

# MODELAMIENTO ZONAL DE LA TASA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN SANTIAGO

**Autores: Sergio Droguett y Alejandro Tirachini**

# Motivación

- 1,35 millones de personas fallecen en el mundo debido a los accidentes de tránsito (WHO, Road Safety Report, 2018).
- Más de 1.500 muertes al año en Chile en más de 60.000 siniestros viales.
- Costos sociales por más de USD\$300 MM, equivalentes al 0,2% del PIB.
- 83% de accidentes en zona urbana. 40% de la población en la región metropolitana.
- Metodología de evaluación social por reducción de accidentes de tránsito urbanos (SECTRA, 2014).

# Objetivo

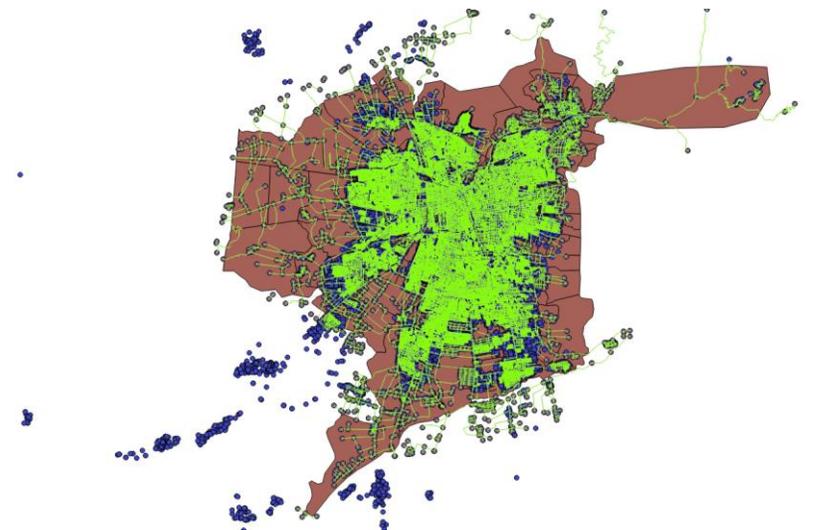
- El objetivo principal es comparar diferentes modelos de regresión y encontrar variables que sean estadísticamente significativas en explicar los accidentes de tránsito en ámbito urbano para la ciudad de Santiago, mediante modelos predictivos y descriptivos, a nivel de zona definida en la Encuesta Origen Destino del año 2012 para las 34 comunas del Gran Santiago.
- Los modelos zonales permitirán la inclusión de variables explicativas que no han sido incorporadas previamente en modelos de accidentes de tránsito en Chile.
- Estos modelos pueden ser utilizados, por ejemplo, en evaluación social para ejecutar inversión pública.

# Metodología

- De la literatura se desprende que las variables más recurrentes son
  - Variables explicadas: tasas de accidentes totales por unidad temporal, por tipo de usuario, por consecuencias y por movimiento o modo.
  - Variables explicativas: flujo por modo, por movimiento, por tipo de usuario, velocidad, número y ancho de pistas, condición de luminosidad o visibilidad, velocidad límite, tipo de regulación del cruce, vehículos involucrados, gravedad de las consecuencias, entre otras.

# Metodología

- Recopilación de información
  - SIEC-2
  - Bienes Raíces
  - Programas de operación del Transantiago
  - Modelo de simulación basada en agentes a gran escala
  - EOD 2012



# Marco Teórico

- 2 visiones de modelación:
  - Frecuencias de accidentes por corte temporal o espacial.
  - Causa y efecto de accidentes puntuales.
- Problemas recurrentes en la información (Lord & Mannering, 2010):
  - Sub-reporte
  - Sobre y sub dispersión
  - Correlación espacial y temporal
  - Bajo valor de la media y pequeño tamaño muestral
  - Correlación de la severidad y el tipo de accidente
  - Variables omitidas o endógenas
  - Forma funcional
  - Parámetros fijos

# Marco Teórico

- Modelos lineales generalizados (Nelder & Wedderburn, 1972; Lindsey, 2000): Relacionan la distribución aleatoria de la variable dependiente en el experimento con la parte sistemática a través de una función de enlace (Logaritmo).

$$\mu_i = \beta_0 * \left( \prod_m F_{im}^{\beta_m} \right) * e^{(\sum_j \beta_j * x_{ij})}$$

- Lineal
- Poisson
- Binomial Negativo

# Método Empírico Bayesiano

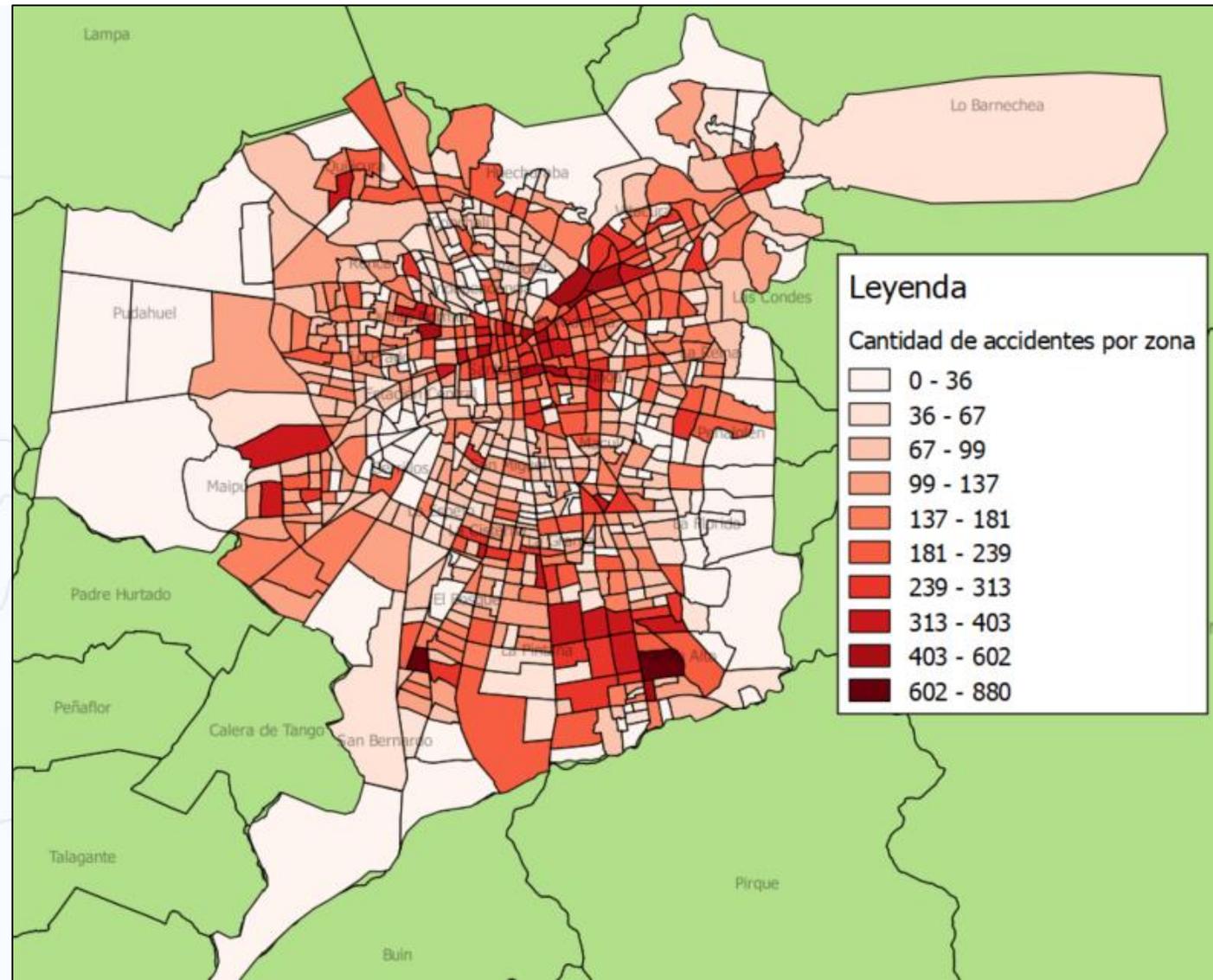
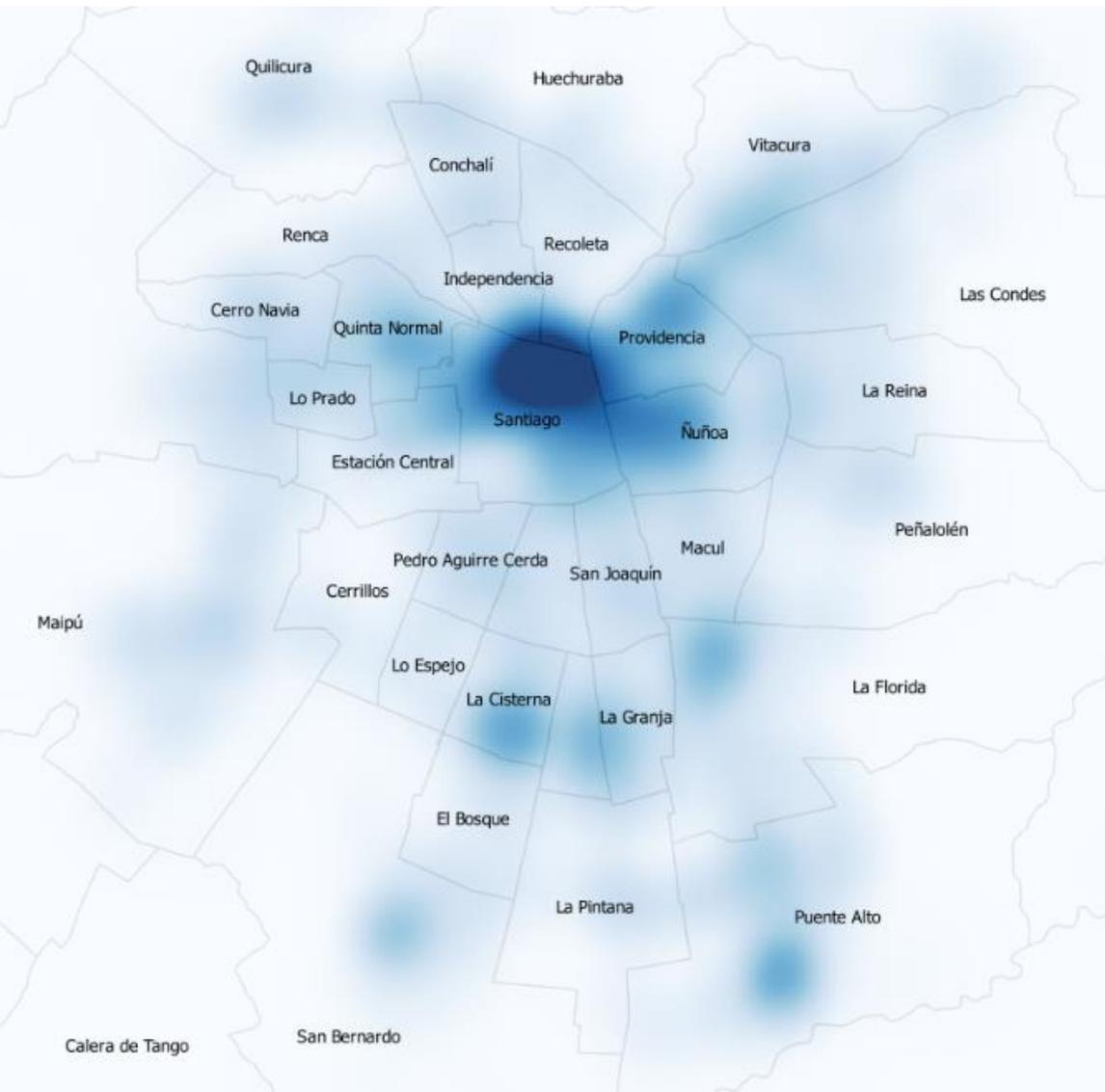
$$\alpha = \frac{1}{1 + sd * acc_m}$$

$$acc = \alpha * acc_m + (1 - \alpha) * acc_r$$

# Construcción de la base de datos

- SIEC-2
- Bienes Raíces
- Programas de operación del Transantiago
- Modelo de simulación basada en agentes a gran escala
- EOD 2012

# Accidentes de tránsito año 2013



# Construcción de la base de datos

- SIEC-2
- **Bienes Raíces**
- Programas de operación del Transantiago
- Modelo de simulación basada en agentes a gran escala
- EOD 2012

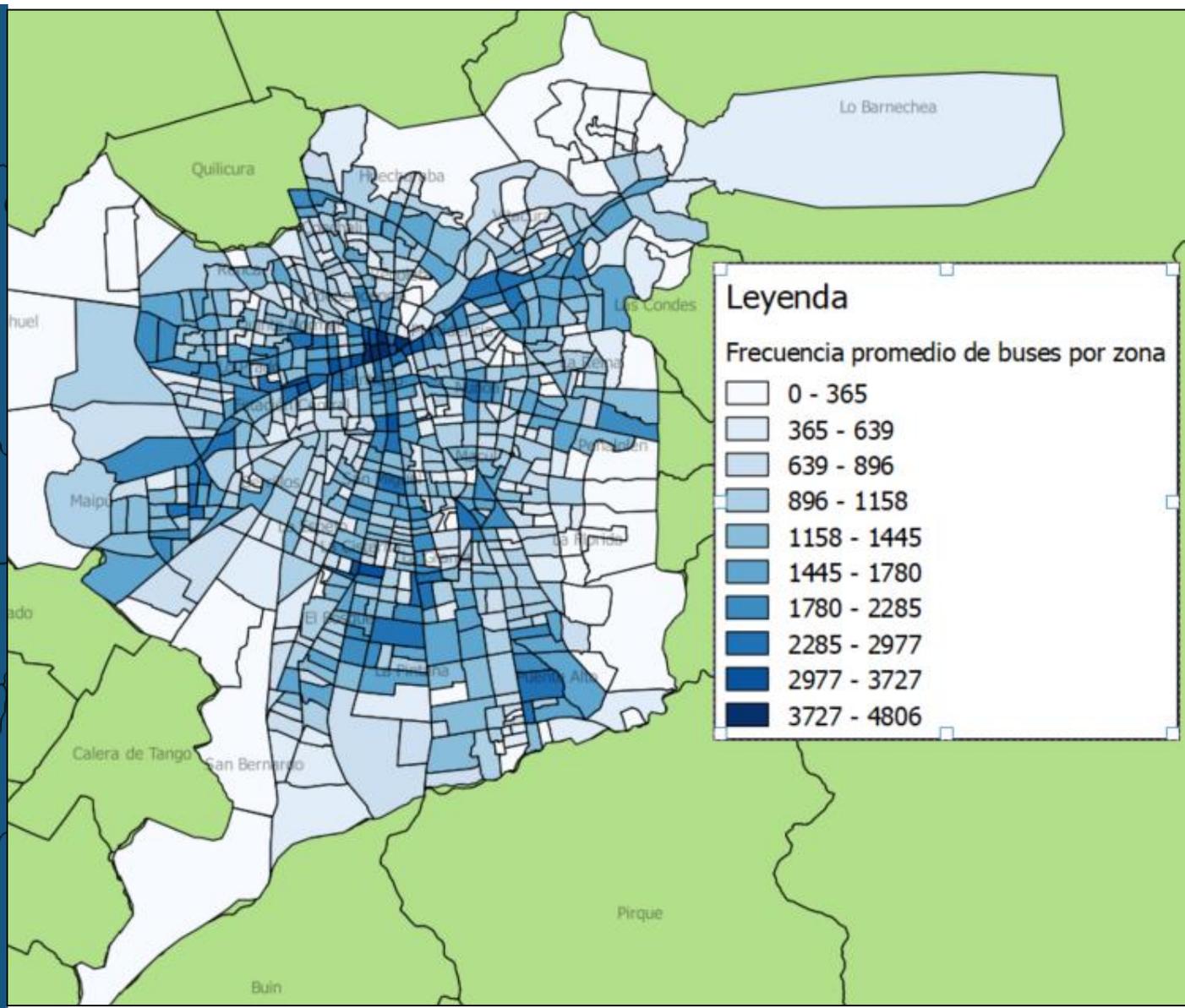
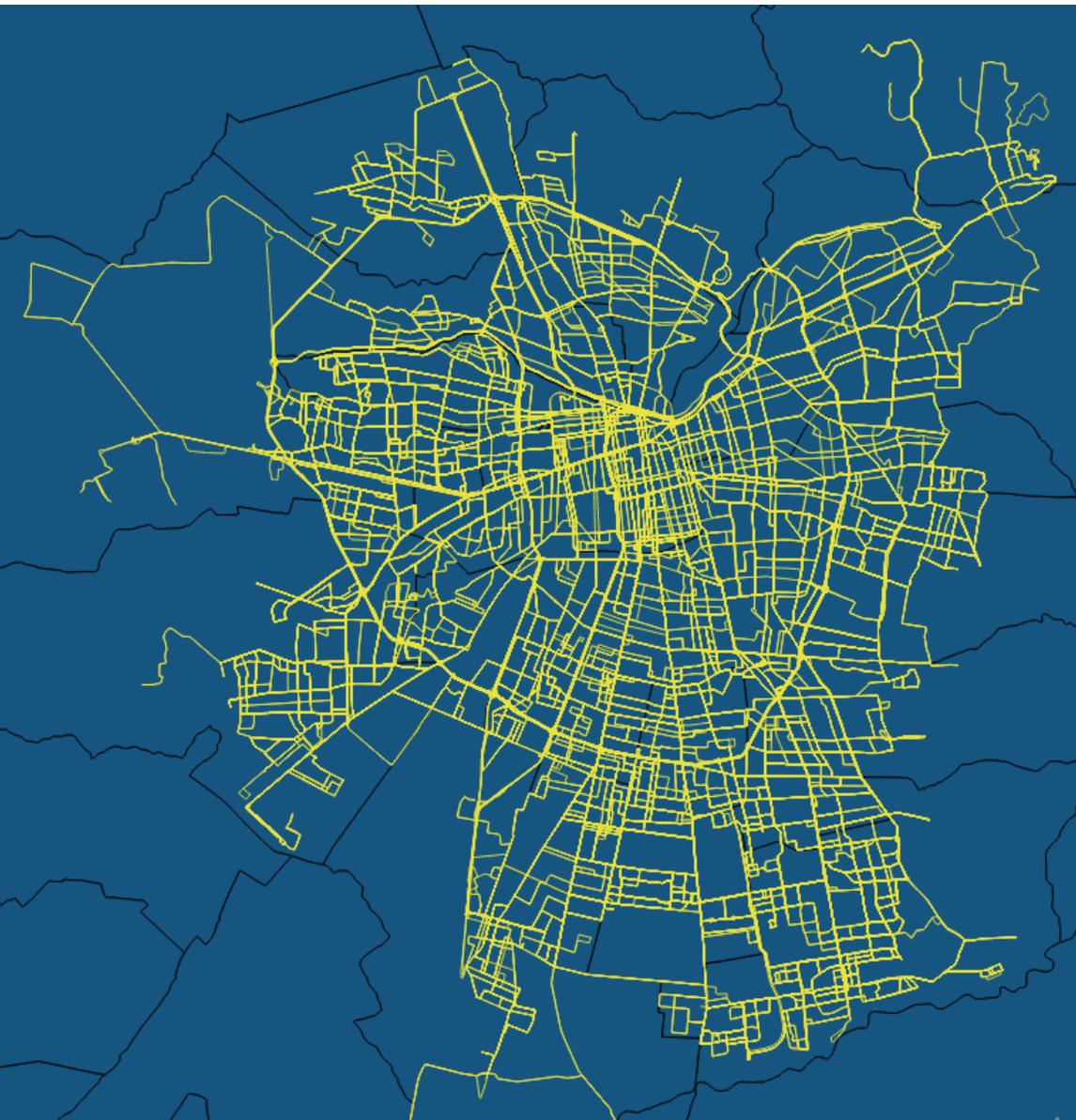
# BBRR



# Construcción de la base de datos

- SIEC-2
- Bienes Raíces
- **Programas de operación del Transantiago**
- Modelo de simulación basada en agentes a gran escala
- EOD 2012

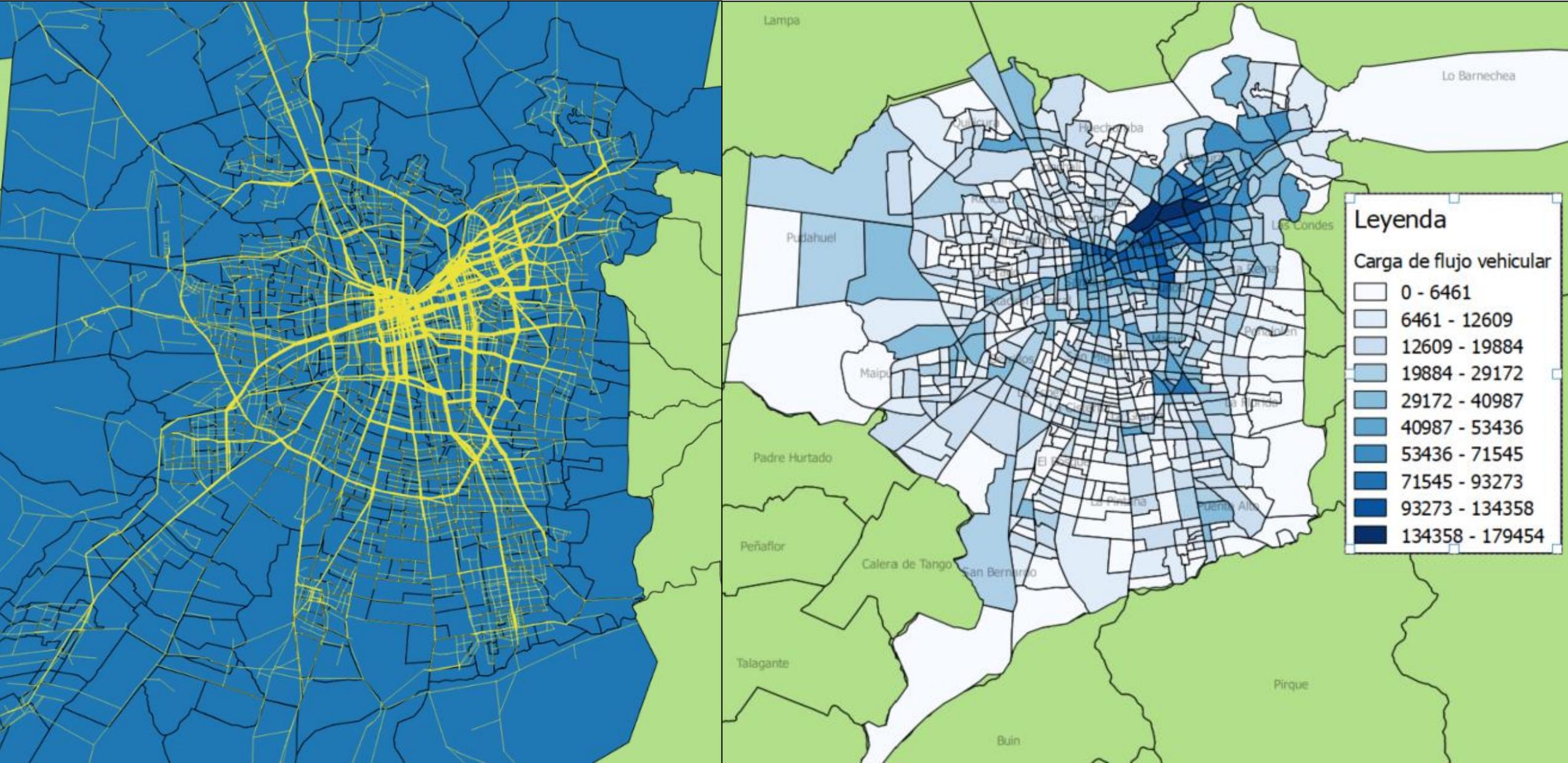
# Frecuencia de buses por zona



# Construcción de la base de datos

- SIEC-2
- Bienes Raíces
- Programas de operación del Transantiago
- **Modelo de simulación basada en agentes a gran escala**
- EOD 2012

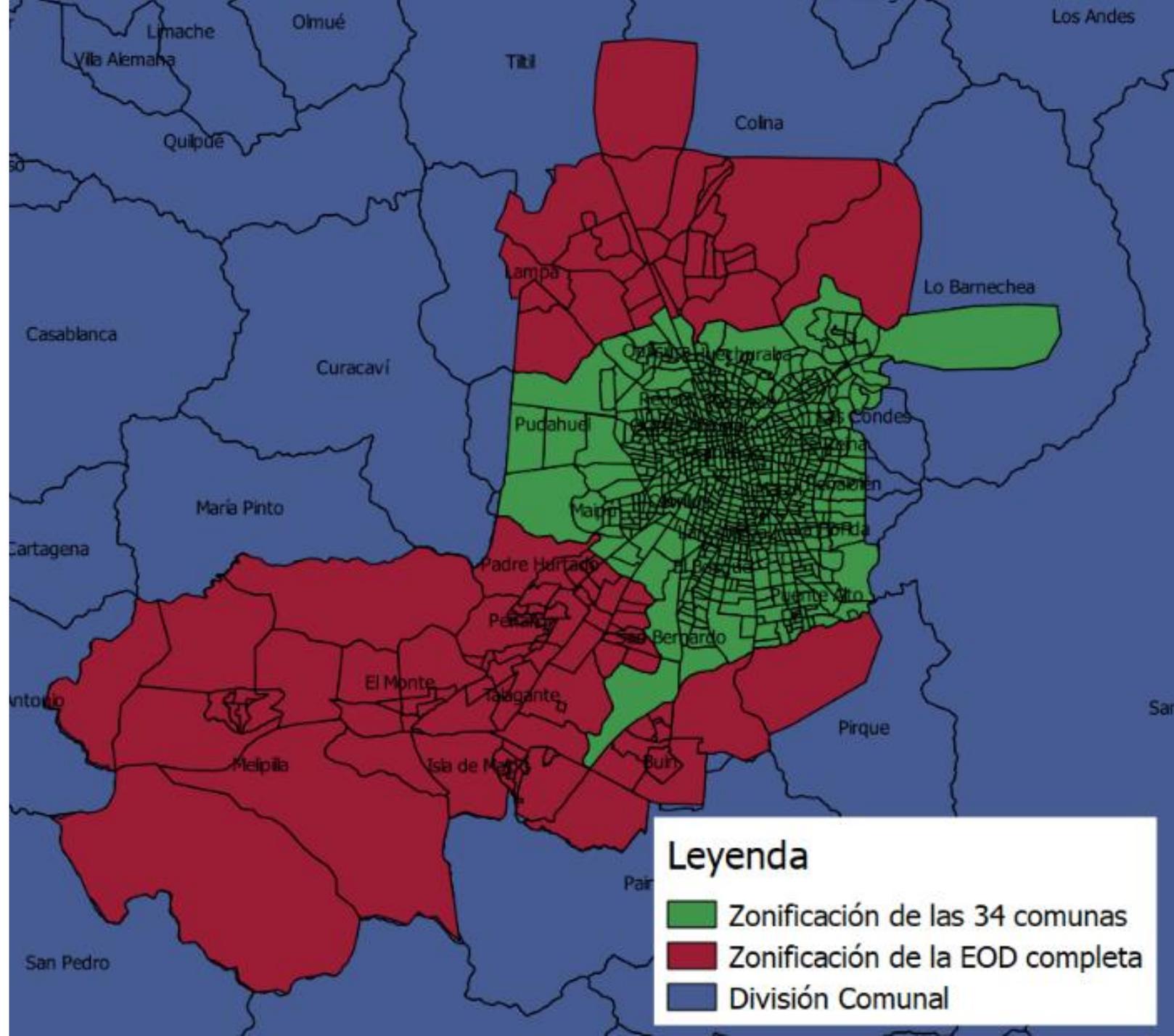
# Modelo de simulación basada en agentes a gran escala (Camus, 2017)



# Construcción de la base de datos

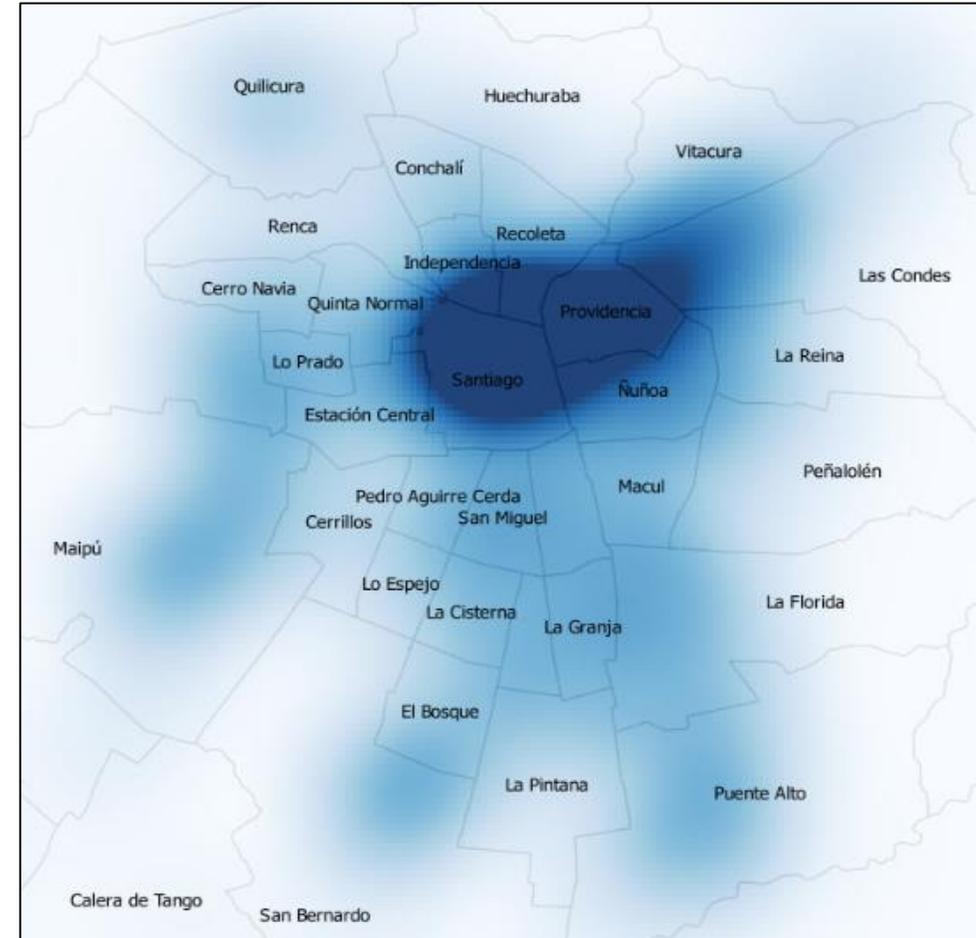
- SIEC-2
- Bienes Raíces
- Programas de operación del Transantiago
- Modelo de simulación basada en agentes a gran escala
- **EOD 2012**

- Se modela el fenómeno a un nivel de zona definida en la EOD 2012 (SECTRA, 2014)

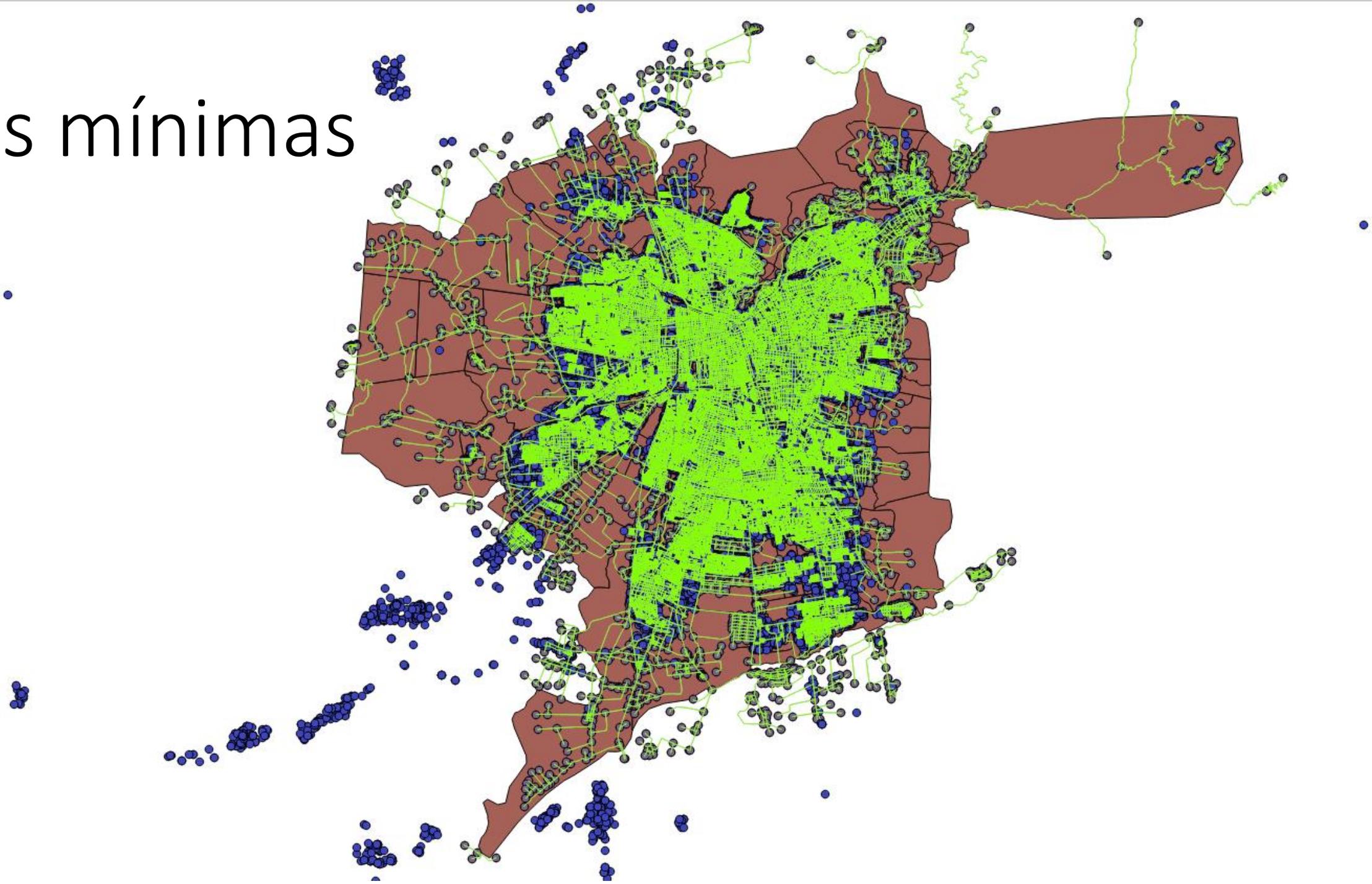


# EOD 2012

- Viajes en varias etapas -> transbordos
- Origen y destino -> Rutas mínimas
  - Modos:
    - Bicicleta
    - Moto
    - Caminata



# Rutas mínimas



- Huechuraba
- Lo Barnechea
- San Bernardo

• Dummy's de pertenencia a las 34 comunas de Santiago

• Área zona (km<sup>2</sup>)

• Vialidad (km) sin autopistas

• Vialidad total (km)

• Total de predios

• COMERCIO

• DEPORTE Y RECREACION

• EDUCACION Y CULTURA

• HOTEL MOTEL

• HABITACIONAL

## • Variables explicadas:

- Tasa de accidentes totales
- Tasa de accidentes tipo atropello
- Tasa de accidentes tipo no atropello
  - Tasa de lesionados
  - Tasa de fallecidos

## • Variables explicativas:

• INDUSTRIA

• BIENES COMUNES

• BODEGA Y ALMACENAJE

• MINERIA

• OFICINA

• ADMINISTRACION PUBLICA Y DEFENSA

• CULTO

• SALUD

• TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES

• OTROS NO CONSIDERADOS

• SITIO ERIAZO

• ESTACIONAMIENTO

• Suma de Avalúo Fiscal de los predios

• Flujo vehicular

• Vehículo-kilómetro

• Transbordos

• Viajes en bicicleta

• Viajes caminata

• Viajes moto

• Flujo buses Transantiago

# Comparación entre modelos

Modelos	Desviianza			Logaritmo de verosimilitud			AIC		
	Normal	Poisson	Binomial Negativa	Normal	Poisson	Binomial Negativa	Normal	Poisson	Binomial Negativa
Acc totales-1	163606,2	4979,9	811,8	-82479,4	-4180,3	-2748,5	164996,9	8398,7	5536,9
Acc totales-2	142122,4	4623,8	815,7	-71737,5	-4002,3	-2730,3	143535,1	8064,6	5522,7
Acc no atropello-1	132503,7	4556,5	812,0	-66928,2	-3918,2	-2664,3	133894,4	7874,4	5368,6
Acc no atropello-2	112228,2	4199,1	816,4	-56790,5	-3739,5	-2646,0	113646,9	7545,0	5360,0
Acc atropello-1	4763,7	1413,8	806,6	-3058,2	-1533,2	-1431,9	6148,4	3098,4	2897,8
Acc atropello-2	4252,6	1350,9	804,7	-2802,6	-1501,8	-1417,8	5649,3	3047,6	2881,6
Lesionados-1	79414,8	4274,0	838,5	-40383,7	-3599,3	-2482,4	80797,4	7228,6	4996,7
Lesionados-2	77440,4	4052,0	830,2	-39396,5	-3488,3	-2449,6	78833,1	7016,5	4941,1
Fallecidos-1	291,0	660,4	530,2	-821,9	-523,8	-517,5	1657,7	1061,7	1051,0
Fallecidos-2	289,0	656,3	531,3	-820,8	-521,8	-515,9	1656,7	1061,5	1051,0

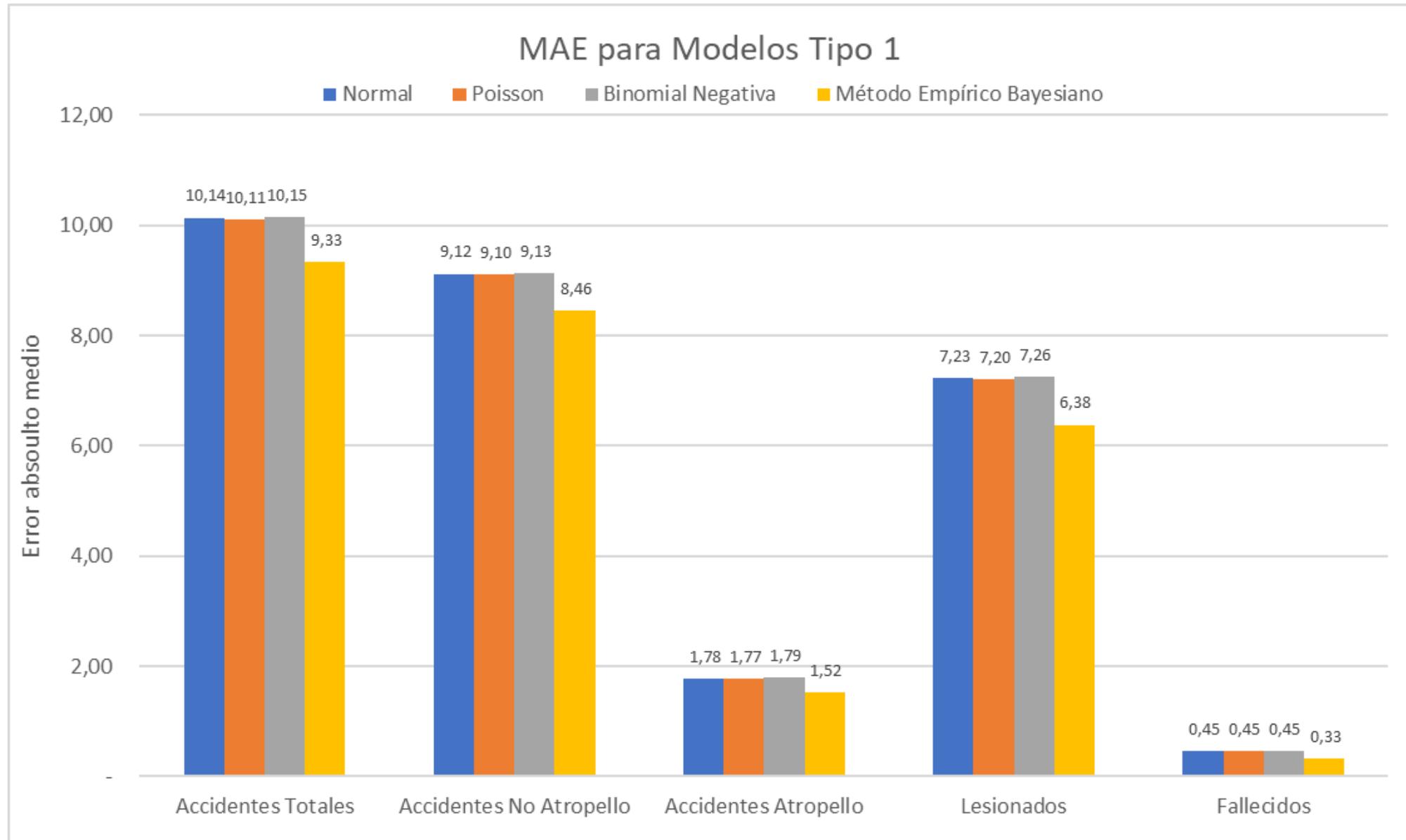
# Método Empírico Bayesiano

Modelo	Sobredispersión
Acc tot-1	0,263
Acc tot-2	0,246
Acc na-1	0,266
Acc na-2	0,248
Acc at-1	0,315
Acc at-2	0,286
Acc les-1	0,380
Acc les-2	0,343
Acc fall-1	0,659
Acc fall-2	0,629

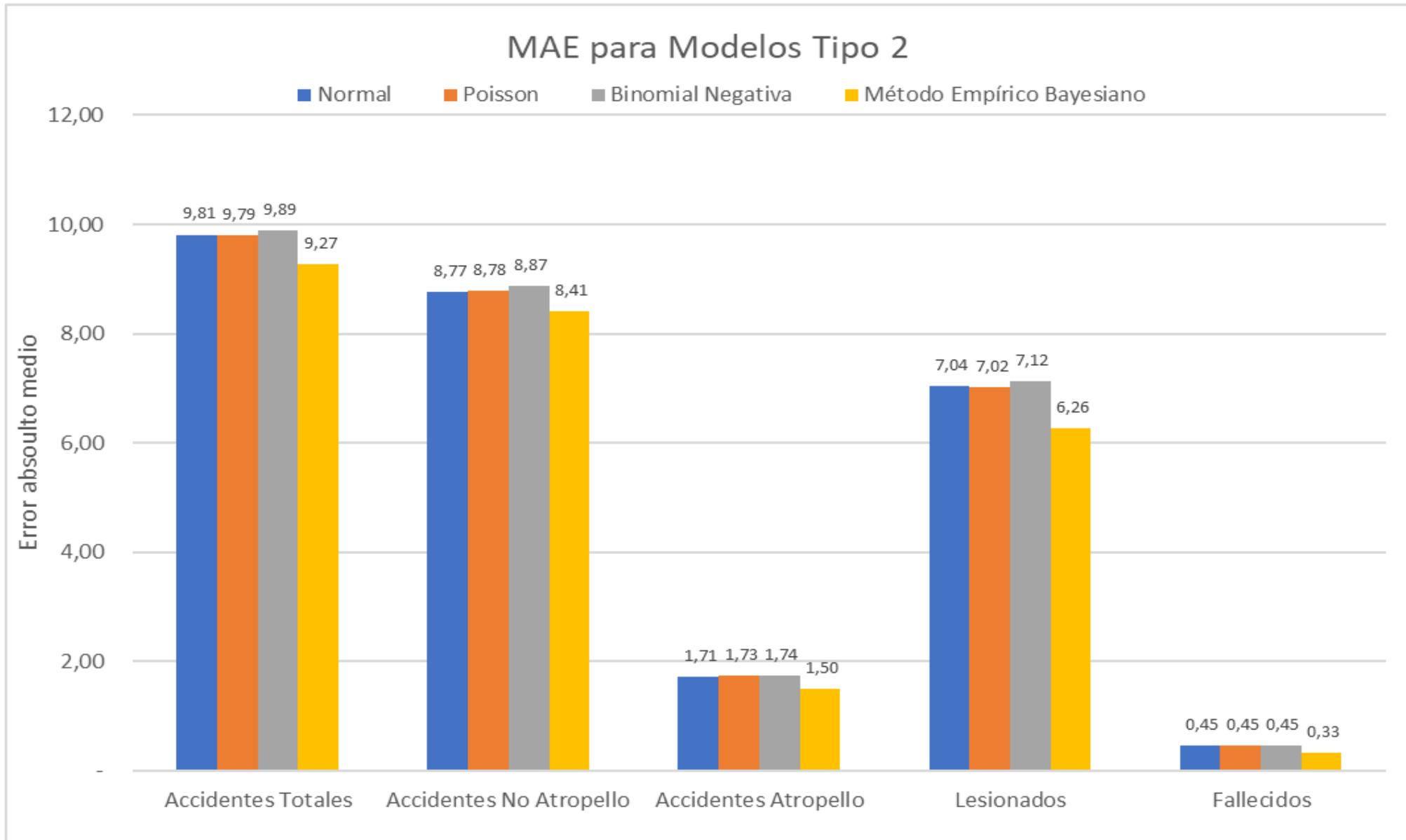
$$\alpha = \frac{1}{1 + sd * acc_m}$$

$$acc = \alpha * acc_m + (1 - \alpha) * acc_r$$

# Comparación entre modelos



# Comparación entre modelos

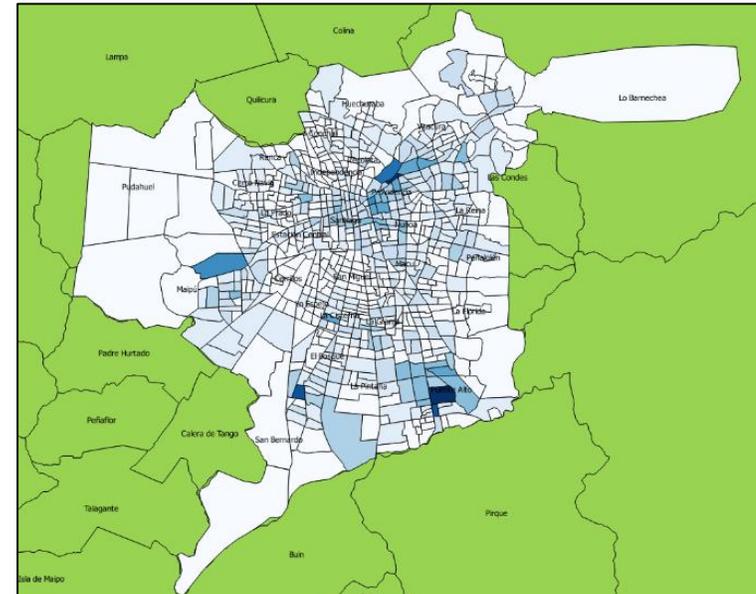


# Estimación de la tasa de accidentalidad 2015

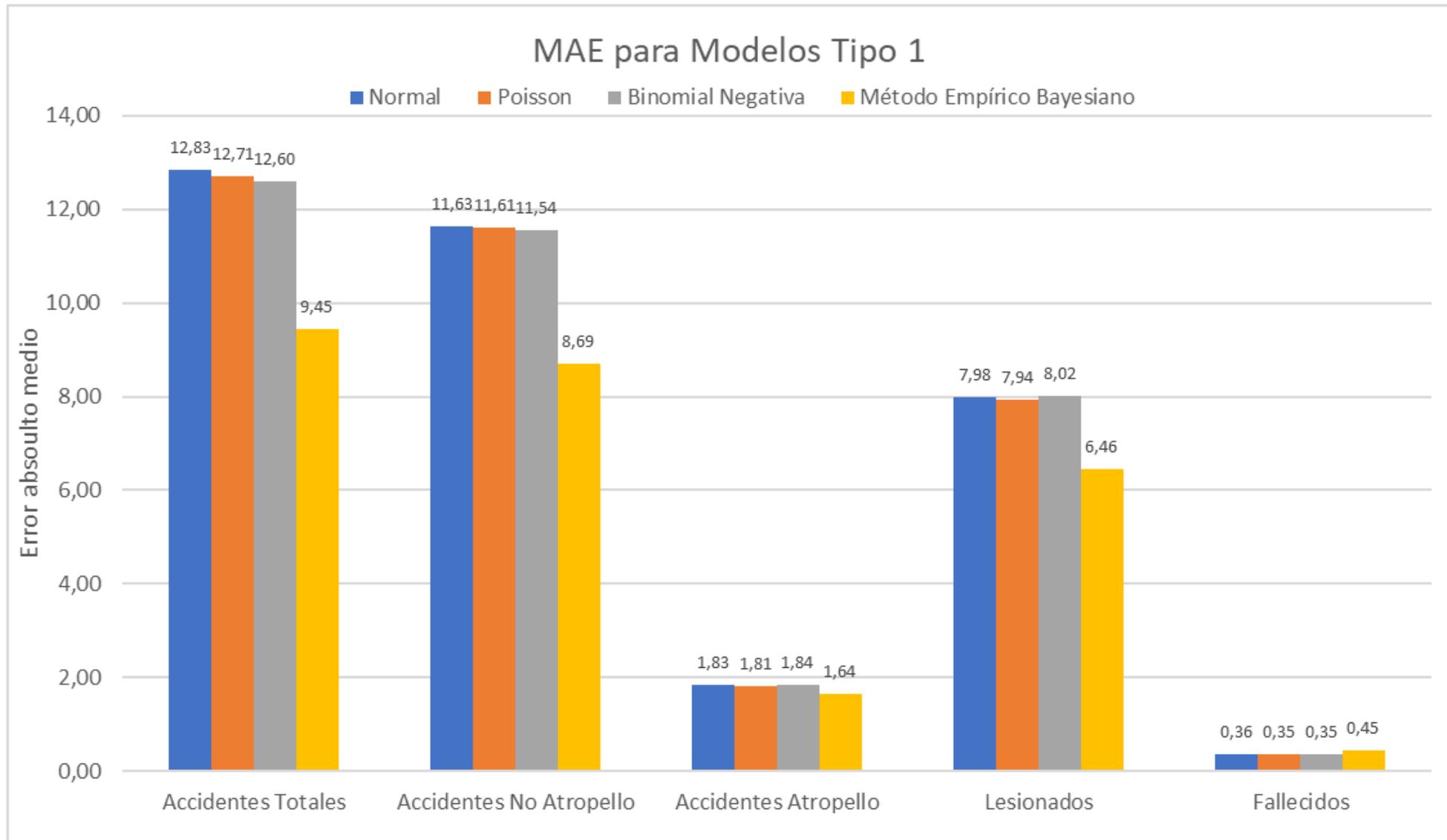
- Variables EOD: 2001 – 2012

Modo	Factor de amplificación de flujos al año 2015
Auto	1,0779
Bici	1,1400
Peatonal	1,0050
Moto	1,1055
Transbordos	1,0321

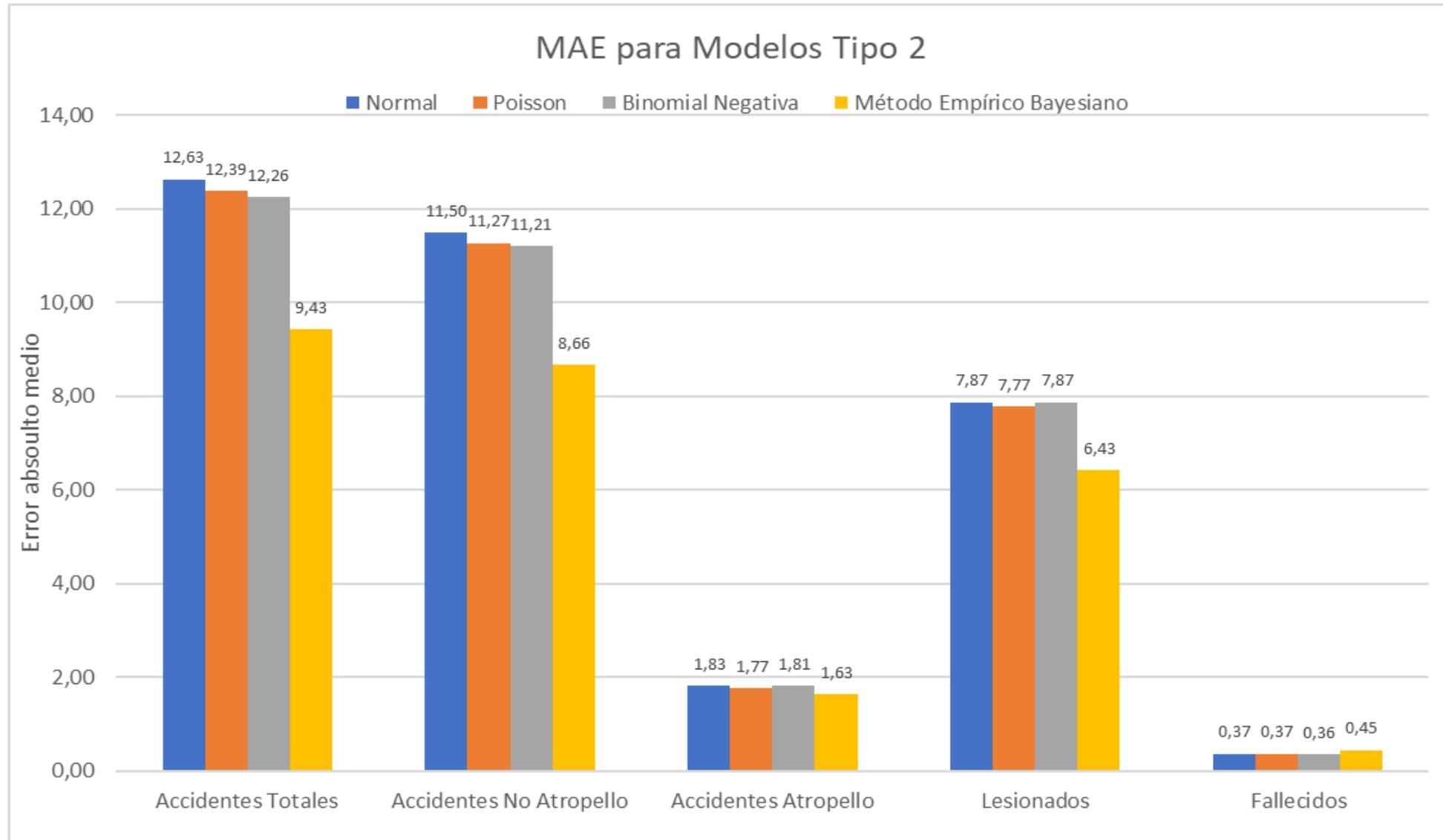
- DTPM 2015: flujo de buses
- BBRR: BD 2015
- Accidentes: SIEC-2
- Vialidad: No se modifica



# Predicción para el año 2015



# Predicción para el año 2015



# Conclusiones

- Signos de los estimadores:
  - Dummy de pertenencia de comunas casi siempre negativo, excepto para los modelos lesionados y fallecidos.
  - Habitacional, Comercio, Culto, Salud, transbordos y flujos siempre positivos.
  - Oficina, Industria y Suma de avalúo fiscal siempre negativos.
- Normal, poisson o binomial negativa?
  - Binomial Negativa
  - Método Empírico Bayesiano mejora el ajuste



Gracias

Sergio Droguett Ovando

19 Congreso Chileno de Transporte  
Lunes 7 de octubre, 2019