070	0,985	0,188	1,31	1,127	1,371%	3,819%	1,216%	6,198%	87,397%	14,311%
San Rafael	San Josécito	40502	0,035	0,017	0,000	0,236	0,845	0,171	1,30	1,133	3,068%	1,501%	0,037%	20,831%	74,563%	13,113%
San Rafael	Santiago	40503	0,014	0,055	0,043	0,603	0,658	0,157	1,53	1,372	0,986%	4,018%	3,109%	43,949%	47,937%	10,252%
San Rafael	Ángeles	40504	6,491	0,092	0,095	10,147	3,890	0,466	21,18	20,714	31,334%	0,443%	0,458%	48,986%	18,778%	2,200%
San Rafael	Concepción	40505	8,682	0,037	0,153	11,518	2,071	0,299	22,76	22,462	38,651%	0,166%	0,682%	51,279%	9,222%	1,315%
San Isidro	San Isidro	40601	0,031	0,103	0,006	1,279	0,937	0,194	2,55	2,357	1,306%	4,385%	0,267%	54,288%	39,754%	7,592%
San Isidro	San José	40602	2,570	0,296	0,052	6,164	2,023	0,289	11,40	11,106	23,143%	2,663%	0,471%	55,504%	18,219%	2,538%
San Isidro	Concepción	40603	3,496	0,030	0,042	3,474	0,821	0,107	7,97	7,863	44,457%	0,386%	0,530%	44,188%	10,439%	1,337%
San Isidro	San Francisco	40604	0,010	0,008	0,010	3,667	0,692	0,164	4,55	4,387	0,230%	0,172%	0,236%	83,584%	15,779%	3,614%
Belén	San Antonio	40701	0,047	0,168	0,243	1,137	1,635	0,321	3,55	3,230	1,443%	5,211%	7,532%	35,210%	50,604%	9,047%
Belén	La Rivera	40702	0,258	0,185	1,066	1,082	1,378	0,358	4,33	3,968	6,504%	4,651%	26,860%	27,259%	34,726%	8,277%
Belén	Asunción	40703	0,170	0,182	0,598	1,064	2,091	0,476	4,58	4,106	4,138%	4,430%	14,571%	25,925%	50,937%	10,381%
Flores	San Joaquín	40801	0,148	0,115	0,382	0,949	0,865	0,248	2,71	2,459	6,023%	4,684%	15,520%	38,600%	35,173%	9,160%
Flores	Barrantes	40802	0,072	0,011	0,000	1,139	0,766	0,152	2,14	1,987	3,607%	0,560%	0,008%	57,297%	38,528%	7,087%
Flores	Llorente	40803	0,009	0,014	0,386	0,352	0,886	0,246	1,89	1,646	0,517%	0,823%	23,478%	21,371%	53,812%	13,009%
San Pablo	San Pablo	40901	0,073	0,143	0,098	2,899	2,331	0,455	6,00	5,544	1,315%	2,586%	1,764%	52,285%	42,050%	7,581%
San Pablo	Rincón de Sabanilla	40902	0,137	0,116	0,108	1,170	0,684	0,188	2,40	2,216	6,161%	5,248%	4,892%	52,805%	30,893%	7,804%

*Calculo respecto al área total del distrito menos el área de carreteras

Cuadro A 2. Población total clasificada por grupos de edad para los distritos de la GAM

Cantón	Distrito	Código de distrito	Cantidad de habitantes por grupo de edad en miles				Porcentaje de habitantes por grupo de edad				Población total en miles	Densidad de población (1000 habitantes/km^2)
			0-14	15-24	25-64	65 o más	0-14	15-24	25-64	65 o más		
San José	Carmen	10101	0,297	0,454	2,081	0,342	9,35%	14,29%	65,51%	10,77%	3,177	1,813
San José	Merced	10102	2,715	2,571	7,531	1,261	19,27%	18,25%	53,45%	8,95%	14,091	5,352
San José	Hospital	10103	4,373	3,920	11,578	1,936	20,03%	17,96%	53,04%	8,87%	21,827	5,701
San José	Catedral	10104	2,275	2,422	8,697	1,461	15,30%	16,29%	58,49%	9,83%	14,868	5,600
San José	Zapote	10105	3,279	3,266	12,187	2,043	15,77%	15,71%	58,61%	9,83%	20,794	6,554
San José	San Fco, de Dos Ríos	10106	3,466	3,510	13,371	2,247	15,33%	15,52%	59,13%	9,94%	22,614	7,541
San José	Uruca	10107	9,423	7,781	16,681	2,794	25,67%	21,19%	45,44%	7,61%	36,713	3,800
San José	Mata Redonda	10108	1,356	1,559	5,752	0,964	14,07%	16,17%	59,67%	10,00%	9,640	2,259
San José	Pavas	10109	16,931	14,409	41,153	6,914	21,30%	18,13%	51,78%	8,70%	79,479	7,643
San José	Hatillo	10110	10,874	9,392	29,856	5,015	19,70%	17,02%	54,10%	9,09%	55,187	11,829
San José	San Sebastián	10111	8,434	7,653	23,938	3,993	19,14%	17,37%	54,33%	9,06%	44,058	10,067
Escazú	Escazú	10201	2,682	2,134	7,355	1,041	20,28%	16,14%	55,62%	7,87%	13,224	2,736
Escazú	San Antonio	10202	5,726	4,164	12,921	1,843	23,20%	16,87%	52,36%	7,47%	24,677	1,327
Escazú	San Rafael	10203	5,259	4,180	14,383	2,050	20,31%	16,14%	55,54%	7,92%	25,896	1,675
Desamparados	Desamparados	10301	7,418	6,494	19,531	2,385	20,69%	18,11%	54,46%	6,65%	35,861	11,177
Desamparados	San Miguel	10302	8,405	6,364	16,995	2,091	24,80%	18,78%	50,15%	6,17%	33,887	1,504
Desamparados	San Juan de Dios	10303	5,485	4,102	10,235	1,255	26,00%	19,44%	48,51%	5,95%	21,097	6,537
Desamparados	S,R,Arriba	10304	3,707	2,991	8,541	1,045	22,74%	18,35%	52,40%	6,41%	16,299	4,907
Desamparados	San Antonio	10305	1,945	1,766	5,917	0,732	18,76%	17,03%	57,06%	7,06%	10,370	4,654
Desamparados	Patarrá	10307	3,424	2,534	6,193	0,766	26,48%	19,60%	47,90%	5,92%	12,929	0,751
Desamparados	Damas	10310	3,152	2,521	7,365	0,902	22,59%	18,07%	52,78%	6,46%	13,953	5,126
Desamparados	S,R,Abajo	10311	5,887	4,780	12,692	1,547	23,61%	19,17%	50,91%	6,21%	24,929	11,700
Desamparados	Gravilias	10312	2,875	2,672	9,172	1,124	18,13%	16,85%	57,84%	7,09%	15,858	5,059
Desamparados	Los Guidos	10313	7,747	5,322	11,520	1,409	29,77%	20,45%	44,27%	5,41%	26,023	7,800
Aserrí	Aserrí	10601	6,716	5,228	14,492	1,606	23,93%	18,63%	51,63%	5,72%	28,068	1,868
Aserrí	Salitrillos	10607	3,484	2,623	6,945	0,776	25,17%	18,95%	50,18%	5,61%	13,841	0,957
Mora	Colón	10701	3,598	3,113	9,403	1,316	20,64%	17,86%	53,95%	7,55%	17,430	0,278
Goicoechea	Guadalupe	10801	3,624	3,793	13,048	1,959	16,15%	16,90%	58,13%	8,73%	22,444	8,332
Goicoechea	San Francisco	10802	0,390	0,398	1,250	0,186	17,52%	17,88%	56,15%	8,36%	2,226	4,064
Goicoechea	Calle Blancos	10803	4,175	3,924	11,375	1,721	19,68%	18,50%	53,62%	8,11%	21,214	7,943
Goicoechea	Mata de Plátano	10804	4,023	3,452	10,006	1,503	21,17%	18,17%	52,66%	7,91%	19,001	2,213
Goicoechea	Ipís	10805	6,318	5,272	14,584	2,205	22,24%	18,56%	51,34%	7,76%	28,405	9,398
Goicoechea	Rancho Redondo	10806	0,687	0,544	1,378	0,205	24,39%	19,31%	48,92%	7,28%	2,817	0,203
Goicoechea	Purral	10807	8,227	6,325	14,087	2,117	26,72%	20,55%	45,76%	6,88%	30,785	9,185
Santa Ana	Santa Ana	10901	2,475	1,951	6,976	0,796	20,27%	15,98%	57,14%	6,52%	12,209	2,190
Santa Ana	Salitral	10902	1,223	0,847	2,310	0,263	26,32%	18,23%	49,71%	5,66%	4,647	0,211
Santa Ana	Pozos	10903	4,266	2,905	8,961	1,038	24,82%	16,90%	52,14%	6,04%	17,186	1,161
Santa Ana	Uruca	10904	1,817	1,267	4,160	0,473	23,52%	16,40%	53,86%	6,12%	7,724	1,034

Cuadro A 2. Población total clasificada por grupos de edad para los distritos de la GAM (cont.)

Cantón	Distrito	Código de distrito	Cantidad de habitantes por grupo de edad en miles				Porcentaje de habitantes por grupo de edad				Población total en miles	Densidad de población (1000 habitantes/km^2)
			0-14	15-24	25-64	65 ó más	0-14	15-24	25-64	65 o más		
Santa Ana	Piedades	10905	1,937	1,453	4,805	0,559	22,11%	16,58%	54,84%	6,38%	8,762	0,665
Santa Ana	Brasil	10906	0,659	0,475	1,420	0,153	24,32%	17,53%	52,41%	5,65%	2,710	0,788
Alajuelita	Alajuelita	11001	2,817	2,255	6,664	0,664	22,70%	18,17%	53,69%	5,35%	12,412	9,222
Alajuelita	San Josécito	11002	2,889	2,168	5,467	0,548	26,07%	19,56%	49,33%	4,94%	11,083	4,841
Alajuelita	San Antonio	11003	1,365	0,984	2,473	0,238	26,95%	19,43%	48,83%	4,70%	5,065	0,491
Alajuelita	Concepción	11004	5,184	3,928	9,841	0,988	25,97%	19,68%	49,30%	4,95%	19,960	6,478
Alajuelita	San Felipe	11005	9,941	6,967	15,399	1,542	29,34%	20,56%	45,45%	4,55%	33,881	6,134
Vázquez de Coronado	San Isidro	11101	3,807	3,049	9,654	1,122	21,57%	17,28%	54,70%	6,36%	17,649	3,143
Vázquez de Coronado	San Rafael	11102	1,749	1,326	3,964	0,464	23,29%	17,66%	52,78%	6,18%	7,510	0,406
Vázquez de Coronado	Dulce Nombre de Jesús	11103	2,494	1,835	5,477	0,639	23,86%	17,55%	52,39%	6,11%	10,455	0,147
Vázquez de Coronado	Patalillo	11104	4,828	3,774	11,756	1,377	22,19%	17,35%	54,04%	6,33%	21,755	10,767
Vázquez de Coronado	Cascajal	11105	1,875	1,325	3,683	0,430	25,62%	18,10%	50,32%	5,87%	7,320	0,051
Tibás	San Juan	11301	4,603	4,247	14,383	2,511	17,86%	16,48%	55,82%	9,74%	25,767	6,433
Tibás	Cinco Esquinas	11302	1,910	1,512	3,442	0,603	25,56%	20,23%	46,05%	8,07%	7,474	8,977
Tibás	Anselmo Llorente	11303	2,128	1,935	6,663	1,178	17,86%	16,24%	55,92%	9,89%	11,915	7,184
Tibás	León XIII	11304	4,985	3,628	7,287	1,273	29,00%	21,11%	42,39%	7,41%	17,189	17,292
Tibás	Colima	11305	3,423	2,833	8,474	1,488	21,09%	17,45%	52,20%	9,17%	16,233	7,008
Moravia	San Jerónimo	11401	5,511	4,976	18,511	2,808	17,31%	15,63%	58,15%	8,82%	31,835	5,772
Moravia	La Trinidad	11402	1,525	1,105	3,305	0,498	23,68%	17,16%	51,33%	7,73%	6,439	0,334
Moravia	San Vicente	11403	4,924	3,533	10,424	1,584	24,04%	17,25%	50,89%	7,73%	20,484	4,101
Montes de Oca	San Pedro	11501	4,851	4,940	16,437	2,928	16,62%	16,93%	56,33%	10,03%	29,182	4,974
Montes de Oca	Sabanilla	11502	2,448	2,272	7,036	1,259	18,79%	17,44%	54,01%	9,66%	13,027	6,020
Montes de Oca	Mercedes	11503	1,007	0,995	3,133	0,555	17,68%	17,47%	55,01%	9,75%	5,695	3,373
Montes de Oca	San Rafael	11504	2,992	2,463	5,686	1,015	24,59%	20,24%	46,73%	8,34%	12,167	1,354
Curridabat	Curridabat	11801	6,081	5,330	17,989	2,432	19,09%	16,73%	56,46%	7,63%	31,861	4,447
Curridabat	Granadilla	11802	4,077	3,052	8,443	1,153	24,35%	18,23%	50,43%	6,89%	16,741	4,334
Curridabat	Sánchez	11803	1,303	1,028	3,303	0,441	21,43%	16,91%	54,32%	7,25%	6,081	1,286
Curridabat	Tirrases	11804	5,398	3,714	8,397	1,147	28,91%	19,89%	44,97%	6,14%	18,674	8,596
Alajuela	Alajuela	20101	8,988	7,825	25,802	3,280	19,57%	17,03%	56,17%	7,14%	45,938	4,840
Alajuela	San José	20102	10,127	7,879	23,830	3,061	22,54%	17,53%	53,03%	6,81%	44,939	2,859
Alajuela	Carrizal	20103	1,884	1,419	3,737	0,478	25,04%	18,86%	49,66%	6,35%	7,525	0,431
Alajuela	San Antonio	20104	6,265	4,777	13,943	1,785	23,38%	17,83%	52,04%	6,66%	26,795	2,877
Alajuela	La Garita	20105	5,679	4,121	10,873	1,394	25,71%	18,66%	49,23%	6,31%	22,088	0,723
Alajuela	San Isidro	20106	4,670	3,533	9,522	1,223	24,62%	18,63%	50,21%	6,45%	18,966	0,482
Alajuela	Sabanilla	20107	2,760	2,016	4,795	0,610	27,08%	19,78%	47,05%	5,99%	10,191	0,209
Alajuela	San Rafael	20108	6,805	5,273	14,863	1,898	23,57%	18,27%	51,49%	6,58%	28,866	1,364
Alajuela	Río Segundo	20109	2,579	2,082	6,177	0,791	22,16%	17,89%	53,07%	6,80%	11,640	2,010
Alajuela	Desamparados	20110	6,833	5,123	14,458	1,857	24,15%	18,10%	51,09%	6,56%	28,297	2,053

Cuadro A 2. Población total clasificada por grupos de edad para los distritos de la GAM (cont.)

Cantón	Distrito	Código de distrito	Cantidad de habitantes por grupo de edad en miles				Porcentaje de habitantes por grupo de edad				Población total en miles	Densidad de población (1000 habitantes/km^2)
			0-14	15-24	25-64	65 o más	0-14	15-24	25-64	65 o más		
Alajuela	Turrúcares	20111	2,036	1,546	4,246	0,539	24,31%	18,46%	50,70%	6,44%	8,375	0,212
Alajuela	Tambor	20112	3,021	2,228	5,927	0,760	25,29%	18,65%	49,61%	6,36%	11,947	0,802
Alajuela	Guácima	20113	1,786	1,451	4,345	0,560	21,92%	17,80%	53,32%	6,87%	8,150	0,218
Atenas	Atenas	20501	1,525	1,273	4,049	0,722	20,13%	16,80%	53,45%	9,53%	7,576	0,845
Atenas	Jesús	20502	0,828	0,658	1,967	0,349	21,76%	17,29%	51,69%	9,17%	3,805	0,215
Atenas	Mercedes	20503	0,738	0,584	1,681	0,298	22,34%	17,68%	50,88%	9,02%	3,304	0,377
Atenas	Concepción	20505	0,816	0,642	1,891	0,328	22,17%	17,44%	51,38%	8,91%	3,680	0,145
Atenas	Escobal	20508	0,171	0,154	0,493	0,078	19,07%	17,17%	54,97%	8,70%	0,897	0,032
Poás	San Pedro	20801	1,737	1,381	3,970	0,491	22,90%	18,20%	52,33%	6,47%	7,586	0,516
Poás	San Juan	20802	1,178	0,891	2,375	0,292	24,85%	18,80%	50,10%	6,16%	4,740	0,307
Poás	San Rafael	20803	1,412	1,054	2,757	0,346	25,33%	18,91%	49,46%	6,21%	5,574	0,380
Poás	Carrillos	20804	2,501	1,768	4,488	0,565	26,80%	18,95%	48,10%	6,06%	9,331	0,992
Poás	Sabana Redonda	20805	0,706	0,506	1,142	0,133	28,36%	20,33%	45,88%	5,34%	2,489	0,114
Cartago	Oriental	30101	1,991	2,111	7,289	1,005	16,05%	17,01%	58,75%	8,10%	12,407	5,116
Cartago	Occidental	30102	1,626	1,698	5,877	0,815	16,22%	16,94%	58,62%	8,13%	10,025	4,975
Cartago	Carmen	30103	3,745	3,336	9,490	1,310	20,92%	18,64%	53,02%	7,32%	17,898	4,129
Cartago	San Nicolás	30104	6,501	5,294	13,116	1,821	24,30%	19,79%	49,02%	6,81%	26,757	0,919
Cartago	Guadalupe o Arenilla	30106	3,406	2,872	7,682	1,065	22,65%	19,10%	51,08%	7,08%	15,039	1,104
Cartago	Tierra Blanca	30108	1,344	1,028	2,514	0,339	25,70%	19,66%	48,07%	6,48%	5,230	0,399
Cartago	Llano Grande	30110	1,156	0,893	2,140	0,284	25,82%	19,95%	47,80%	6,34%	4,477	0,146
Cartago	Quebradilla	30111	1,459	1,108	2,612	0,356	26,33%	20,00%	47,15%	6,43%	5,540	0,286
Paraíso	Paraíso	30201	4,505	3,882	10,720	1,322	22,03%	18,98%	52,43%	6,47%	20,448	0,750
Paraíso	Santiago	30202	1,541	1,190	2,742	0,338	26,49%	20,46%	47,14%	5,81%	5,816	0,218
Paraíso	Cachí	30204	1,337	1,069	2,713	0,337	24,48%	19,57%	49,68%	6,17%	5,461	0,148
Paraíso	Llanos de Santa Lucía	30205	4,885	3,554	7,657	0,943	28,64%	20,84%	44,90%	5,53%	17,055	2,441
La Unión	Tres Ríos	30301	1,521	1,537	5,535	0,594	16,54%	16,71%	60,19%	6,46%	9,196	3,904
La Unión	San Diego	30302	5,313	4,284	11,312	1,234	23,97%	19,33%	51,04%	5,57%	22,164	2,471
La Unión	San Juan	30303	2,927	2,534	7,736	0,845	20,83%	18,03%	55,04%	6,01%	14,055	3,835
La Unión	San Rafael	30304	3,420	2,662	7,419	0,812	23,87%	18,58%	51,79%	5,67%	14,327	1,612
La Unión	Concepción	30305	3,968	3,168	8,739	0,958	23,55%	18,80%	51,87%	5,69%	16,849	4,488
La Unión	Dulce Nombre	30306	2,098	1,568	3,881	0,423	26,30%	19,66%	48,65%	5,30%	7,978	0,945
La Unión	San Ramón	30307	0,791	0,723	2,325	0,252	19,32%	17,66%	56,78%	6,15%	4,095	0,972
La Unión	Río Azul	30308	3,509	2,638	5,832	0,637	27,79%	20,89%	46,18%	5,04%	12,628	2,369
Alvarado	Pacayas	30601	1,413	1,118	2,697	0,374	25,20%	19,94%	48,10%	6,67%	5,607	0,196
Alvarado	Cervantes	30602	1,586	1,260	2,989	0,409	25,38%	20,16%	47,83%	6,54%	6,250	0,405
Alvarado	Capellades	30603	0,616	0,489	1,195	0,156	25,06%	19,89%	48,61%	6,35%	2,458	0,067
Oreamuno	San Rafael	30701	6,273	5,132	14,374	1,702	22,81%	18,66%	52,26%	6,19%	27,507	2,703
Oreamuno	Cot	30702	2,747	1,962	4,571	0,550	27,92%	19,94%	46,46%	5,59%	9,839	0,639
Oreamuno	Potrero Cerrado	30703	0,595	0,454	1,188	0,135	25,06%	19,12%	50,04%	5,69%	2,374	0,122

Cuadro A 2. Población total clasificada por grupos de edad para los distritos de la GAM (cont.)

Cantón	Distrito	Código de distrito	Cantidad de habitantes por grupo de edad en miles				Porcentaje de habitantes por grupo de edad				Población total en miles	Densidad de población (1000 habitantes/km^2)
			0-14	15-24	25-64	65 o más	0-14	15-24	25-64	65 o más		
Oreamuno	Cipreses	30704	0,954	0,721	1,880	0,216	25,27%	19,10%	49,81%	5,72%	3,775	0,425
Oreamuno	Santa Rosa	30705	0,660	0,508	1,360	0,154	24,59%	18,92%	50,66%	5,74%	2,685	0,017
El Guarco	El Tejar	30801	6,029	4,785	12,856	1,414	24,01%	19,06%	51,20%	5,63%	25,108	4,123
El Guarco	Tobosi	30803	1,911	1,344	3,104	0,338	28,51%	20,05%	46,31%	5,04%	6,703	0,311
Heredia	Heredia	40101	2,727	2,841	12,083	1,529	14,20%	14,80%	62,94%	7,96%	19,198	6,607
Heredia	Mercedes	40102	5,313	4,267	15,109	1,922	19,95%	16,02%	56,72%	7,22%	26,636	6,174
Heredia	San Francisco	40103	12,310	9,036	26,574	3,387	23,97%	17,60%	51,75%	6,60%	51,355	7,689
Heredia	Ulloa	40104	7,055	5,247	16,267	2,071	23,00%	17,11%	53,04%	6,75%	30,669	2,527
Barva	Barva	40201	0,952	0,823	2,773	0,314	19,56%	16,91%	56,98%	6,45%	4,867	7,932
Barva	San Pedro	40202	2,500	1,844	5,107	0,580	24,90%	18,37%	50,86%	5,78%	10,040	1,324
Barva	San Pablo	40203	2,079	1,534	4,336	0,494	24,60%	18,15%	51,31%	5,85%	8,451	1,222
Barva	San Roque	40204	1,072	0,819	2,482	0,278	23,03%	17,59%	53,31%	5,97%	4,655	3,984
Barva	Santa Lucía	40205	1,570	1,268	4,040	0,457	21,38%	17,27%	55,03%	6,22%	7,342	2,488
Barva	S,J, de la Montaña	40206	1,410	1,039	2,978	0,337	24,44%	18,01%	51,62%	5,84%	5,769	0,155
Santo Domingo	Santo Domingo	40301	0,768	0,755	3,099	0,477	15,05%	14,79%	60,72%	9,35%	5,104	6,392
Santo Domingo	San Vicente	40302	1,420	1,183	3,948	0,618	19,79%	16,49%	55,02%	8,61%	7,176	2,295
Santo Domingo	San Miguel	40303	1,473	1,182	3,806	0,599	20,84%	16,73%	53,86%	8,48%	7,066	1,086
Santo Domingo	Paracito	40304	0,572	0,421	1,279	0,194	23,17%	17,06%	51,82%	7,86%	2,468	1,743
Santo Domingo	Santo Tomás	40305	1,417	1,157	3,888	0,611	20,02%	16,34%	54,92%	8,63%	7,079	1,791
Santo Domingo	Santa Rosa	40306	1,790	1,370	4,260	0,664	22,12%	16,93%	52,65%	8,21%	8,091	1,663
Santo Domingo	Tures	40307	0,892	0,676	1,989	0,304	23,08%	17,49%	51,47%	7,87%	3,865	0,964
Santo Domingo	Para	40308	0,751	0,625	2,041	0,320	20,08%	16,71%	54,57%	8,56%	3,740	1,230
Santa Bárbara	Santa Bárbara	40401	1,298	1,045	3,239	0,392	21,71%	17,48%	54,17%	6,56%	5,980	4,608
Santa Bárbara	San Pedro	40402	1,483	1,082	2,912	0,349	25,43%	18,55%	49,94%	5,98%	5,831	2,251
Santa Bárbara	San Juan	40403	1,832	1,389	4,169	0,502	23,19%	17,58%	52,78%	6,35%	7,899	1,730
Santa Bárbara	Jesús	40404	2,520	1,815	4,923	0,591	25,56%	18,41%	49,94%	5,99%	9,858	0,762
Santa Bárbara	Santo Domingo	40405	0,759	0,561	1,586	0,185	24,53%	18,13%	51,26%	5,98%	3,094	0,110
Santa Bárbara	Puraba	40406	1,143	0,859	2,417	0,288	24,26%	18,23%	51,30%	6,11%	4,711	0,742
San Rafael	San Rafael	40501	2,211	1,720	5,487	0,678	21,88%	17,02%	54,30%	6,71%	10,105	7,161
San Rafael	San Josécito	40502	2,829	2,116	6,450	0,804	23,17%	17,33%	52,82%	6,58%	12,210	9,414
San Rafael	Santiago	40503	2,141	1,579	4,621	0,577	23,99%	17,69%	51,77%	6,46%	8,926	5,569
San Rafael	Ángeles	40504	2,536	1,928	5,876	0,739	22,87%	17,39%	52,99%	6,66%	11,089	0,464
San Rafael	Concepción	40505	1,663	1,182	3,366	0,421	25,05%	17,81%	50,71%	6,34%	6,638	0,273
San Isidro	San Isidro	40601	1,259	1,041	3,337	0,413	20,79%	17,19%	55,11%	6,82%	6,056	2,031
San Isidro	San José	40602	1,732	1,349	4,029	0,502	22,73%	17,71%	52,88%	6,59%	7,619	0,660
San Isidro	Concepción	40603	0,576	0,468	1,487	0,188	21,16%	17,20%	54,64%	6,91%	2,722	0,327
San Isidro	San Francisco	40604	1,024	0,790	2,383	0,295	22,77%	17,57%	53,00%	6,56%	4,496	0,967
Belén	San Antonio	40701	2,367	1,935	5,798	0,784	21,73%	17,76%	53,22%	7,20%	10,894	2,832
Belén	La Rivera	40702	1,465	1,197	3,575	0,487	21,77%	17,79%	53,12%	7,24%	6,730	1,448
Belén	Asunción	40703	1,312	1,121	3,651	0,500	19,91%	17,01%	55,40%	7,59%	6,590	1,264
Flores	San Joaquín	40801	1,668	1,222	4,381	0,580	21,23%	15,55%	55,75%	7,38%	7,858	2,491
Flores	Barrantes	40802	1,003	0,716	2,509	0,336	21,96%	15,67%	54,92%	7,36%	4,568	1,786
Flores	Llorente	40803	2,494	1,618	4,939	0,663	25,65%	16,64%	50,80%	6,82%	9,723	4,901
San Pablo	San Pablo	40901	4,251	3,401	11,208	1,382	20,98%	16,79%	55,32%	6,82%	20,261	3,777
San Pablo	Rincón de Sabanilla	40902	1,779	1,462	4,931	0,612	20,23%	16,63%	56,08%	6,96%	8,792	3,456

Cuadro A 3. Hogares con carencias críticas y tenencia de vehículos para los distritos de la GAM

Cantón	Distrito	Código de distrito	Cantidad de hogares con carencias críticas					Porcentaje de hogares con carencias críticas					Porcentaje de viviendas con	
			Una carencia	Dos carencias	Tres carencias	Cuatro carencias	Total	Una carencia	Dos carencias	Tres carencias	Cuatro carencias	Total	Automóvil	Motocicleta
San José	Carmen	10101	62	5	0	0	67	5,70%	0,46%	0,00%	0,00%	6,16%	56,53%	3,93%
San José	Merced	10102	720	199	13	0	932	19,13%	5,29%	0,35%	0,00%	24,77%	26,87%	5,86%
San José	Hospital	10103	1106	202	24	7	1339	20,48%	3,74%	0,44%	0,13%	24,79%	26,34%	7,94%
San José	Catedral	10104	584	83	8	0	675	12,99%	1,85%	0,18%	0,00%	15,01%	31,00%	5,95%
San José	Zapote	10105	566	49	3	0	618	9,45%	0,82%	0,05%	0,00%	10,31%	50,90%	7,41%
San José	San Fco, de Dos Ríos	10106	556	15	2	0	573	8,73%	0,24%	0,03%	0,00%	9,00%	62,06%	7,71%
San José	Uruca	10107	2257	877	206	28	3368	26,03%	10,11%	2,38%	0,32%	38,84%	29,94%	5,21%
San José	Mata Redonda	10108	225	46	5	0	276	7,59%	1,55%	0,17%	0,00%	9,31%	63,88%	6,98%
San José	Pavas	10109	3084	990	285	45	4404	15,85%	5,09%	1,46%	0,23%	22,64%	41,20%	8,11%
San José	Hatillo	10110	1936	290	55	3	2284	13,58%	2,03%	0,39%	0,02%	16,02%	31,40%	9,31%
San José	San Sebastián	10111	1653	305	54	6	2018	14,24%	2,63%	0,47%	0,05%	17,39%	38,26%	10,09%
Escazú	Escazú	10201	564	77	10	0	651	15,82%	2,16%	0,28%	0,00%	18,26%	53,81%	9,95%
Escazú	San Antonio	10202	1164	159	20	0	1343	18,37%	2,51%	0,32%	0,00%	21,20%	46,45%	13,15%
Escazú	San Rafael	10203	556	85	15	0	656	8,01%	1,23%	0,22%	0,00%	9,46%	77,31%	9,21%
Desamparados	Desamparados	10301	1303	189	16	2	1510	12,91%	1,87%	0,16%	0,02%	14,96%	41,76%	10,02%
Desamparados	San Miguel	10302	1418	178	18	2	1616	16,24%	2,04%	0,21%	0,02%	18,51%	37,88%	12,45%
Desamparados	San Juan de Dios	10303	999	149	41	5	1194	18,90%	2,82%	0,78%	0,09%	22,58%	34,40%	11,16%
Desamparados	S,R,Arriba	10304	618	92	9	2	721	14,75%	2,20%	0,21%	0,05%	17,21%	46,24%	11,33%
Desamparados	San Antonio	10305	271	19	4	0	294	8,94%	0,63%	0,13%	0,00%	9,69%	57,04%	7,58%
Desamparados	Patarrá	10307	633	135	29	1	798	19,58%	4,18%	0,90%	0,03%	24,68%	38,11%	10,63%
Desamparados	Damas	10310	403	42	4	0	449	10,81%	1,13%	0,11%	0,00%	12,04%	46,11%	10,66%
Desamparados	S,R,Abajo	10311	1032	169	45	3	1249	15,52%	2,54%	0,68%	0,05%	18,78%	39,15%	9,29%
Desamparados	Gravilias	10312	353	19	0	0	372	7,63%	0,41%	0,00%	0,00%	8,04%	53,35%	9,36%
Desamparados	Los Guidos	10313	1680	435	82	3	2200	27,95%	7,24%	1,36%	0,05%	36,60%	18,17%	8,24%
Aserrí	Aserrí	10601	1377	220	23	2	1622	17,22%	2,75%	0,29%	0,03%	20,28%	38,95%	11,31%
Aserrí	Salitrillos	10607	948	187	37	3	1175	25,07%	4,94%	0,98%	0,08%	31,07%	31,14%	12,21%
Mora	Colón	10701	704	73	12	1	790	14,48%	1,50%	0,25%	0,02%	16,25%	53,11%	10,04%
Goicoechea	Guadalupe	10801	650	67	2	0	719	9,72%	1,00%	0,03%	0,00%	10,75%	44,68%	7,80%
Goicoechea	San Francisco	10802	114	17	1	0	132	17,59%	2,62%	0,15%	0,00%	20,37%	27,10%	4,75%
Goicoechea	Calle Blancos	10803	662	250	56	8	976	11,74%	4,43%	0,99%	0,14%	17,31%	43,33%	7,87%
Goicoechea	Mata de Plátano	10804	537	58	11	0	606	10,48%	1,13%	0,21%	0,00%	11,83%	56,46%	11,48%
Goicoechea	Ipís	10805	944	87	12	0	1043	12,89%	1,19%	0,16%	0,00%	14,24%	37,75%	9,78%
Goicoechea	Rancho Redondo	10806	168	31	6	1	206	25,30%	4,67%	0,90%	0,15%	31,02%	37,42%	14,24%
Goicoechea	Purral	10807	1573	380	53	5	2011	21,65%	5,23%	0,73%	0,07%	27,68%	29,81%	9,98%
Santa Ana	Santa Ana	10901	359	37	3	0	399	10,03%	1,03%	0,08%	0,00%	11,15%	62,30%	10,72%
Santa Ana	Salitral	10902	299	76	22	0	397	25,30%	6,43%	1,86%	0,00%	33,59%	37,25%	15,49%
Santa Ana	Pozos	10903	637	94	4	0	735	14,34%	2,12%	0,09%	0,00%	16,54%	65,69%	12,14%
Santa Ana	Uruca	10904	268	40	5	0	313	12,33%	1,84%	0,23%	0,00%	14,40%	60,06%	11,38%
Santa Ana	Piedades	10905	392	69	11	0	472	16,55%	2,91%	0,46%	0,00%	19,92%	56,86%	10,90%
Santa Ana	Brasil	10906	100	14	4	0	118	13,89%	1,94%	0,56%	0,00%	16,39%	49,79%	12,52%
Alajuelita	Alajuelita	11001	516	62	12	0	590	15,34%	1,84%	0,36%	0,00%	17,54%	37,80%	10,70%
Alajuelita	San Josécito	11002	545	100	9	2	656	18,94%	3,47%	0,31%	0,07%	22,79%	36,96%	13,53%
Alajuelita	San Antonio	11003	437	120	8	2	567	32,42%	8,90%	0,59%	0,15%	42,06%	34,49%	9,46%
Alajuelita	Concepción	11004	1053	193	29	0	1275	21,07%	3,86%	0,58%	0,00%	25,52%	27,18%	10,53%

Cuadro A 3. Hogares con carencias críticas y tenencia de vehículos para los distritos de la GAM (cont.)

Cantón	Distrito	Código de distrito	Cantidad de hogares con carencias críticas					Porcentaje de hogares con carencias críticas					Porcentaje de viviendas con	
			Una carencia	Dos carencias	Tres carencias	Cuatro carencias	Total	Una carencia	Dos carencias	Tres carencias	Cuatro carencias	Total	Automóvil	Motocicleta
Alajuelita	San Felipe	11005	1779	611	126	14	2530	22,56%	7,75%	1,60%	0,18%	32,09%	26,81%	9,57%
Vázquez de Coronado	San Isidro	11101	456	49	2	0	507	9,22%	0,99%	0,04%	0,00%	10,25%	58,38%	9,48%
Vázquez de Coronado	San Rafael	11102	317	81	14	0	412	16,21%	4,14%	0,72%	0,00%	21,06%	47,55%	11,34%
Vázquez de Coronado	Dulce Nombre de Jesús	11103	378	46	9	0	433	14,12%	1,72%	0,34%	0,00%	16,17%	45,39%	11,68%
Vázquez de Coronado	Patalillo	11104	497	43	4	0	544	8,36%	0,72%	0,07%	0,00%	9,15%	54,98%	9,93%
Vázquez de Coronado	Cascajal	11105	401	132	16	5	554	21,61%	7,11%	0,86%	0,27%	29,85%	38,15%	9,98%
Tibás	San Juan	11301	541	51	6	0	598	7,57%	0,71%	0,08%	0,00%	8,36%	51,33%	8,22%
Tibás	Cinco Esquinas	11302	331	74	3	1	409	20,27%	4,53%	0,18%	0,06%	25,05%	25,74%	8,00%
Tibás	Anselmo Llorente	11303	192	18	1	0	211	6,11%	0,57%	0,03%	0,00%	6,71%	62,07%	9,76%
Tibás	León XIII	11304	718	385	118	9	1230	20,64%	11,07%	3,39%	0,26%	35,35%	17,35%	7,50%
Tibás	Colima	11305	428	67	8	0	503	10,29%	1,61%	0,19%	0,00%	12,10%	51,96%	10,28%
Moravia	San Jerónimo	11401	757	76	10	1	844	7,72%	0,77%	0,10%	0,01%	8,60%	45,53%	15,52%
Moravia	La Trinidad	11402	349	58	12	0	419	19,92%	3,31%	0,68%	0,00%	23,92%	50,67%	13,37%
Moravia	San Vicente	11403	671	96	5	0	772	12,01%	1,72%	0,09%	0,00%	13,82%	63,64%	8,49%
Montes de Oca	San Pedro	11501	558	42	5	0	605	6,27%	0,47%	0,06%	0,00%	6,80%	54,98%	6,06%
Montes de Oca	Sabanilla	11502	200	14	1	0	215	5,55%	0,39%	0,03%	0,00%	5,97%	65,42%	7,14%
Montes de Oca	Mercedes	11503	106	15	1	0	122	5,66%	0,80%	0,05%	0,00%	6,51%	50,20%	6,37%
Montes de Oca	San Rafael	11504	411	97	17	3	528	14,60%	3,44%	0,60%	0,11%	18,75%	49,85%	11,53%
Curridabat	Curridabat	11801	877	157	33	3	1070	9,39%	1,68%	0,35%	0,03%	11,45%	59,80%	7,38%
Curridabat	Granadilla	11802	498	76	11	0	585	11,83%	1,81%	0,26%	0,00%	13,90%	54,83%	8,62%
Curridabat	Sánchez	11803	111	8	0	0	119	6,92%	0,50%	0,00%	0,00%	7,42%	93,17%	9,66%
Curridabat	Tirrases	11804	1095	311	47	5	1458	25,16%	7,14%	1,08%	0,11%	33,49%	30,46%	7,70%
Alajuela	Alajuela	20101	1688	188	27	1	1904	12,55%	1,40%	0,20%	0,01%	14,16%	44,87%	8,16%
Alajuela	San José	20102	1660	240	52	2	1954	13,52%	1,95%	0,42%	0,02%	15,91%	48,68%	9,52%
Alajuela	Carrizal	20103	369	62	7	1	439	19,79%	3,32%	0,38%	0,05%	23,54%	37,17%	9,55%
Alajuela	San Antonio	20104	1215	149	10	1	1375	16,67%	2,04%	0,14%	0,01%	18,86%	41,12%	11,60%
Alajuela	La Garita	20105	1110	218	30	5	1363	19,78%	3,89%	0,53%	0,09%	24,29%	52,26%	12,12%
Alajuela	San Isidro	20106	970	180	34	2	1186	19,95%	3,70%	0,70%	0,04%	24,39%	38,43%	12,54%
Alajuela	Sabanilla	20107	570	133	18	0	721	23,26%	5,43%	0,73%	0,00%	29,42%	34,39%	15,42%
Alajuela	San Rafael	20108	1211	244	22	1	1478	18,17%	3,66%	0,33%	0,02%	22,18%	43,17%	12,96%
Alajuela	Río Segundo	20109	664	141	19	0	824	20,61%	4,38%	0,59%	0,00%	25,58%	36,93%	8,62%
Alajuela	Desamparados	20110	1266	221	36	6	1529	16,89%	2,95%	0,48%	0,08%	20,39%	46,82%	11,22%
Alajuela	Turrúcares	20111	395	55	9	0	459	18,49%	2,57%	0,42%	0,00%	21,49%	44,94%	19,45%
Alajuela	Tambor	20112	603	105	19	0	727	19,78%	3,44%	0,62%	0,00%	23,85%	40,50%	12,66%
Alajuela	Guácima	20113	284	52	14	1	351	13,36%	2,45%	0,66%	0,05%	16,51%	40,23%	16,74%
Atenas	Atenas	20501	251	23	1	0	275	11,18%	1,02%	0,04%	0,00%	12,25%	53,57%	8,19%
Atenas	Jesús	20502	172	14	2	0	188	15,75%	1,28%	0,18%	0,00%	17,22%	44,11%	8,71%
Atenas	Mercedes	20503	144	17	1	0	162	15,06%	1,78%	0,10%	0,00%	16,95%	43,58%	14,13%
Atenas	Concepción	20505	185	29	4	0	218	17,40%	2,73%	0,38%	0,00%	20,51%	48,00%	12,71%
Atenas	Escobal	20508	54	13	0	0	67	20,00%	4,81%	0,00%	0,00%	24,81%	42,75%	16,41%
Poás	San Pedro	20801	359	48	7	1	415	16,34%	2,18%	0,32%	0,05%	18,89%	43,38%	7,28%
Poás	San Juan	20802	236	35	7	0	278	18,45%	2,74%	0,55%	0,00%	21,74%	43,28%	9,49%
Poás	San Rafael	20803	288	42	10	0	340	19,21%	2,80%	0,67%	0,00%	22,68%	40,49%	9,37%
Poás	Carrillos	20804	489	75	7	0	571	19,98%	3,06%	0,29%	0,00%	23,33%	39,21%	12,73%

Cuadro A 3. Hogares con carencias críticas y tenencia de vehículos para los distritos de la GAM (cont.)

Cantón	Distrito	Código de distrito	Cantidad de hogares con carencias críticas					Porcentaje de hogares con carencias críticas					Porcentaje de viviendas con	
			Una carencia	Dos carencias	Tres carencias	Cuatro carencias	Total	Una carencia	Dos carencias	Tres carencias	Cuatro carencias	Total	Automóvil	Motocicleta
Poás	Sabana Redonda	20805	195	47	3	0	245	29,77%	7,18%	0,46%	0,00%	37,40%	30,52%	13,04%
Cartago	Oriental	30101	333	28	1	0	362	8,67%	0,73%	0,03%	0,00%	9,42%	49,29%	4,75%
Cartago	Occidental	30102	289	20	0	0	309	10,03%	0,69%	0,00%	0,00%	10,73%	55,37%	5,46%
Cartago	Carmen	30103	761	210	46	4	1021	15,99%	4,41%	0,97%	0,08%	21,45%	43,78%	6,44%
Cartago	San Nicolás	30104	1255	332	57	5	1649	18,37%	4,86%	0,83%	0,07%	24,14%	37,19%	6,29%
Cartago	Guadalupe o Arenilla	30106	532	104	21	5	662	13,62%	2,66%	0,54%	0,13%	16,95%	47,44%	6,54%
Cartago	Tierra Blanca	30108	227	34	3	0	264	19,84%	2,97%	0,26%	0,00%	23,08%	31,37%	4,21%
Cartago	Llano Grande	30110	278	49	5	0	332	27,50%	4,85%	0,49%	0,00%	32,84%	31,86%	7,62%
Cartago	Quebradilla	30111	307	77	11	2	397	22,28%	5,59%	0,80%	0,15%	28,81%	35,76%	12,51%
Paraíso	Paraíso	30201	859	115	9	1	984	15,40%	2,06%	0,16%	0,02%	17,64%	41,91%	5,88%
Paraíso	Santiago	30202	386	69	8	0	463	26,46%	4,73%	0,55%	0,00%	31,73%	26,33%	8,99%
Paraíso	Cachí	30204	305	51	8	0	364	21,43%	3,58%	0,56%	0,00%	25,58%	29,37%	8,71%
Paraíso	Llanos de Santa Lucía	30205	887	158	24	0	1069	20,93%	3,73%	0,57%	0,00%	25,22%	28,91%	4,88%
La Unión	Tres Ríos	30301	250	22	2	0	274	9,30%	0,82%	0,07%	0,00%	10,19%	49,18%	7,04%
La Unión	San Diego	30302	867	163	28	3	1061	14,70%	2,76%	0,47%	0,05%	17,99%	42,64%	9,23%
La Unión	San Juan	30303	228	14	0	0	242	5,33%	0,33%	0,00%	0,00%	5,66%	73,45%	9,00%
La Unión	San Rafael	30304	555	118	31	0	704	14,47%	3,08%	0,81%	0,00%	18,35%	46,11%	7,09%
La Unión	Concepción	30305	707	119	15	0	841	15,45%	2,60%	0,33%	0,00%	18,37%	43,09%	11,72%
La Unión	Dulce Nombre	30306	325	124	32	5	486	16,21%	6,18%	1,60%	0,25%	24,24%	29,79%	9,02%
La Unión	San Ramón	30307	120	17	2	0	139	10,64%	1,51%	0,18%	0,00%	12,32%	58,48%	11,75%
La Unión	Río Azul	30308	881	259	59	8	1207	27,84%	8,19%	1,86%	0,25%	38,15%	21,95%	8,41%
Alvarado	Pacayas	30601	352	46	8	0	406	24,51%	3,20%	0,56%	0,00%	28,27%	35,90%	7,34%
Alvarado	Cervantes	30602	307	49	7	0	363	18,93%	3,02%	0,43%	0,00%	22,38%	26,69%	7,51%
Alvarado	Capellades	30603	144	26	5	0	175	21,79%	3,93%	0,76%	0,00%	26,48%	38,71%	9,68%
Oreamuno	San Rafael	30701	1101	173	9	0	1283	15,19%	2,39%	0,12%	0,00%	17,70%	41,91%	6,04%
Oreamuno	Cot	30702	505	109	24	1	639	23,34%	5,04%	1,11%	0,05%	29,53%	24,82%	4,77%
Oreamuno	Potrero Cerrado	30703	151	26	4	0	181	27,11%	4,67%	0,72%	0,00%	32,50%	30,94%	6,04%
Oreamuno	Cipreses	30704	188	25	2	0	215	20,59%	2,74%	0,22%	0,00%	23,55%	33,15%	6,81%
Oreamuno	Santa Rosa	30705	153	36	6	0	195	24,48%	5,76%	0,96%	0,00%	31,20%	31,09%	5,92%
El Guarco	El Tejar	30801	778	157	38	4	977	11,63%	2,35%	0,57%	0,06%	14,60%	53,06%	7,72%
El Guarco	Tobosi	30803	332	50	12	0	394	20,49%	3,09%	0,74%	0,00%	24,32%	32,91%	12,86%
Heredia	Heredia	40101	580	41	2	0	623	9,27%	0,66%	0,03%	0,00%	9,96%	43,59%	5,80%
Heredia	Mercedes	40102	594	41	10	0	645	7,60%	0,52%	0,13%	0,00%	8,25%	61,61%	9,18%
Heredia	San Francisco	40103	1965	446	87	7	2505	14,38%	3,26%	0,64%	0,05%	18,33%	44,11%	7,92%
Heredia	Ulloa	40104	1027	117	12	0	1156	12,24%	1,39%	0,14%	0,00%	13,78%	51,14%	10,09%
Barva	Barva	40201	159	9	3	0	171	10,72%	0,61%	0,20%	0,00%	11,53%	54,79%	7,84%
Barva	San Pedro	40202	497	72	6	1	576	17,96%	2,60%	0,22%	0,04%	20,82%	47,58%	10,19%

Cuadro A 3. Hogares con carencias críticas y tenencia de vehículos para los distritos de la GAM (cont.)

Cantón	Distrito	Código de distrito	Cantidad de hogares con carencias críticas					Porcentaje de hogares con carencias críticas					Porcentaje de viviendas con	
			Una carencia	Dos carencias	Tres carencias	Cuatro carencias	Total	Una carencia	Dos carencias	Tres carencias	Cuatro carencias	Total	Automóvil	Motocicleta
Barva	San Pablo	40203	286	36	2	0	324	12,48%	1,57%	0,09%	0,00%	14,14%	45,44%	10,47%
Barva	San Roque	40204	99	5	0	0	104	7,24%	0,37%	0,00%	0,00%	7,60%	65,28%	10,07%
Barva	Santa Lucía	40205	189	22	0	0	211	8,69%	1,01%	0,00%	0,00%	9,71%	59,65%	8,97%
Barva	S.J. de la Montaña	40206	241	45	3	0	289	16,41%	3,06%	0,20%	0,00%	19,67%	48,78%	13,70%
Santo Domingo	Santo Domingo	40301	234	17	0	0	251	15,02%	1,09%	0,00%	0,00%	16,11%	56,16%	9,13%
Santo Domingo	San Vicente	40302	128	32	9	2	171	6,75%	1,69%	0,47%	0,11%	9,01%	68,66%	8,24%
Santo Domingo	San Miguel	40303	223	28	9	1	261	12,05%	1,51%	0,49%	0,05%	14,11%	59,45%	12,55%
Santo Domingo	Paracito	40304	98	9	1	0	108	15,43%	1,42%	0,16%	0,00%	17,01%	46,69%	15,51%
Santo Domingo	Santo Tomás	40305	173	29	1	0	203	9,37%	1,57%	0,05%	0,00%	11,00%	63,59%	10,74%
Santo Domingo	Santa Rosa	40306	298	52	5	0	355	14,42%	2,52%	0,24%	0,00%	17,18%	47,94%	10,97%
Santo Domingo	Tures	40307	168	45	6	0	219	17,54%	4,70%	0,63%	0,00%	22,86%	50,27%	11,77%
Santo Domingo	Para	40308	116	27	1	0	144	11,78%	2,74%	0,10%	0,00%	14,62%	54,11%	8,12%
Santa Bárbara	Santa Bárbara	40401	179	15	2	0	196	10,21%	0,86%	0,11%	0,00%	11,17%	50,29%	10,92%
Santa Bárbara	San Pedro	40402	329	31	3	0	363	20,51%	1,93%	0,19%	0,00%	22,63%	47,86%	15,11%
Santa Bárbara	San Juan	40403	302	35	2	0	339	13,86%	1,61%	0,09%	0,00%	15,56%	55,21%	15,06%
Santa Bárbara	Jesús	40404	419	70	6	1	496	15,82%	2,64%	0,23%	0,04%	18,72%	45,59%	13,04%
Santa Bárbara	Santo Domingo	40405	168	28	1	1	198	20,41%	3,40%	0,12%	0,12%	24,06%	47,36%	13,28%
Santa Bárbara	Puraba	40406	220	23	5	0	248	17,19%	1,80%	0,39%	0,00%	19,38%	53,64%	16,61%
San Rafael	San Rafael	40501	296	26	2	0	324	10,56%	0,93%	0,07%	0,00%	11,56%	48,19%	7,90%
San Rafael	San Josécito	40502	415	60	3	0	478	12,43%	1,80%	0,09%	0,00%	14,32%	40,07%	8,76%
San Rafael	Santiago	40503	305	29	1	1	336	12,70%	1,21%	0,04%	0,04%	13,99%	48,98%	10,29%
San Rafael	Ángeles	40504	348	70	9	1	428	11,76%	2,37%	0,30%	0,03%	14,47%	56,36%	10,22%
San Rafael	Concepción	40505	268	35	6	0	309	15,45%	2,02%	0,35%	0,00%	17,81%	55,27%	10,54%
San Isidro	San Isidro	40601	168	16	2	0	186	9,48%	0,90%	0,11%	0,00%	10,50%	51,55%	9,74%
San Isidro	San José	40602	321	45	9	0	375	14,99%	2,10%	0,42%	0,00%	17,51%	56,66%	11,06%
San Isidro	Concepción	40603	128	11	3	0	142	16,20%	1,39%	0,38%	0,00%	17,97%	52,96%	10,80%
San Isidro	San Francisco	40604	174	26	2	0	202	13,84%	2,07%	0,16%	0,00%	16,07%	46,17%	11,34%
Belén	San Antonio	40701	345	25	2	0	372	12,14%	0,88%	0,07%	0,00%	13,09%	54,24%	9,26%
Belén	La Rivera	40702	214	21	3	0	238	12,25%	1,20%	0,17%	0,00%	13,62%	56,36%	8,75%
Belén	Asunción	40703	166	9	0	0	175	10,03%	0,54%	0,00%	0,00%	10,57%	73,91%	8,39%
Flores	San Joaquín	40801	207	19	0	0	226	9,51%	0,87%	0,00%	0,00%	10,38%	60,01%	10,03%
Flores	Barrantes	40802	127	13	1	0	141	10,37%	1,06%	0,08%	0,00%	11,51%	72,62%	11,08%
Flores	Llorente	40803	349	33	0	0	382	14,11%	1,33%	0,00%	0,00%	15,44%	49,73%	9,01%
San Pablo	San Pablo	40901	620	91	12	2	725	10,87%	1,60%	0,21%	0,04%	12,71%	60,19%	8,69%
San Pablo	Rincón de Sabanilla	40902	185	14	1	0	200	7,42%	0,56%	0,04%	0,00%	8,03%	59,13%	8,82%

Cuadro A 4. Secciones de rutas nacionales sin información de TPD según anuario de transito 2015

Sección	Ruta	Jerarquía	TPD Anuario 2008	Sección afín	TPD afín anuario 2015	Tasa de crecimiento
10230	206	Secundaria	No reportado	30551	674	4,03
10282	205	Secundaria	No reportado	10281	6764	5,91
10480	121	Secundaria	9448	10470	No aplica	4,08
10740	136	Secundaria	66	20460	No aplica	4,08
10772	310	Terciaria	7009	10773	No aplica	4,08
11173	307	Terciaria	1480	11172	No aplica	4,08
11360	27	Primaria	No reportado	21430	16992	4,78
19007	3	Primaria	44041	40000	No aplica	0,65
19013	27	Primaria	80712	10070	No aplica	4,78
19025	104	Secundaria	2956	1924	No aplica	2,52
19040	200	Secundaria	20328	19076	No aplica	1,32
19069	215	Secundaria	44565	19062	No aplica	1,14
19090	39	Primaria	30748	19091	No aplica	2,55
19113	175	Secundaria	No reportado	19112	16785	4,08
19114	175	Secundaria	No reportado	19112	16785	4,08
19115	174	Secundaria	No reportado	19024	31375	2,52
19118	176	Secundaria	No reportado	19039	23391	0,03
19119	176	Secundaria	No reportado	19039	23391	0,03
19123	177	Secundaria	No reportado	19027	19270	1,01
19125	167	Secundaria	No reportado	19039	23391	0,03
19127	215	Secundaria	No reportado	19039	23391	0,03
19129	108	Secundaria	No reportado	19038	52206	0,00
20520	135	Secundaria	1080	20100	9831	6,64
20732	720	Terciaria	2636	20731	No aplica	4,08
21261	707	Terciaria	25	21262	No aplica	4,08
21272	721	Terciaria	No reportado	21273	587	2,48
21461	719	Terciaria	1065	21300	No aplica	4,08
21462	719	Terciaria	1300	21300	No aplica	4,08
21720	119	Secundaria	No reportado	40350	6325	2,54
30040	10	Primaria	13578	30021	No aplica	3,52
30172	409	Terciaria	7224	10710	No aplica	2,93
30592	401	Terciaria	2224	30591	No aplica	4,08
30710	401	Terciaria	No reportado	30592	2224	4,08
30750	2	Primaria	No reportado	30120	13991	1,22
30761	417	Terciaria	35	30500	No aplica	4,79
30762	417	Terciaria	45	30500	No aplica	4,79

Cuadro A 4. Secciones de rutas nacionales sin información de TPD según anuario de transito 2015(cont.)

Sección	Ruta	Jerarquía	TPD Anuario 2008	Sección afín	TPD afín anuario 2015	Tasa de crecimiento
30771	417	Terciaria	No reportado	30762	45	4,79
40280	504	Terciaria	1682	40252	No aplica	3,70
40290	308	Terciaria	No reportado	10332	905	4,08
40390	502	Terciaria	2399	40380	No aplica	4,08
40430	117	Secundaria	No reportado	40420	5073	4,87
40450	308	Terciaria	No reportado	10331	2011	6,46
40730	5	Primaria	27774	40060	No aplica	0,40

Cuadro A 5. Cantidad de choques viales totales y EDM para los distritos de la GAM

		Total de choques				Total equivalentes a solo daños materiales			
Distrito	Código Distrito	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total
Carmen	10101	1078	939	979	2996	1244	1156	1169	3569
Merced	10102	1129	1341	1357	3827	1407	1621	1803	4831
Hospital	10103	1693	2094	2035	5822	2205	2774	2733	7712
Catedral	10104	1565	1721	1671	4957	1896	2243	2177	6316
Zapote	10105	889	963	983	2835	1141	1344	1244	3729
San Fco. de Dos Ríos	10106	677	727	755	2159	863	981	1148	2992
Uruca	10107	1775	1902	1957	5634	2386	2717	2683	7786
Mata Redonda	10108	562	904	753	2219	839	1332	1026	3197
Pavas	10109	1024	1205	1293	3522	1472	1749	1925	5146
Hatillo	10110	923	1019	1082	3024	1191	1568	1489	4248
San Sebastián	10111	923	1040	1064	3027	1338	1696	1550	4584
Escazú	10201	372	398	324	1094	482	539	432	1453
San Antonio	10202	81	120	118	319	134	310	207	651
San Rafael	10203	1075	1335	1496	3906	1597	1953	2198	5748
Desamparados	10301	1000	1021	1004	3025	1359	1448	1399	4206
San Miguel	10302	217	253	247	717	480	563	527	1570
San Juan de Dios	10303	80	96	86	262	132	167	145	444
S.R.Arriba	10304	172	175	217	564	250	300	415	965
San Antonio	10305	151	168	194	513	232	287	289	808
Patarrá	10307	43	52	63	158	66	120	98	284
Damas	10310	46	54	66	166	93	93	202	388
S.R.Abajo	10311	218	250	262	730	340	419	415	1174
Gravilias	10312	116	163	189	468	177	294	365	836
Los Guidos	10313	30	35	36	101	59	70	64	193

Cuadro A 5. Cantidad de choques viales totales y EDM para los distritos de la GAM (cont)

		Total de choques				Total equivalentes a solo daños materiales			
Distrito	Código Distrito	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total
Aserrí	10601	212	217	230	659	365	401	426	1192
Salitrillos	10607	21	34	33	88	29	83	61	173
Colón	10701	133	179	212	524	244	357	342	943
Guadalupe	10801	1181	1198	1141	3520	1602	1880	1784	5266
San Francisco	10802	95	131	150	376	134	202	246	582
Calle Blancos	10803	361	407	423	1191	551	559	703	1813
Mata de Plátano	10804	64	90	95	249	135	220	220	575
Ipís	10805	173	185	185	543	290	432	391	1113
Rancho Redondo	10806	8	11	20	39	12	13	41	66
Purral	10807	53	81	78	212	74	164	176	414
Santa Ana	10901	399	357	425	1181	572	519	678	1769
Salitral	10902	25	23	29	77	36	33	66	135
Pozos	10903	609	618	594	1821	921	1070	822	2813
Uruca	10904	63	79	78	220	115	179	171	465
Piedades	10905	72	112	121	305	103	201	208	512
Brasil	10906	33	57	57	147	93	125	189	407
Alajuelita	11001	188	240	220	648	217	356	286	859
San Josécito	11002	14	40	32	86	18	50	46	114
San Antonio	11003	5	11	8	24	7	26	10	43
Concepción	11004	68	64	91	223	89	99	140	328
San Felipe	11005	92	128	134	354	167	274	209	650
San Isidro	11101	245	291	251	787	400	416	372	1188
San Rafael	11102	36	26	30	92	59	36	46	141
Dulce Nombre de Jesús	11103	186	163	193	542	431	393	471	1295
Patalillo	11104	167	124	157	448	304	218	220	742
Cascajal	11105	10	10	14	34	16	20	27	63
San Juan	11301	655	733	715	2103	900	1131	1055	3086
Cinco Esquinas	11302	132	195	203	530	184	322	307	813
Anselmo Llorente	11303	155	218	197	570	225	333	329	887
León XIII	11304	48	49	26	123	91	77	34	202
Colima	11305	97	151	151	399	175	285	247	707
San Jerónimo	11401	35	51	38	124	216	96	50	362
La Trinidad	11402	75	89	98	262	159	136	168	463
San Vicente	11403	659	766	755	2180	921	1212	1157	3290
San Pedro	11501	1427	1645	1640	4712	1722	2148	2035	5905
Sabanilla	11502	274	273	249	796	365	346	321	1032
Mercedes	11503	156	189	233	578	234	256	302	792

Cuadro A 5. Cantidad de choques viales totales y EDM para los distritos de la GAM (cont)

		Total de choques				Total equivalentes a solo daños materiales			
Distrito	Código Distrito	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total
San Rafael	11504	41	81	63	185	105	109	89	303
Curridabat	11801	1264	1505	1399	4168	1484	2016	1812	5312
Granadilla	11802	83	87	87	257	142	161	109	412
Sánchez	11803	81	152	183	416	228	254	300	782
Tirrases	11804	49	83	75	207	137	114	105	356
Alajuela	20101	1992	2238	2116	6346	2713	3244	2967	8924
San José	20102	304	395	437	1136	650	851	956	2457
Carrizal	20103	22	31	20	73	51	43	50	144
San Antonio	20104	285	290	362	937	585	667	856	2108
La Garita	20105	145	170	203	518	397	321	437	1155
San Isidro	20106	47	84	102	233	137	225	213	575
Sabanilla	20107	15	23	32	70	45	67	52	164
San Rafael	20108	282	372	380	1034	453	762	670	1885
Río Segundo	20109	645	683	820	2148	959	1038	1146	3143
Desamparados	20110	83	129	114	326	168	300	195	663
Turrúcares	20111	67	110	110	287	186	290	245	721
Tambor	20112	54	55	73	182	131	152	124	407
Guácima	20113	118	171	214	503	326	488	459	1273
Atenas	20501	127	127	129	383	165	153	242	560
Jesús	20502	17	21	18	56	68	65	40	173
Mercedes	20503	3	13	7	23	5	47	7	59
Concepción	20505	65	91	109	265	147	198	228	573
Escobal	20508	28	52	62	142	64	101	99	264
San Pedro	20801	71	78	79	228	159	113	108	380
San Juan	20802	12	11	11	34	31	21	82	134
San Rafael	20803	13	19	19	51	34	52	29	115
Carrillos	20804	34	33	40	107	80	86	100	266
Sabana Redonda	20805	7	10	14	31	11	18	28	57
Oriental	30101	782	657	706	2145	1060	904	993	2957
Occidental	30102	670	625	691	1986	837	830	890	2557
Carmen	30103	116	98	139	353	243	170	211	624
San Nicolás	30104	641	627	679	1947	1142	1125	1184	3451
Guadalupe o Arenilla	30106	112	122	160	394	207	235	267	709
Tierra Blanca	30108	12	12	19	43	18	27	29	74
Llano Grande	30110	8	13	28	49	12	17	55	84
Quebradilla	30111	16	36	22	74	50	81	56	187
Paraíso	30201	248	216	233	697	429	347	444	1220

Cuadro A 5. Cantidad de choques viales totales y EDM para los distritos de la GAM (cont)

		Total de choques				Total equivalentes a solo daños materiales			
Distrito	Código Distrito	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total
Santiago	30202	13	9	19	41	36	19	37	92
Cachí	30204	20	20	35	75	30	70	103	203
Llanos de Santa Lucía	30205	88	97	119	304	241	212	212	665
Tres Ríos	30301	371	393	340	1104	475	557	426	1458
San Diego	30302	107	132	122	361	268	208	295	771
San Juan	30303	62	98	100	260	145	221	160	526
San Rafael	30304	91	124	129	344	271	230	295	796
Concepción	30305	48	64	65	177	118	84	89	291
Dulce Nombre	30306	27	24	31	82	128	32	35	195
San Ramón	30307	17	31	46	94	23	93	94	210
Río Azul	30308	24	43	52	119	56	86	98	240
Pacayas	30601	16	19	18	53	24	40	18	82
Cervantes	30602	33	40	40	113	126	91	73	290
Capellades	30603	4	10	8	22	6	16	16	38
San Rafael	30701	232	234	250	716	352	397	461	1210
Cot	30702	28	15	27	70	88	34	58	180
Potrero Cerrado	30703	10	6	8	24	42	21	12	75
Cipreses	30704	9	10	5	24	13	27	9	49
Santa Rosa	30705	6	5	5	16	30	9	9	48
El Tejar	30801	255	252	251	758	393	403	396	1192
Tobosi	30803	13	17	17	47	36	27	21	84
Heredia	40101	1750	1782	1915	5447	2253	2543	2713	7509
Mercedes	40102	134	163	228	525	176	253	403	832
San Francisco	40103	631	795	875	2301	1061	1396	1496	3953
Ulloa	40104	856	939	1143	2938	1390	1400	1767	4557
Barva	40201	111	92	81	284	140	122	136	398
San Pedro	40202	22	36	48	106	61	106	87	254
San Pablo	40203	9	34	31	74	22	102	60	184
San Roque	40204	20	28	43	91	37	70	78	185
Santa Lucía	40205	61	84	113	258	69	140	172	381
S.J. de la Montaña	40206	15	18	17	50	32	26	25	83
Santo Domingo	40301	338	329	344	1011	418	513	535	1466
San Vicente	40302	34	38	39	111	72	48	61	181
San Miguel	40303	112	133	198	443	286	217	337	840
Paracito	40304	8	11	4	23	10	17	6	33
Santo Tomás	40305	65	63	64	192	107	146	95	348
Santa Rosa	40306	109	142	222	473	195	245	395	835

Cuadro A 5. Cantidad de choques viales totales y EDM para los distritos de la GAM(cont)

		Total de choques				Total equivalentes a solo daños materiales			
Distrito	Código Distrito	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total
Tures	40307	15	19	30	64	23	42	61	126
Para	40308	22	27	35	84	56	133	57	246
Santa Bárbara	40401	72	66	72	210	136	143	107	386
San Pedro	40402	28	24	28	80	70	59	51	180
San Juan	40403	35	35	54	124	52	64	85	201
Jesús	40404	16	18	19	53	33	48	48	129
Santo Domingo	40405	4	7	16	27	6	13	24	43
Puraba	40406	5	22	16	43	5	41	41	87
San Rafael	40501	126	115	118	359	188	193	174	555
San Josécito	40502	48	83	89	220	83	160	149	392
Santiago	40503	22	39	42	103	56	64	77	197
Ángeles	40504	15	33	40	88	34	65	80	179
Concepción	40505	11	17	19	47	32	41	42	115
San Isidro	40601	72	62	81	215	76	78	112	266
San José	40602	40	47	89	176	64	107	206	377
Concepción	40603	2	6	4	12	4	10	6	20
San Francisco	40604	18	20	23	61	80	49	33	162
San Antonio	40701	219	257	285	761	283	335	385	1003
La Rivera	40702	245	315	284	844	382	445	445	1272
Asunción	40703	231	220	243	694	325	345	326	996
San Joaquín	40801	240	242	234	716	286	287	264	837
Barrantes	40802	14	38	47	99	29	50	74	153
Llorente	40803	120	176	207	503	267	340	337	944
San Pablo	40901	196	236	243	675	253	321	322	896
Rincón de Sabanilla	40902	14	61	112	187	36	113	211	360

Cuadro A 6. Cantidad de choques viales de tipo atropello a personas y colisión con bicicleta de la GAM

		Atropellos a personas				Colisión con bicicleta				Otros			
Distrito	CodDist	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total
Carmen	10101	18	30	31	79	4	5	2	11	1056	904	946	2906
Merced	10102	32	66	61	159	3	2	1	6	1094	1273	1295	3662
Hospital	10103	57	102	93	252	6	13	4	23	1630	1979	1938	5547
Catedral	10104	41	61	64	166	6	12	6	24	1518	1648	1601	4767
Zapote	10105	10	26	19	55	8	9	5	22	871	928	959	2758
San Fco. de Dos Ríos	10106	12	10	16	38	9	5	9	23	656	712	730	2098
Uruca	10107	32	36	39	107	2	5	5	12	1741	1861	1913	5515
Mata Redonda	10108	19	24	23	66	5	5	5	15	538	875	725	2138
Pavas	10109	32	39	43	114	9	9	10	28	983	1157	1240	3380
Hatillo	10110	25	38	40	103	1	10	7	18	897	971	1035	2903
San Sebastián	10111	23	43	30	96	7	10	14	31	893	987	1020	2900
Escazú	10201	5	14	5	24	2	6	3	11	365	378	316	1059
San Antonio	10202	8	7	5	20	2	4	6	12	71	109	107	287
San Rafael	10203	28	21	42	91	2	5	10	17	1045	1309	1444	3798
Desamparados	10301	39	48	42	129	10	12	9	31	951	961	953	2865
San Miguel	10302	17	26	14	57	3	4	4	11	197	223	229	649
San Juan de Dios	10303	9	13	9	31	2	2	2	6	69	81	75	225
S.R.Arriba	10304	4	8	13	25	3	5	5	13	165	162	199	526
San Antonio	10305	5	3	4	12	1	3	4	8	145	162	186	493
Patarrá	10307	2	2	6	10	1	1	1	3	40	49	56	145
Damas	10310	8	3	4	15	1	1	1	3	37	50	61	148
S.R.Abajo	10311	10	9	11	30	1	5	3	9	207	236	248	691
Gravilias	10312	7	7	9	23	3	2	3	8	106	154	177	437
Los Guidos	10313	6	8	8	22	1	1	2	4	23	26	26	75
Aserrí	10601	18	13	10	41	2	5	2	9	192	199	218	609
Salitrillos	10607	2	3	1	6	0	0	1	1	19	31	31	81
Colón	10701	5	7	9	21	5	3	2	10	123	169	201	493
Guadalupe	10801	28	46	30	104	4	7	5	16	1149	1145	1106	3400
San Francisco	10802	5	4	2	11	0	0	0	0	90	127	148	365
Calle Blancos	10803	6	11	10	27	1	0	3	4	354	396	410	1160
Mata de Plátano	10804	3	5	4	12	0	0	1	1	61	85	90	236
Ipís	10805	4	13	11	28	5	1	0	6	164	171	174	509
Rancho Redondo	10806	1	0	1	2	0	0	0	0	7	11	19	37
Purral	10807	8	8	9	25	0	2	0	2	45	71	69	185
Santa Ana	10901	8	5	15	28	4	4	5	13	387	348	405	1140
Salitral	10902	0	1	2	3	0	0	1	1	25	22	26	73
Pozos	10903	12	15	13	40	9	9	5	23	588	594	576	1758

Cuadro A 6. Cantidad de choques viales de tipo atropello a personas y colisión con bicicleta de la GAM (cont.)

		Atropellos a personas				Colisión con bicicleta				Otros			
Distrito	CodDist	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total
Uruca	10904	1	8	0	9	4	0	3	7	58	71	75	204
Piedades	10905	2	5	2	9	1	2	0	3	69	105	119	293
Brasil	10906	3	3	3	9	0	0	0	0	30	54	54	138
Alajuelita	11001	7	16	7	30	0	3	0	3	181	221	213	615
San Josécito	11002	0	3	1	4	0	1	1	2	14	36	30	80
San Antonio	11003	1	0	0	1	0	1	0	1	4	10	8	22
Concepción	11004	8	7	9	24	0	1	3	4	60	56	79	195
San Felipe	11005	16	6	10	32	2	3	0	5	74	119	124	317
San Isidro	11101	9	17	10	36	0	5	8	13	236	269	233	738
San Rafael	11102	2	0	1	3	1	2	3	6	33	24	26	83
Dulce Nombre de Jesús	11103	0	2	2	4	1	1	0	2	185	160	191	536
Patalillo	11104	5	4	3	12	4	1	2	7	158	119	152	429
Cascajal	11105	3	2	0	5	0	0	1	1	7	8	13	28
San Juan	11301	10	20	14	44	3	6	2	11	642	707	699	2048
Cinco Esquinas	11302	1	10	9	20	0	1	2	3	131	184	192	507
Anselmo Llorente	11303	3	5	6	14	0	1	0	1	152	212	191	555
León XIII	11304	3	3	1	7	0	0	0	0	45	46	25	116
Colima	11305	3	7	2	12	0	0	0	0	94	144	149	387
San Jerónimo	11401	1	1	2	4	1	0	0	1	33	50	36	119
La Trinidad	11402	5	6	2	13	1	0	2	3	69	83	94	246
San Vicente	11403	18	12	13	43	3	2	8	13	638	752	734	2124
San Pedro	11501	30	35	22	87	2	12	18	32	1395	1598	1600	4593
Sabanilla	11502	4	3	4	11	1	4	4	9	269	266	241	776
Mercedes	11503	4	6	3	13	1	2	1	4	151	181	229	561
San Rafael	11504	1	0	3	4	0	1	0	1	40	80	60	180
Curridabat	11801	12	34	19	65	5	14	5	24	1247	1457	1375	4079
Granadilla	11802	5	3	6	14	0	0	0	0	78	84	81	243
Sánchez	11803	3	5	6	14	2	4	4	10	76	143	173	392
Tirrases	11804	3	1	7	11	0	0	1	1	46	82	67	195
Alajuela	20101	64	80	68	212	10	16	30	56	1918	2142	2018	6078
San José	20102	21	20	28	69	8	16	23	47	275	359	386	1020
Carrizal	20103	5	1	1	7	0	0	1	1	17	30	18	65
San Antonio	20104	18	21	23	62	12	7	11	30	255	262	328	845
La Garita	20105	1	4	10	15	0	3	1	4	144	163	192	499
San Isidro	20106	3	13	5	21	0	3	1	4	44	68	96	208
Sabanilla	20107	1	1	3	5	0	0	0	0	14	22	29	65
San Rafael	20108	9	23	18	50	6	13	5	24	267	336	357	960

Cuadro A 6. Cantidad de choques viales de tipo atropello a personas y colisión con bicicleta de la GAM (cont.)

		Atropellos a personas				Colisión con bicicleta				Otros			
Distrito	CodDist	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total
Río Segundo	20109	17	12	17	46	3	7	3	13	625	664	800	2089
Desamparados	20110	7	8	5	20	3	3	3	9	73	118	106	297
Turrúcares	20111	0	6	0	6	1	1	1	3	66	103	109	278
Tambor	20112	1	2	5	8	2	0	3	5	51	53	65	169
Guácima	20113	7	6	12	25	5	5	15	25	106	160	187	453
Atenas	20501	1	5	5	11	0	3	3	6	126	119	121	366
Jesús	20502	2	1	1	4	1	0	0	1	14	20	17	51
Mercedes	20503	0	0	0	0	0	1	0	1	3	12	7	22
Concepción	20505	1	2	1	4	0	1	1	2	64	88	107	259
Escobal	20508	0	1	0	1	0	0	0	0	28	51	62	141
San Pedro	20801	4	1	5	10	2	3	1	6	65	74	73	212
San Juan	20802	1	1	3	5	0	0	1	1	11	10	7	28
San Rafael	20803	1	3	0	4	0	1	1	2	12	15	18	45
Carrillos	20804	2	3	4	9	1	1	1	3	31	29	35	95
Sabana Redonda	20805	0	2	0	2	0	0	0	0	7	8	14	29
Oriental	30101	30	23	29	82	11	12	15	38	741	622	662	2025
Occidental	30102	19	13	20	52	14	15	15	44	637	597	656	1890
Carmen	30103	6	9	2	17	1	2	1	4	109	87	136	332
San Nicolás	30104	19	18	23	60	11	21	17	49	611	588	639	1838
Guadalupe o Arenilla	30106	5	5	6	16	11	10	6	27	96	107	148	351
Tierra Blanca	30108	2	0	2	4	0	0	1	1	10	12	16	38
Llano Grande	30110	0	1	3	4	1	0	0	1	7	12	25	44
Quebradilla	30111	3	1	1	5	1	2	3	6	12	33	18	63
Paraíso	30201	14	10	10	34	3	5	8	16	231	201	215	647
Santiago	30202	1	0	2	3	2	2	2	6	10	7	15	32
Cachí	30204	1	3	3	7	1	1	1	3	18	16	31	65
Llanos de Santa Lucía	30205	14	8	11	33	4	3	7	14	70	86	101	257
Tres Ríos	30301	14	21	17	52	3	5	4	12	354	367	319	1040
San Diego	30302	8	8	10	26	0	1	2	3	99	123	110	332
San Juan	30303	2	3	5	10	2	1	3	6	58	94	92	244
San Rafael	30304	11	8	6	25	4	2	2	8	76	114	121	311
Concepción	30305	9	0	5	14	0	2	2	4	39	62	58	159
Dulce Nombre	30306	4	2	0	6	1	0	0	1	22	22	31	75
San Ramón	30307	1	3	5	9	0	0	0	0	16	28	41	85
Río Azul	30308	5	5	4	14	0	0	0	0	19	38	48	105
Pacayas	30601	2	2	0	4	0	0	0	0	14	17	18	49
Cervantes	30602	2	1	3	6	0	0	2	2	31	39	35	105

Cuadro A 6. Cantidad de choques viales de tipo atropello a personas y colisión con bicicleta de la GAM (cont.)

		Atropellos a personas				Colisión con bicicleta				Otros			
Distrito	CodDist	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total
Capellades	30603	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	8	22
San Rafael	30701	12	7	11	30	10	8	12	30	210	219	227	656
Cot	30702	2	2	3	7	0	0	0	0	26	13	24	63
Potrero Cerrado	30703	1	1	0	2	0	0	0	0	9	5	8	22
Cipreses	30704	2	2	1	5	0	0	1	1	7	8	3	18
Santa Rosa	30705	1	0	0	1	0	0	0	0	5	5	5	15
El Tejar	30801	8	8	6	22	9	13	13	35	238	231	232	701
Tobosi	30803	3	1	1	5	0	3	0	3	10	13	16	39
Heredia	40101	43	40	60	143	4	8	16	28	1704	1734	1839	5277
Mercedes	40102	2	8	6	16	2	1	4	7	130	154	218	502
San Francisco	40103	19	28	26	73	6	7	7	20	606	760	842	2208
Ulloa	40104	23	25	36	84	4	4	11	19	829	910	1096	2835
Barva	40201	1	4	4	9	0	4	0	4	110	84	77	271
San Pedro	40202	1	1	3	5	1	2	1	4	20	33	44	97
San Pablo	40203	0	3	3	6	0	0	0	0	9	31	28	68
San Roque	40204	3	3	2	8	0	0	0	0	17	25	41	83
Santa Lucía	40205	1	1	4	6	1	2	1	4	59	81	108	248
S.J. de la Montaña	40206	2	1	1	4	0	0	1	1	13	17	15	45
Santo Domingo	40301	6	4	5	15	1	2	7	10	331	323	332	986
San Vicente	40302	2	1	4	7	3	0	1	4	29	37	34	100
San Miguel	40303	4	4	2	10	1	1	3	5	107	128	193	428
Paracito	40304	0	1	0	1	0	0	0	0	8	10	4	22
Santo Tomás	40305	1	0	1	2	1	1	0	2	63	62	63	188
Santa Rosa	40306	3	5	6	14	0	2	3	5	106	135	213	454
Tures	40307	1	2	4	7	0	0	0	0	14	17	26	57
Para	40308	1	1	3	5	0	0	0	0	21	26	32	79
Santa Bárbara	40401	2	7	5	14	2	2	0	4	68	57	67	192
San Pedro	40402	3	0	0	3	0	0	0	0	25	24	28	77
San Juan	40403	1	2	3	6	0	0	0	0	34	33	51	118
Jesús	40404	1	2	2	5	0	0	1	1	15	16	16	47
Santo Domingo	40405	0	1	0	1	0	0	2	2	4	6	14	24
Puraba	40406	0	0	1	1	0	0	1	1	5	22	14	41
San Rafael	40501	5	5	7	17	0	2	3	5	121	108	108	337
San Josécito	40502	1	4	5	10	2	1	4	7	45	78	80	203
Santiago	40503	2	0	4	6	1	1	0	2	19	38	38	95
Ángeles	40504	0	0	3	3	0	1	0	1	15	32	37	84
Concepción	40505	2	1	0	3	0	0	1	1	9	16	18	43

Cuadro A 6. Cantidad de choques viales de tipo atropello a personas y colisión con bicicleta de la GAM (cont.)

		Atropellos a personas				Colisión con bicicleta				Otros			
Distrito	CodDist	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total	2012	2013	2014	Total
San Isidro	40601	2	2	1	5	1	0	1	2	69	60	79	208
San José	40602	0	3	1	4	0	0	1	1	40	44	87	171
Concepción	40603	1	0	0	1	0	0	0	0	1	6	4	11
San Francisco	40604	2	1	1	4	0	0	0	0	16	19	22	57
San Antonio	40701	7	4	6	17	0	2	2	4	212	251	277	740
La Rivera	40702	3	3	8	14	3	2	8	13	239	310	268	817
Asunción	40703	6	6	4	16	1	3	1	5	224	211	238	673
San Joaquín	40801	5	3	1	9	1	0	6	7	234	239	227	700
Barrantes	40802	0	0	0	0	1	0	3	4	13	38	44	95
Llorente	40803	8	7	8	23	3	1	2	6	109	168	197	474
San Pablo	40901	6	7	5	18	0	3	2	5	190	226	236	652
Rincón de Sabanilla	40902	2	6	2	10	0	0	1	1	12	55	109	176

Cuadro A 7. Cantidad de exceso de frecuencia determinado para los distritos de la GAM

Distrito	Código de distrito	Exceso de frecuencia											
		Choques totales			Choques equivalentes a solo daños materiales			Atropellos a personas			Colisión con bicicleta		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Carmen	10101	179	-12	-29	-26	-430	-872	8	17	17	1	2	0
Merced	10102	-317	-185	-254	177	308	382	18	44	40	0	-1	-2
Hospital	10103	-282	18	-161	380	842	654	36	74	66	-1	5	-2
Catedral	10104	-438	-397	-590	-342	-346	-861	20	37	39	0	5	0
Zapote	10105	-712	-734	-826	-1009	-1138	-1663	-14	0	-7	0	0	-3
San Fco. de Dos Ríos	10106	3	12	-7	-202	-264	-329	-14	-16	-12	2	-1	2
Uruca	10107	-1387	-1390	-1492	624	1061	1100	15	18	19	-13	-10	-10
Mata Redonda	10108	-683	-416	-657	-616	-387	-1035	4	8	6	-1	-1	-1
Pavas	10109	-3291	-3355	-3504	-2553	-2443	-2458	-16	-13	-13	-16	-16	-15
Hatillo	10110	-1196	-1208	-1272	-1338	-1157	-1486	-16	-7	-7	-11	-4	-6
San Sebastián	10111	-758	-701	-750	-543	-280	-556	-12	5	-9	-4	-2	2
Escazú	10201	194	213	132	118	152	17	-1	5	-2	0	2	1
San Antonio	10202	-68	-37	-48	-167	-7	-128	0	-1	-3	0	1	2
San Rafael	10203	142	342	437	-59	153	214	9	2	19	-11	-8	-4
Desamparados	10301	418	412	366	363	352	174	16	22	16	2	4	2
San Miguel	10302	-58	-39	-63	0	51	-27	5	11	2	-1	-1	-1
San Juan de Dios	10303	-69	-61	-80	-107	-81	-116	2	5	1	0	-1	-1
S.R.Arriba	10304	-1	-8	23	-68	-51	22	-2	1	4	0	1	1
San Antonio	10305	27	36	52	-47	-44	-109	-1	-3	-2	-1	1	1
Patarrá	10307	-25	-21	-16	-47	2	-25	-1	-1	2	0	0	0
Damas	10310	-50	-49	-44	-104	-124	-43	2	-2	-1	-1	-1	-1
S.R.Abajo	10311	-150	-134	-141	-198	-141	-178	1	-1	0	-3	0	-1
Gravilias	10312	-26	13	28	-162	-112	-127	-3	-3	-2	1	0	1
Los Guidos	10313	10	13	13	24	34	29	2	3	3	0	0	0
Aserrí	10601	25	23	27	-14	-4	-14	6	2	-1	-1	1	-1
Salitrillos	10607	-46	-38	-43	-110	-67	-102	-1	-1	-2	0	0	0
Colón	10701	-56	-18	5	-71	16	-34	-3	-2	-2	1	0	-1
Guadalupe	10801	161	131	19	187	260	-99	4	19	4	-2	0	-2
San Francisco	10802	-250	-234	-243	-250	-242	-271	1	1	0	0	0	0
Calle Blancos	10803	-129	-111	-129	-37	-82	-6	-8	-4	-6	-3	-4	-1
Mata de Plátano	10804	-149	-137	-149	-173	-117	-152	-6	-4	-6	-2	-2	-2
Ipís	10805	-193	-202	-227	-187	-76	-156	-7	-1	-3	1	-2	-3
Rancho Redondo	10806	-12	-10	-4	-16	-17	8	0	0	0	0	0	0
Purral	10807	-123	-106	-120	-114	-21	-8	1	0	0	-1	0	-2
Santa Ana	10901	185	134	191	-11	-141	-81	1	-1	6	1	1	1
Salitral	10902	3	0	4	-15	-21	7	0	0	0	0	0	0

Cuadro A 7. Cantidad de exceso de frecuencia determinado para los distritos de la GAM (cont.)

Distrito	Código de distrito	Exceso de frecuencia											
		Choques totales			Choques equivalentes a solo daños materiales			Atropellos a personas			Colisión con bicicleta		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Pozos	10903	380	377	339	359	458	148	4	6	5	3	2	-1
Uruca	10904	-12	0	-6	-102	-62	-101	-1	3	-2	1	-1	1
Piedades	10905	-13	20	23	-132	-68	-101	-1	1	-1	-1	0	-1
Brasil	10906	11	32	30	36	62	116	1	1	1	0	0	0
Alajuelita	11001	13	56	27	-175	-81	-209	1	7	1	-1	1	-1
San Josécito	11002	-33	-11	-22	-82	-59	-73	-1	0	-1	0	0	0
San Antonio	11003	-11	-7	-11	-32	-16	-34	0	0	0	0	0	0
Concepción	11004	-27	-36	-16	-98	-101	-78	2	1	2	-1	-1	1
San Felipe	11005	-74	-47	-51	-108	-6	-78	7	0	2	-1	0	-2
San Isidro	11101	79	115	67	15	-12	-110	1	7	1	-2	1	3
San Rafael	11102	-9	-23	-23	-52	-87	-93	0	-2	-1	0	0	1
Dulce Nombre de Jesús	11103	143	120	146	335	290	356	-2	-1	-1	0	0	0
Patalillo	11104	-55	-112	-95	-204	-354	-434	-4	-5	-6	0	-2	-1
Cascajal	11105	-22	-24	-24	-60	-61	-62	0	0	-1	0	0	0
San Juan	11301	-153	-115	-180	-80	105	-37	-11	-3	-9	-2	0	-3
Cinco Esquinas	11302	-1	54	53	76	218	208	0	3	3	0	0	0
Anselmo Llorente	11303	-217	-181	-233	-260	-198	-257	-6	-4	-4	-2	-1	-2
León XIII	11304	23	23	1	62	51	15	0	0	0	0	0	0
Colima	11305	-508	-491	-534	-462	-366	-428	-4	-2	-5	-3	-3	-3
San Jerónimo	11401	-39	-28	-46	81	-42	-96	0	0	0	0	0	0
La Trinidad	11402	-144	-144	-151	-208	-245	-234	-1	-1	-4	-1	-2	-1
San Vicente	11403	-482	-430	-509	-1015	-928	-1248	-10	-17	-17	-7	-8	-3
San Pedro	11501	-1556	-1466	-1624	-999	-752	-1103	-1	2	-12	-10	-1	4
Sabanilla	11502	-56	-77	-124	6	-35	-88	-4	-6	-5	-1	1	1
Mercedes	11503	-1767	-1848	-1939	-1213	-1281	-1366	-1	1	-1	-2	-1	-2
San Rafael	11504	-84	-51	-77	0	9	-8	-2	-2	-1	-1	-1	-1
Curridabat	11801	304	498	337	-193	153	-288	-10	7	-7	-6	2	-6
Granadilla	11802	-62	-67	-77	-103	-96	-164	0	-2	0	-2	-2	-2
Sánchez	11803	-38	24	45	-14	-17	-8	0	1	2	-1	1	1
Tirrases	11804	-94	-69	-85	-49	-63	-66	0	-2	2	-1	-1	-1
Alajuela	20101	1058	1266	1100	895	1143	506	30	43	31	-1	4	16
San José	20102	-192	-128	-118	-335	-259	-310	0	-2	4	-1	6	12
Carrizal	20103	-23	-17	-32	-33	-48	-49	1	0	0	0	0	0
San Antonio	20104	-57	-71	-21	-66	-57	40	5	7	8	5	1	4
La Garita	20105	56	75	101	218	121	208	0	1	4	-1	1	-1

Cuadro A 7. Cantidad de exceso de frecuencia determinado para los distritos de la GAM (cont.)

Distrito	Código de distrito	Exceso de frecuencia											
		Choques totales			Choques equivalentes a solo daños materiales			Atropellos a personas			Colisión con bicicleta		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
San Isidro	20106	-113	-87	-79	-148	-84	-126	-2	5	-1	-2	0	-1
Sabanilla	20107	-47	-43	-39	-53	-36	-57	0	0	0	0	0	0
San Rafael	20108	-50	20	6	-138	107	-64	-2	9	4	1	6	-1
Río Segundo	20109	455	482	608	609	644	700	8	4	8	1	3	0
Desamparados	20110	-113	-79	-107	-215	-124	-277	-2	-2	-4	-1	-1	-1
Turrúcares	20111	-22	16	11	20	108	45	-2	2	-2	-1	-1	-1
Tambor	20112	-42	-46	-35	-43	-36	-81	-1	-1	1	0	-1	1
Guácima	20113	-168	-130	-104	-153	-24	-93	-4	-5	-1	0	0	7
Atenas	20501	-2	-6	-12	-21	-48	14	-2	1	1	0	1	1
Jesús	20502	-45	-45	-53	-20	-32	-67	0	0	0	0	0	0
Mercedes	20503	-28	-7	-14	-40	15	-25	0	0	0	0	0	0
Concepción	20505	-11	10	21	42	84	104	0	0	0	0	0	0
Escobal	20508	11	31	39	35	65	60	0	0	0	0	0	0
San Pedro	20801	19	24	22	51	-7	-27	1	-1	1	0	1	0
San Juan	20802	-14	-17	-19	-23	-38	12	0	0	1	0	0	0
San Rafael	20803	-20	-16	-19	-31	-19	-48	0	1	-1	0	0	0
Carrillos	20804	-22	-26	-23	-26	-26	-22	0	0	1	0	0	0
Sabana Redonda	20805	-5	-3	0	-9	-4	4	0	0	0	0	0	0
Oriental	30101	259	111	130	216	-105	-237	15	8	13	5	6	8
Occidental	30102	368	306	351	310	186	90	8	2	8	7	8	8
Carmen	30103	-23	-48	-17	23	-74	-66	-2	0	-6	-1	0	-1
San Nicolás	30104	259	228	258	677	641	671	6	5	8	4	12	9
Guadalupe o Arenilla	30106	-35	-32	-5	-7	3	11	-1	-1	-1	5	4	2
Tierra Blanca	30108	-7	-9	-4	-13	-6	-6	0	0	0	0	0	0
Llano Grande	30110	-22	-20	-7	-33	-29	4	0	0	1	0	0	0
Quebradilla	30111	-25	-8	-23	-7	24	-1	1	0	0	0	0	1
Paraíso	30201	71	32	40	125	7	57	4	1	0	0	1	3
Santiago	30202	-24	-30	-23	-19	-38	-25	0	-1	0	0	0	0
Cachí	30204	-12	-14	-2	-25	8	33	0	0	0	0	0	0
Llanos de Santa Lucía	30205	-24	-22	-6	88	57	53	6	3	4	1	1	3
Tres Ríos	30301	215	230	169	72	66	-182	5	9	6	1	2	1
San Diego	30302	-72	-57	-78	-54	-139	-86	0	0	1	-2	-2	-1
San Juan	30303	-73	-45	-52	-158	-131	-251	-4	-3	-2	-1	-2	-1
San Rafael	30304	-55	-32	-35	-25	-90	-59	4	1	0	1	-1	-1
Concepción	30305	-80	-74	-82	-137	-196	-224	2	-4	-1	-1	0	0
Dulce Nombre	30306	-10	-15	-11	55	-40	-42	1	0	-1	0	0	0
San Ramón	30307	-21	-10	1	-72	-21	-44	0	0	1	0	0	0
Río Azul	30308	-21	-6	0	-14	14	25	1	1	1	0	0	0
Pacayas	30601	-24	-23	-26	-30	-17	-41	0	0	-1	0	0	0

Cuadro A 7. Cantidad de exceso de frecuencia determinado para los distritos de la GAM (cont.)

Distrito	Código de distrito	Exceso de frecuencia											
		Choques totales			Choques equivalentes a solo daños materiales			Atropellos a personas			Colisión con bicicleta		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Cervantes	30602	-13	-10	-12	59	22	0	0	0	0	0	0	0
Capellades	30603	-10	-6	-9	-17	-10	-12	0	0	0	0	0	0
San Rafael	30701	-3	-14	-11	-69	-53	-27	1	-4	-2	4	3	6
Cot	30702	-31	-47	-40	-7	-61	-41	0	0	0	0	0	0
Potrero Cerrado	30703	-5	-10	-9	10	-12	-23	0	0	0	0	0	0
Cipreses	30704	-9	-9	-15	-23	-12	-32	0	0	0	0	0	0
Santa Rosa	30705	-6	-8	-9	1	-20	-23	0	0	0	0	0	0
El Tejar	30801	60	48	38	35	23	-12	-1	-2	-3	4	6	6
Tobosi	30803	-3	-1	-2	4	-6	-12	1	0	0	0	0	0
Heredia	40101	924	916	1003	186	-1	-467	15	13	30	-2	2	8
Mercedes	40102	-144	-131	-85	-526	-548	-523	-12	-7	-10	-2	-3	-1
San Francisco	40103	-115	9	45	-293	-34	-32	-2	5	2	-4	-3	-3
Ulloa	40104	286	338	508	270	194	451	7	8	17	-4	-4	2
Barva	40201	49	28	14	-10	-50	-66	0	1	1	0	1	0
San Pedro	40202	-46	-38	-32	-87	-55	-91	-1	-1	0	0	0	-1
San Pablo	40203	-48	-28	-36	-109	-42	-100	-1	0	0	0	0	0
San Roque	40204	-7	-2	10	-35	-13	-17	1	0	0	0	0	0
Santa Lucía	40205	19	39	63	-39	15	27	-1	-1	1	0	0	0
S.J. de la Montaña	40206	-27	-28	-31	-67	-84	-98	0	0	0	0	0	0
Santo Domingo	40301	220	206	214	171	222	190	1	-1	0	0	0	2
San Vicente	40302	-8	-8	-10	-11	-43	-41	-1	-1	1	1	0	0
San Miguel	40303	-45	-34	17	30	-61	28	0	0	-1	-1	-1	1
Paracito	40304	-14	-12	-20	-31	-27	-41	0	0	0	0	0	0
Santo Tomás	40305	-16	-23	-29	-43	-21	-92	-2	-2	-2	0	0	0
Santa Rosa	40306	-22	2	72	-22	14	144	0	1	1	0	0	1
Tures	40307	-21	-20	-12	-38	-24	-11	0	0	1	0	0	0
Para	40308	-34	-33	-30	-43	21	-67	0	0	0	0	0	0
Santa Bárbara	40401	13	5	8	6	-2	-56	0	2	1	0	0	0
San Pedro	40402	-5	-10	-8	1	-14	-28	1	0	-1	0	0	0
San Juan	40403	-29	-32	-18	-95	-101	-103	-1	-1	0	0	0	0
Jesús	40404	-59	-62	-67	-121	-117	-132	-1	-1	-1	0	0	0
Santo Domingo	40405	-14	-14	-6	-39	-36	-31	0	0	0	0	0	0
Puraba	40406	-21	-7	-16	-55	-27	-35	0	0	0	0	0	0
San Rafael	40501	24	9	7	-40	-51	-92	1	0	1	-1	0	1
San Josécito	40502	-41	-12	-12	-118	-58	-91	-2	-1	0	0	0	1
Santiago	40503	-56	-44	-47	-107	-109	-109	-1	-2	1	0	0	0

Cuadro A 7. Cantidad de exceso de frecuencia determinado para los distritos de la GAM (cont.)

Distrito	Código de distrito	Exceso de frecuencia											
		Choques totales			Choques equivalentes a solo daños materiales			Atropellos a personas			Colisión con bicicleta		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Ángeles	40504	-72	-60	-61	-160	-147	-155	-2	-2	-1	-1	-1	-1
Concepción	40505	-28	-26	-28	-56	-53	-59	0	0	-1	0	0	0
San Isidro	40601	8	-5	10	-67	-81	-66	-1	-1	-1	0	0	0
San José	40602	-54	-52	-17	-129	-109	-38	-2	0	-1	-1	-1	-1
Concepción	40603	-1	2	1	-4	0	-4	0	0	0	0	0	0
San Francisco	40604	-10	-9	-8	12	-23	-47	0	0	0	0	0	0
San Antonio	40701	41	72	92	-14	23	52	1	-1	0	-1	0	-1
La Rivera	40702	117	178	139	171	218	201	0	-1	2	1	0	3
Asunción	40703	107	89	104	92	84	32	1	1	0	-1	1	-1
San Joaquín	40801	155	154	143	69	48	-2	1	0	-1	0	0	2
Barrantes	40802	-25	-4	2	-83	-75	-70	-1	-1	-1	0	0	1
Llorente	40803	22	72	97	37	95	74	3	2	3	1	-1	0
San Pablo	40901	-10	20	16	-227	-212	-280	-3	-2	-5	-3	-1	-1
Rincón de Sabanilla	40902	-117	-79	-37	-275	-246	-207	-2	1	-2	-1	-1	-1