



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE



Segmentación del espacio urbano a partir de preferencias de localización observadas

Tomás Cox Oettinger ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁴⁾

Ricardo Hurtubia González ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

(1) Departamento of Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.

(2) Departamento de Ingeniería en Transporte y Logística, Pontificia Universidad Católica de Chile.

(3) Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

(4) Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)

(5) Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería



Congreso Chileno de Ingeniería en Transporte, Octubre 2019,
Santiago, Chile.

Elementos Importantes

Esta investigación es sobre:

Inferencia de los parámetros de preferencia en la Disposición al Pago (DP) de hogares eligiendo localización.

Los parámetros de preferencias no son iguales en diferentes sectores de la ciudad.

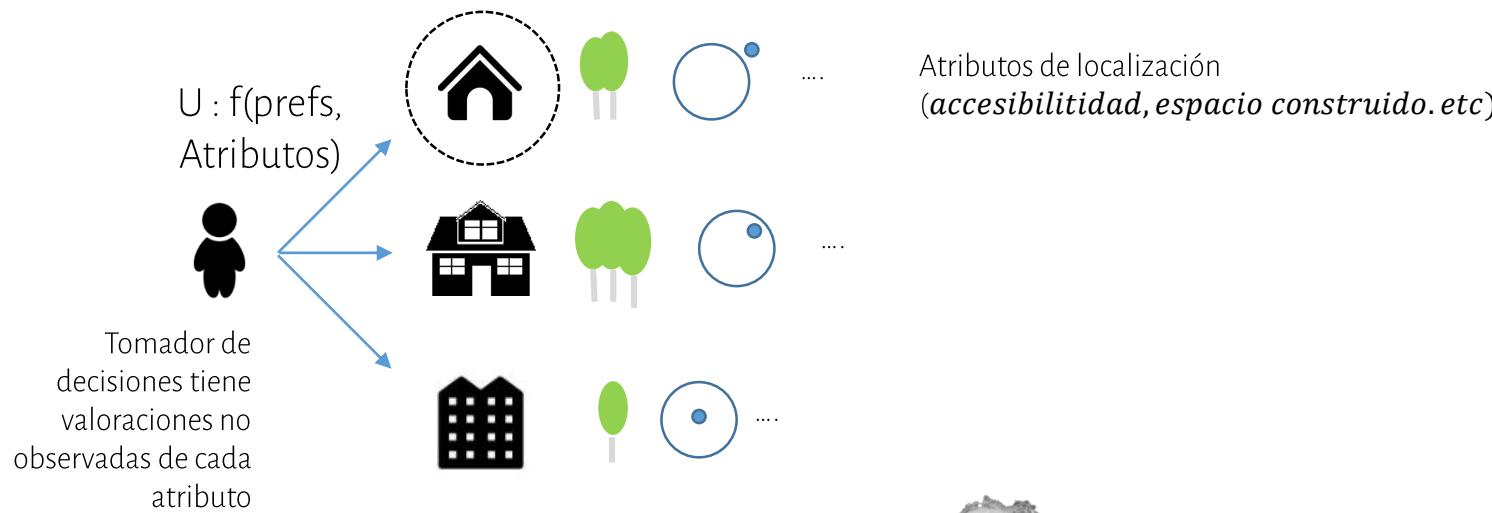
Problema: ¿Cómo definir estos sectores para que el modelo prediga mejor? (y a la vez proveer de información sobre cómo valoran los atributos).

Modelo propuesto: Define zonas y estima parámetros de preferencias de forma simultánea.

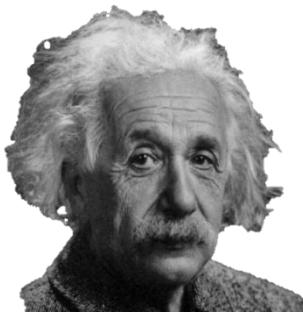
Comparación con otros enfoques de segmentación espacial.

También consideramos heterogeneidad en los agentes.

Modelamiento de preferencias en el espacio urbano



Modelar: “simple pero no más simple”.



Heterogeneidad a nivel de personas: personas diferentes tienen preferencias diferentes.

Heterogeneidad Espacial

La misma persona puede variar su valoración de atributos según el lugar de la ciudad.

Un caso: Submercados espaciales en precios hedónicos:

$$R = \beta_0 + \beta_1 \cdot BuiltSpace_i + \beta_2 \cdot TravelTime_i + \beta_3 \cdot ZonalIncome_i + \dots$$



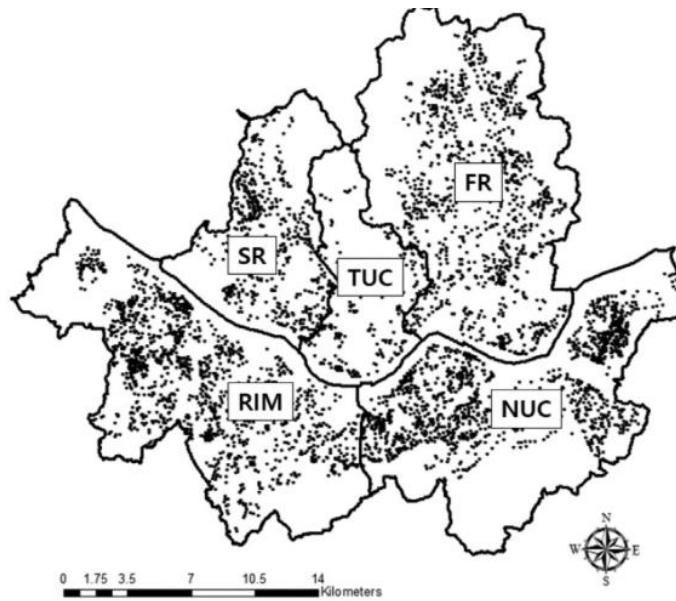
$$R^1 = \beta_0^1 + \beta_1^1 \cdot BuiltSpace + \beta_2^1 \cdot TravelTime + \beta_3^1 \cdot ZonalIncome + \dots$$

$$R^2 = \beta_0^2 + \beta_1^2 \cdot BuiltSpace + \beta_2^2 \cdot TravelTime + \beta_3^2 \cdot ZonalIncome + \dots$$



La ciudad se modela mejor con parámetros específicos a cada sector.

¿Cómo definir los sectores de la ciudad?



ZONES EXÓGENAS:
(mapa: Seoul;
Jang & Kang, 2015)

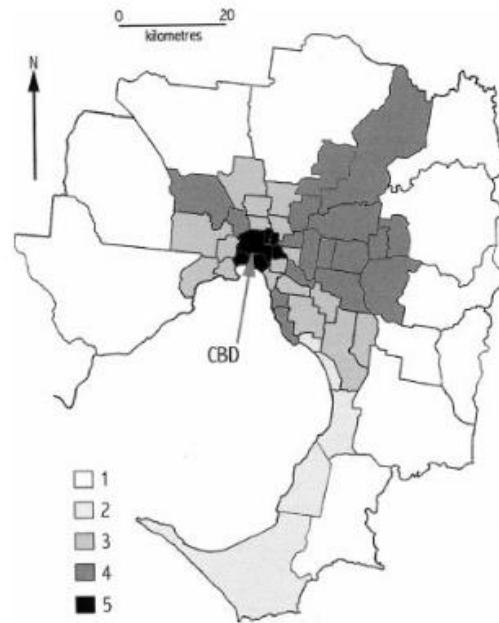
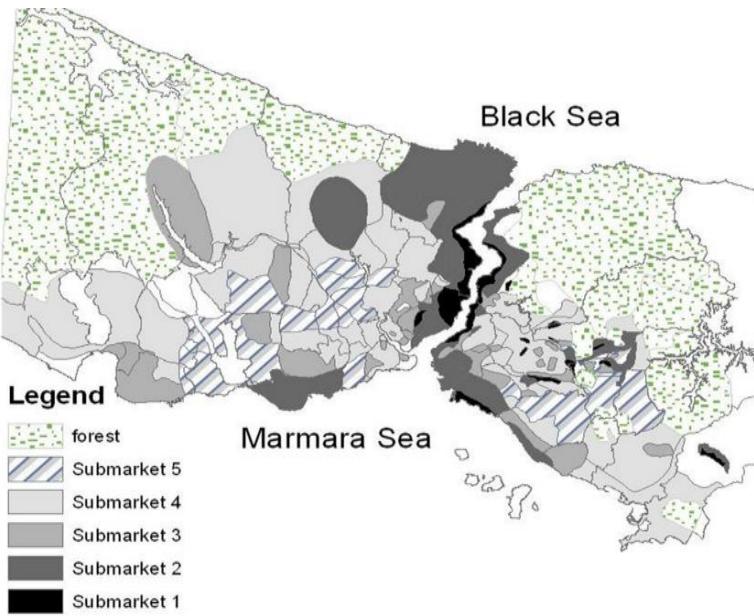


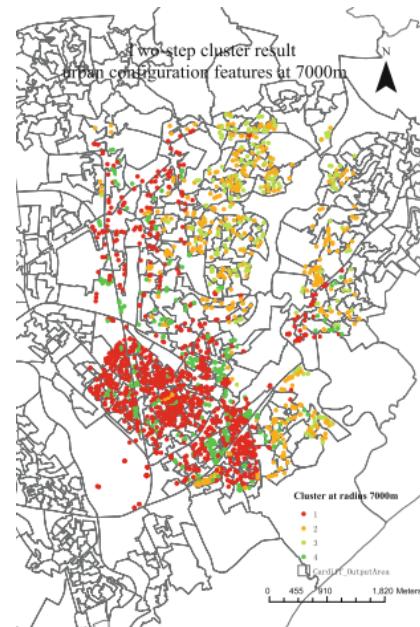
FIG. 4. Melbourne LGA K means submarkets.

CLUSTERS BASADOS
EN ATRIBUTOS
(mapa: Melbourne; Bourassa et
al, 1999)

¿Cómo definir los sectores de la ciudad?



CRITERIO EXPERTO
(Agentes de Bienes Raíces)
(mapa: Estambul;
Keskin & Watkins, 2017)



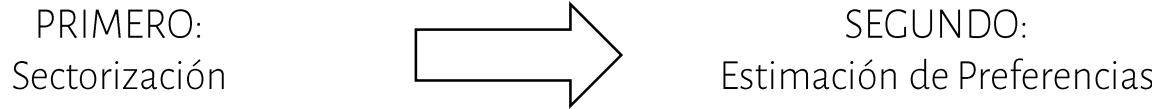
CONFIGURACIONAL (Space Syntax)
(Mapa: Cardiff; Xiao, 2017)

El Problema

El propósito de introducir heterogeneidad espacial es **agrupar localizaciones donde las preferencias son similares**.

Las sectorizaciones antes presentadas no pueden asegurar esto.

Ya que están basadas en dos pasos:

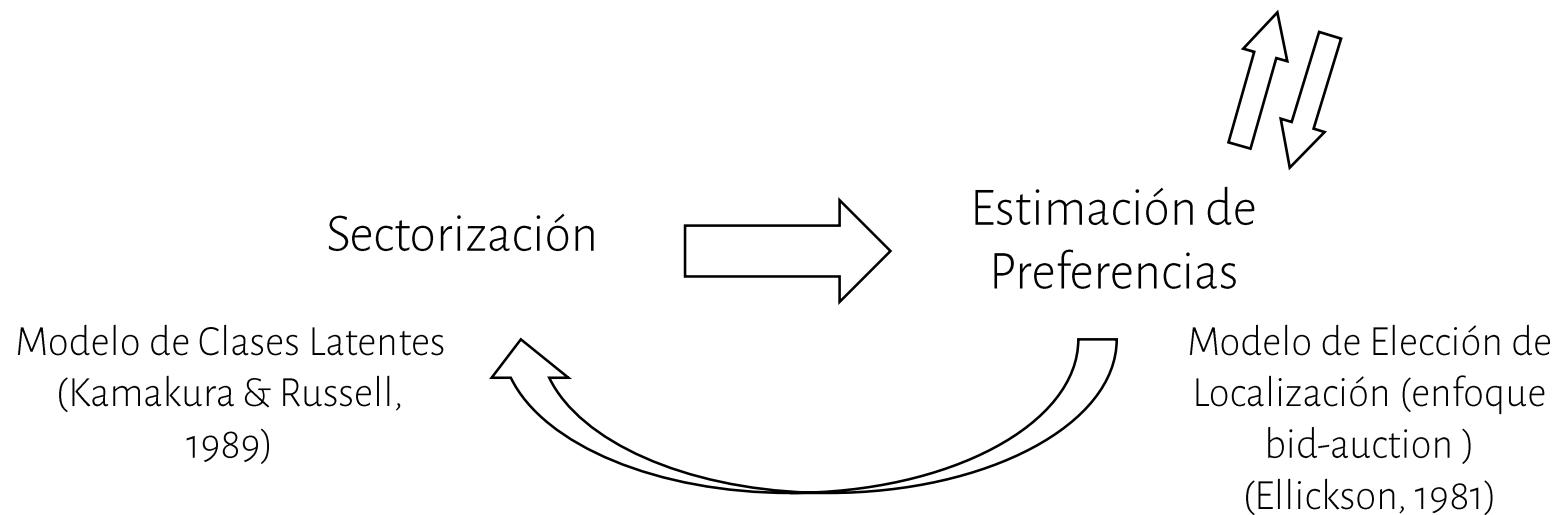


¿Cómo estos sectores pueden estar guidas por las preferencias si las preferencias se estiman después?

(Sectorización basada en atributos (e.g. con clusters) puede acercarse a esto ya que asumimos que diferentes niveles de atributos influencian en la variación de preferencias, pero la influencia específica de cada atributo en esta variación no es considerada).

Modelo propuesto: Definición simultánea de preferencias y sectores

Convergencia a Error Mínimo
o Máxima Verosimilitud



Sectorización se basa en una función con parámetros a ser estimados (no sabemos a priori cómo los agentes segmentan la ciudad).

Formulamos el modelo para un comportamiento específico: Elección de localización.

(pero puede ser fácilmente extendido a otras elecciones dónde el contexto puede influir sobre cómo un atributo es valorado (e.g. elección de modo y elección de tiempo de partida)).

Modelamiento de elección de localización vía DPs

- Modelando Disposiciones al Pago (DP) vía elecciones de localización: modelo *Bid-auction* (Ellickson, 1981, basado en McFadden, 1978).

Diferentes tipos de hogares

Características de los hogares (X_h)



Preferencias de los hogares (β_h)

DP_{hi} : cuánto está dispuesto a pagar el hogar tipo h por la localización i .



Atributos de la localización (Z_i : *accesibilidad, espacio construido, etc*)

Hogares hacen posturas basados en sus DPs

$$WP_{hi} = f(X_h, Z_i, \beta_h)$$

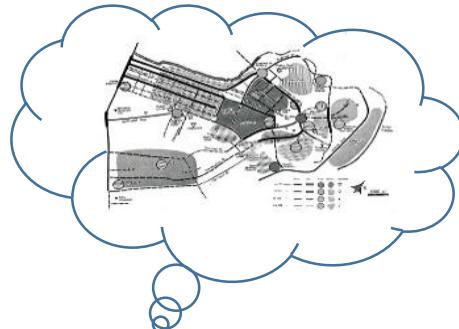
~ Hogar con la máxima postura se queda con la localización.

Considerando un término de error (i.i.d. Gumbel), la probabilidad de que el hogar tipo h gane el remate por la localización i es:

$$P(h|i) = \frac{\exp(\varphi WP_{hi})}{\sum_{g \in H} \exp(\varphi WP_{gi})}$$

Proceso de Estimación: Maximizar la probabilidad conjunta de que la alternativa elegida i en cada observación tenga la mayor probabilidad de ser elegida en el modelo y que la postura ganadora sea igual al precio observado (Lerman & Kern, 1983).

Modelo Propuesto



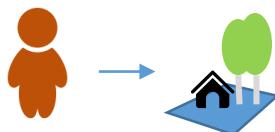
Función de pertenencia a un sector:

$$V_{si} = f(\hat{Z}_i, \theta_s)$$

Probabilidad de que una localización i pertenezca a un sector de clase s :

$$P_{si} = \frac{\exp(V_{si})}{\sum_{n \in S} \exp(V_{ni})}$$

Como en un modelo de Clases Latentes



$$DP_{hi}^s = f(Z_i, X_h, \beta_h^s)$$

Agentes tienen diferentes valorizaciones según la clase de sector

$$P_{hi}^s = \frac{\exp(DP_{hi}^s)}{\sum_{g \in H} \exp(DP_{gi}^s)}$$

La probabilidad de ser el mejor postor cambia de acuerdo a la clase de sector.

Modelo de remates de Ellickson
(Condicional al sector)

$$\rightarrow P_{hi} = f(P_{hi}^{s=1}, P_{hi}^{s=2} \dots) = P_{hi}^{s=1} \cdot P_{is=1} + P_{hi}^{s=2} \cdot P_{is=2} \dots = \sum_{s \in S} P_{hi}^s \cdot P_{si}$$

Caso de estudio: Elecciones de localización en Santiago de Chile.

Perú

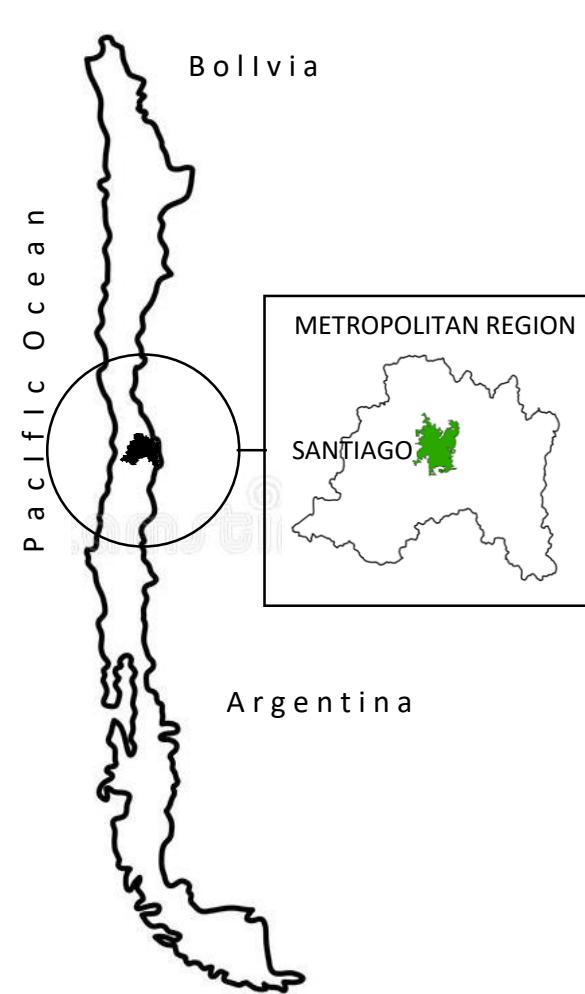
Bolivia

Pacific Ocean

METROPOLITAN REGION

SANTIAGO

Argentina



Caso de estudio: Elecciones de localización en Santiago de Chile.

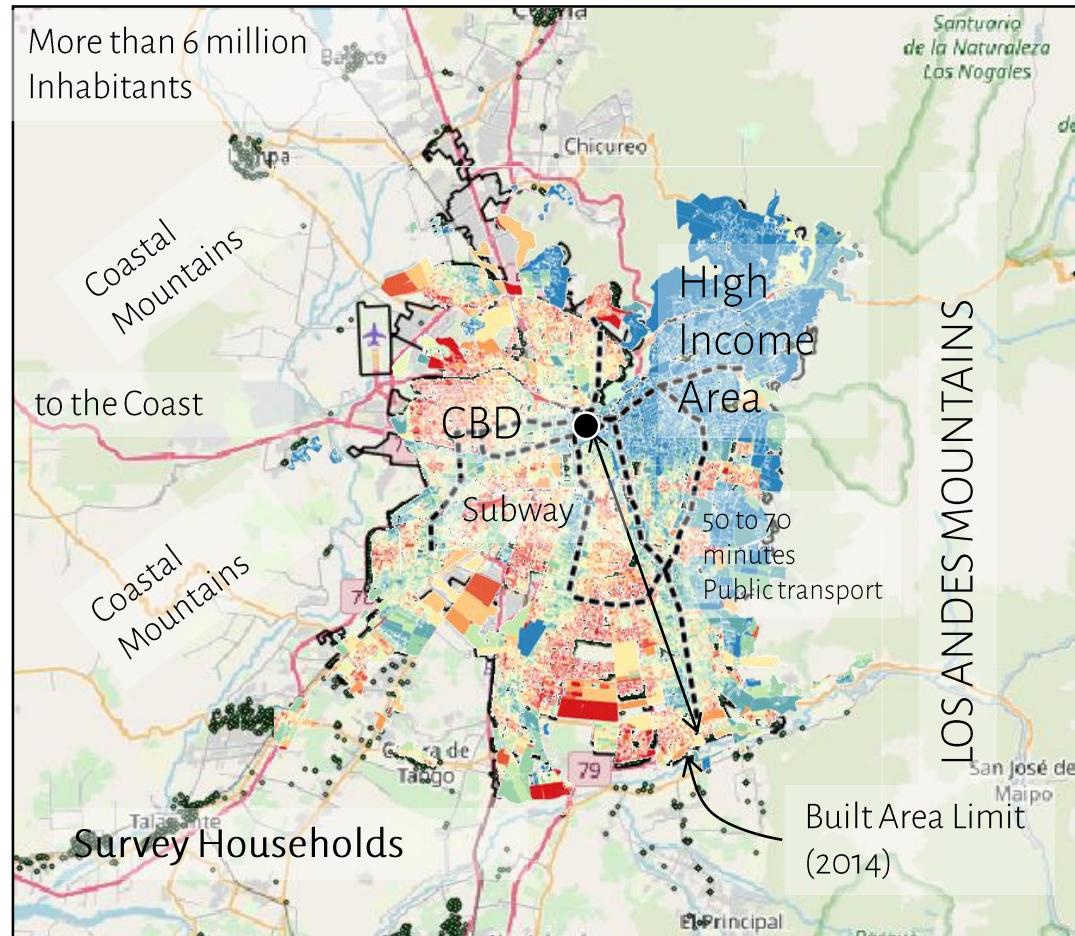
Datos:

Encuesta Origen Destino (EOD) para Santiago (2012)

- 18,624 hogares con características de su localización
(10% excluidas para validación)

Compararemos 4 modelos:

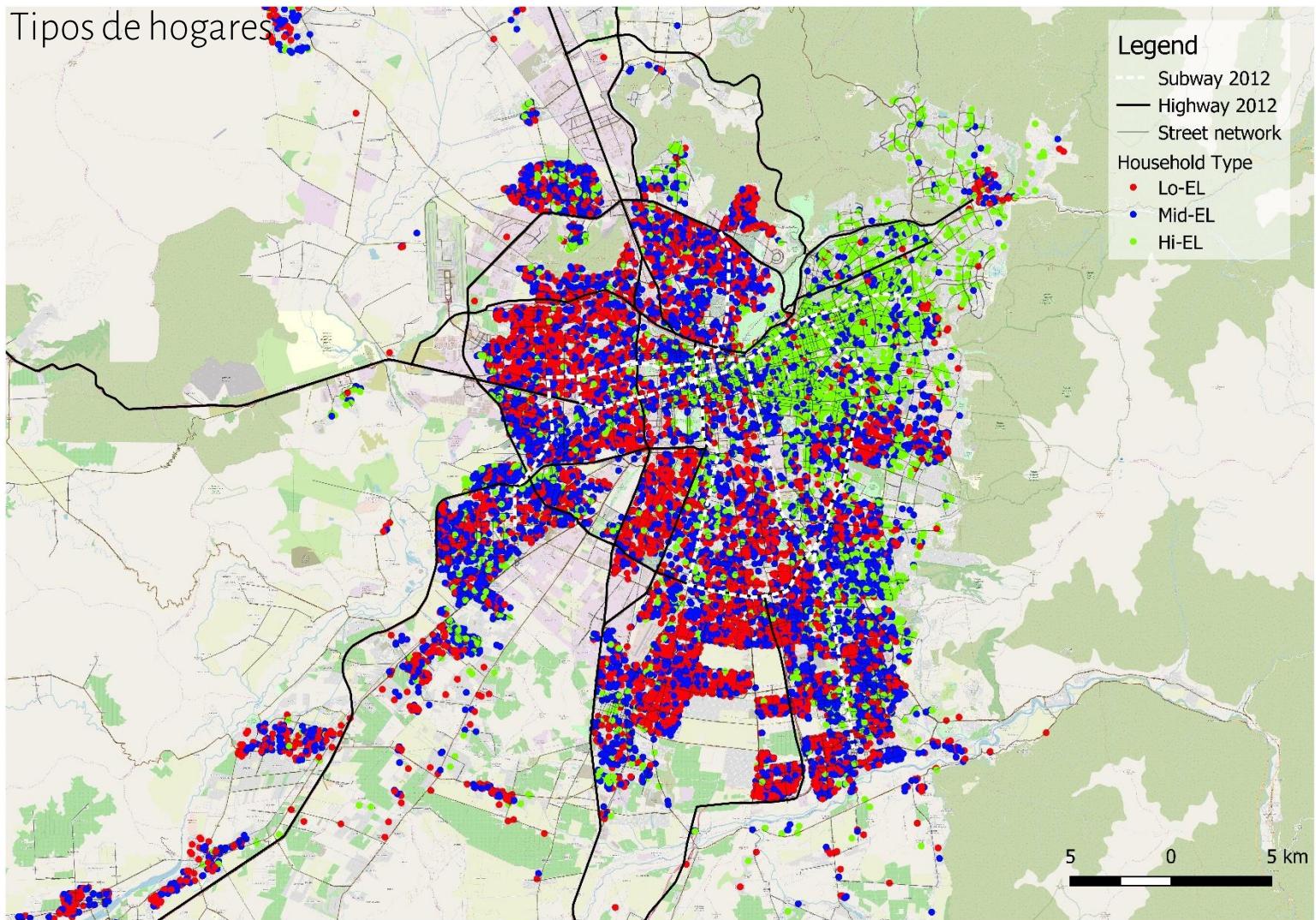
- Modelo sin sectores (sin heterogeneidad espacial)
- Modelo con 7 sectores exógenos.
- Modelo con clusters basados en atributos (2 y 7 clusters).
- Modelo Propuesto: Segmentación endógena.



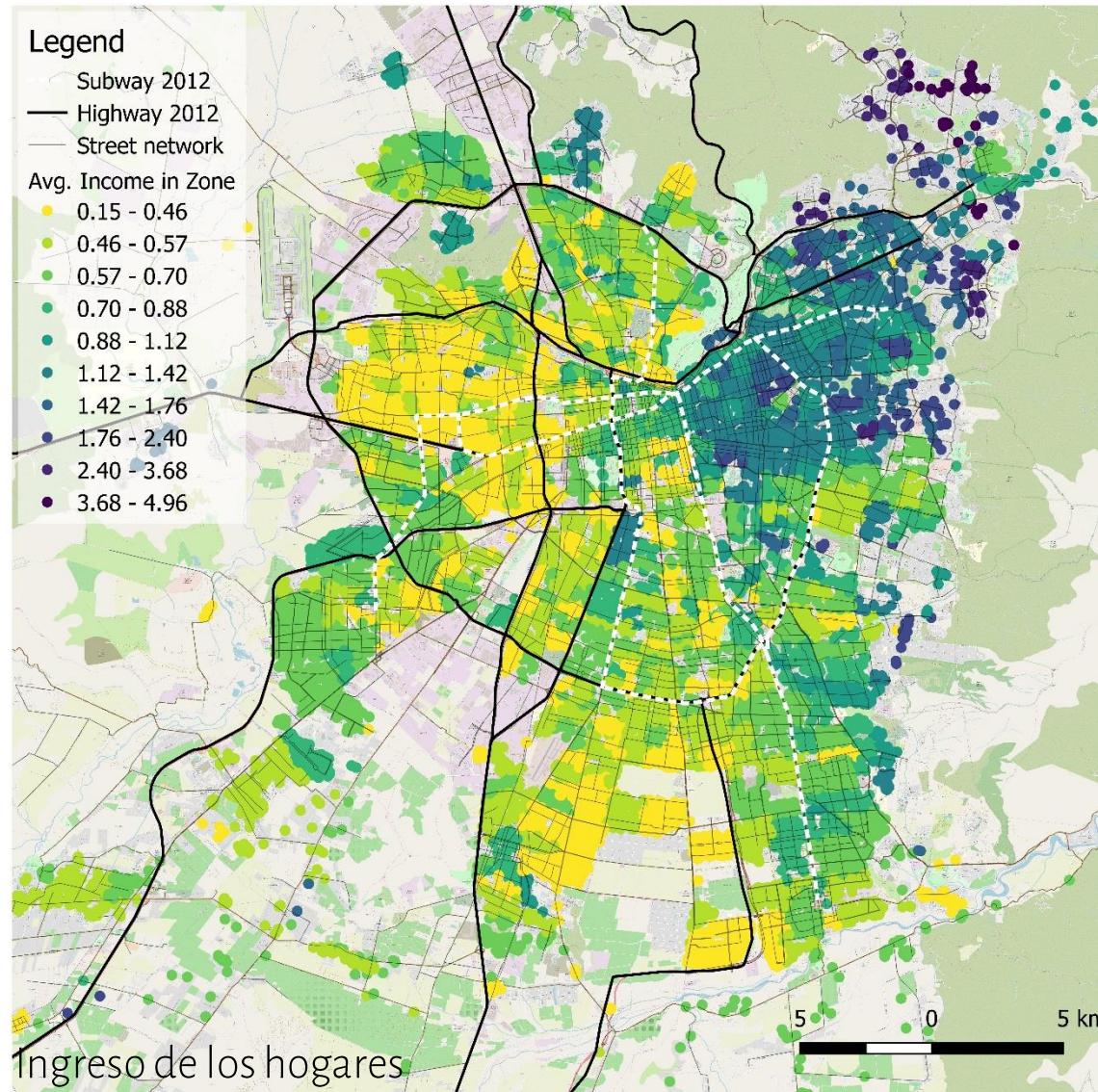
Caso de estudio: Elecciones de localización en Santiago de Chile.

3 tipos de hogares		COD %	Nivel	Años de Educación	#Hogares	
Lo-EL			Nivel Educativo Bajo	0 a 11	6620	37.1%
Mid-EL			Nivel Educativo Medio	12 a 15	7774	43.6%
Hi-EL			Nivel Educativo Alto	16 +	3436	19.3%
		TOTAL			17830	
Variable	Unit	Description	Source	Promed	Min	Max
Renta Mensual	MM CLP	Renta mensual pagada por cada hogar en millones de pesos chilenos (CLP)	Encuesta Origen Destino (SECTRA, 2012)	0.19	0.01	5
Accesibilidad a Industria (tpte pub)	-	Gravitacional con función exponencial negativa ponderada por la superficie de industria construida en cada zona de destino.	Cálculo propio basado en Servicio de Impuestos Internos (2014) y SECTRA (2015)	1807	33	4536
Accesibilidad a comercio (tpte pub)	-	Gravitacional con función exponencial negativa ponderada por la superficie de comercio construida en cada zona de destino	Cálculo propio basado en Servicio de Impuestos Internos (2014) y SECTRA (2015)	2262	46	6096
Accesibilidad a Industria (car)	-	Gravitacional con función exponencial negativa ponderada por la superficie de industria construida en cada zona de destino	Cálculo propio basado en Servicio de Impuestos Internos (2014) y SECTRA (2015)	5082	1031	6934
Accesibilidad a comercio (auto)	-	Gravitacional con función exponencial negativa ponderada por la superficie de comercio construida en cada zona de destino	Cálculo propio basado en Servicio de Impuestos Internos (2014) y SECTRA (2015)	5894	1048	8583
Distancia a estación de metro más cercana	km	Distancia euclíadiana desde cada localización a la estación de metro más cercana (2012)	Cálculo propio en QGIS	4.74	0.03	49.84
Distancia a salida de autopista más cercana	km	Distancia euclíadiana desde cada localización a la salida de autopista más cercana (2012)	Cálculo propio en QGIS	2.04	0.03	13.27
Ingreso Promedio Zonal	MM CLP	Ingreso promedio de los hogares en cada zona EOD.	Encuesta Origen Destino (SECTRA, 2012)	0.66	0.14	4.95
Superficie Construida	m2	Superficie promedio de las unidades habitacionales en la zona EOD	Servicio de Impuestos Internos (2014)	31	49.59	207.3
Densidad construida en la zona	coef	Superficie construida total en la zona EOD, dividida por el área de la zona.	Servicio de Impuestos Internos (2014)	0.38	0	4.59

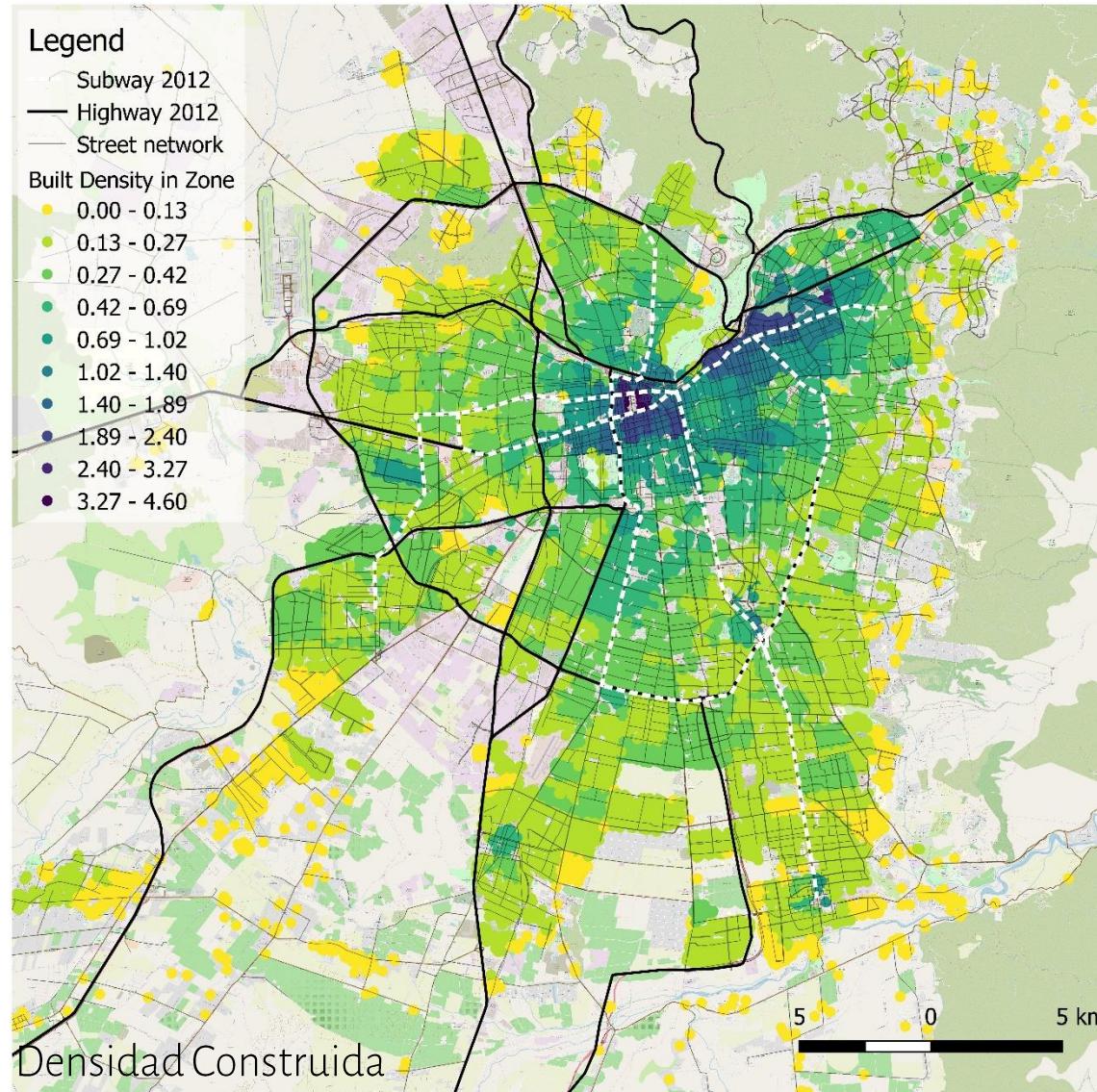
Caso de estudio: Elecciones de localización en Santiago de Chile.



Caso de estudio: Elecciones de localización en Santiago de Chile.



Caso de estudio: Elecciones de localización en Santiago de Chile



Resultados: Modelo base y modelo propuesto

		BASE MODEL (NO CLASSES)	IMPROVED MODEL (2 CLASSES)
Observations		17830	17830
Attribute	Household Type	Coefficient (t-test)	Coefficient (t-test)
Accessibility to Commerce by transit	Low-EL	-0.0000965 (-0.36)*	-0.00438 (-1.51)*
	Mid-EL	0.00351 (14.57)	0.00329 (3.16)
	Hi-EL	0.00741 (18.74)	0.0019 (2.05)
Accessibility to Industry by transit	Low-EL	0.000398 (1.06)*	0.00801 (1.94)*
	Mid-EL	-0.00429 (-12.49)	-0.0064 (-4.33)
	Hi-EL	-0.0112 (-19.67)	-0.00542 (-3.87)
Accessibility to Commerce by car	Low-EL	0.00109 (3.41)	0.00855 (2.08)
	Mid-EL	-0.00203 (-7.05)	-0.000289 (-0.22)*
	Hi-EL	0.005 (10.37)	0.00983 (7.68)
Accessibility to Industry by car	Low-EL	-0.000958 (-2.42)	-0.0144 (-2.89)
	Mid-EL	0.00333 (9.02)	0.00158 (1.02)*
	Hi-EL	-0.00186 (-2.86)	-0.00929 (-5.77)
Distance to nearest subway estation	Low-EL	0.0166 (0.91)*	0.0215 (0.07)*
	Mid-EL	0.0994 (5.61)	0.167 (1.33)*
	Hi-EL	0.299 (8.23)	0.868 (8.51)
Distance to nearest highway exit	Low-EL	-0.0385 (-0.74)*	-1.6 (-2.13)
	Mid-EL	0.0000959 (0)*	-0.188 (-0.82)*
	Hi-EL	-0.00546 (-0.06)*	-0.459 (-2.32)
Average Built surface in zone	Low-EL	0.00696 (1.26)*	0.127 (3.2)
	Mid-EL	0.0597 (13.23)	0.128 (9.09)
	Hi-EL	0.146 (27.74)	0.238 (22.88)
Average Income in Zone	Low-EL	-0.0482 (-0.09)*	0.0144 (4.48)
	Mid-EL	7.68 (30.99)	0.0458 (16.02)
	Hi-EL	7.61 (33.93)	0.0627 (8.18)
Built density in zone	Low-EL	-2.77 (-6.62)	
	Mid-EL	0.657 (3.07)	
	Hi-EL	0.554 (2.4)	
Household constant	Low-EL	5.92 (7.06)	5.36 (10.43)
	Mid-EL	-4.45 (-6.04)	2.13 (3.97)
	Hi-EL	-28.7 (-22.04)	-8.66 (-5.92)
Class Membership Variables			
Intercept			o
Average Income in Zone		10.8 (26.64)	o
Built density in zone		1.86 (5.87)	o
ww1		0.0907 (65.96)	
ww2		0.28 (116.92)	

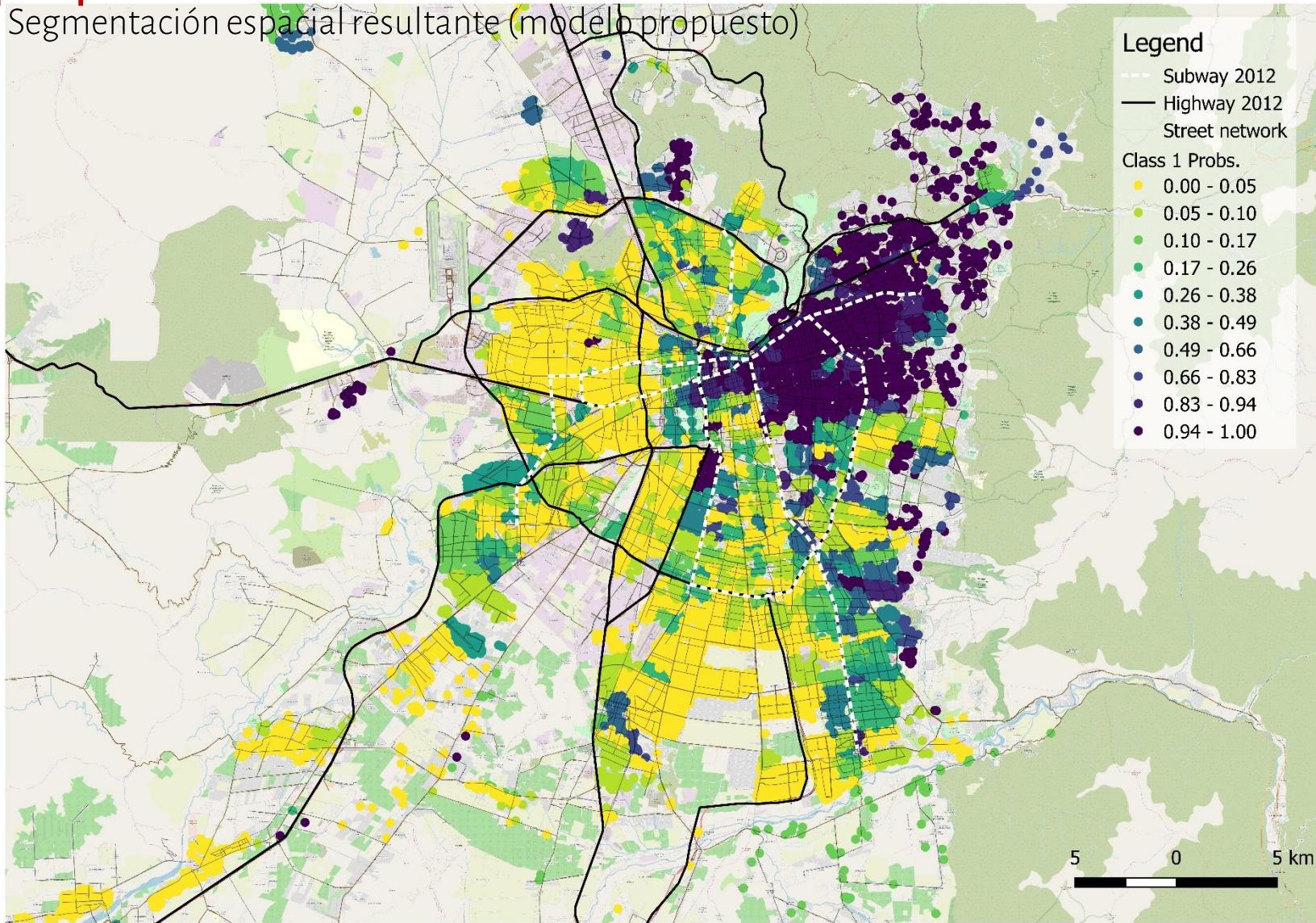
Los hogares no quieren estar cerca de estaciones de metro, pero eso es más acentuado en sectores de más ingresos/densos.

~4x mayor para sectores de más ingresos/densos.

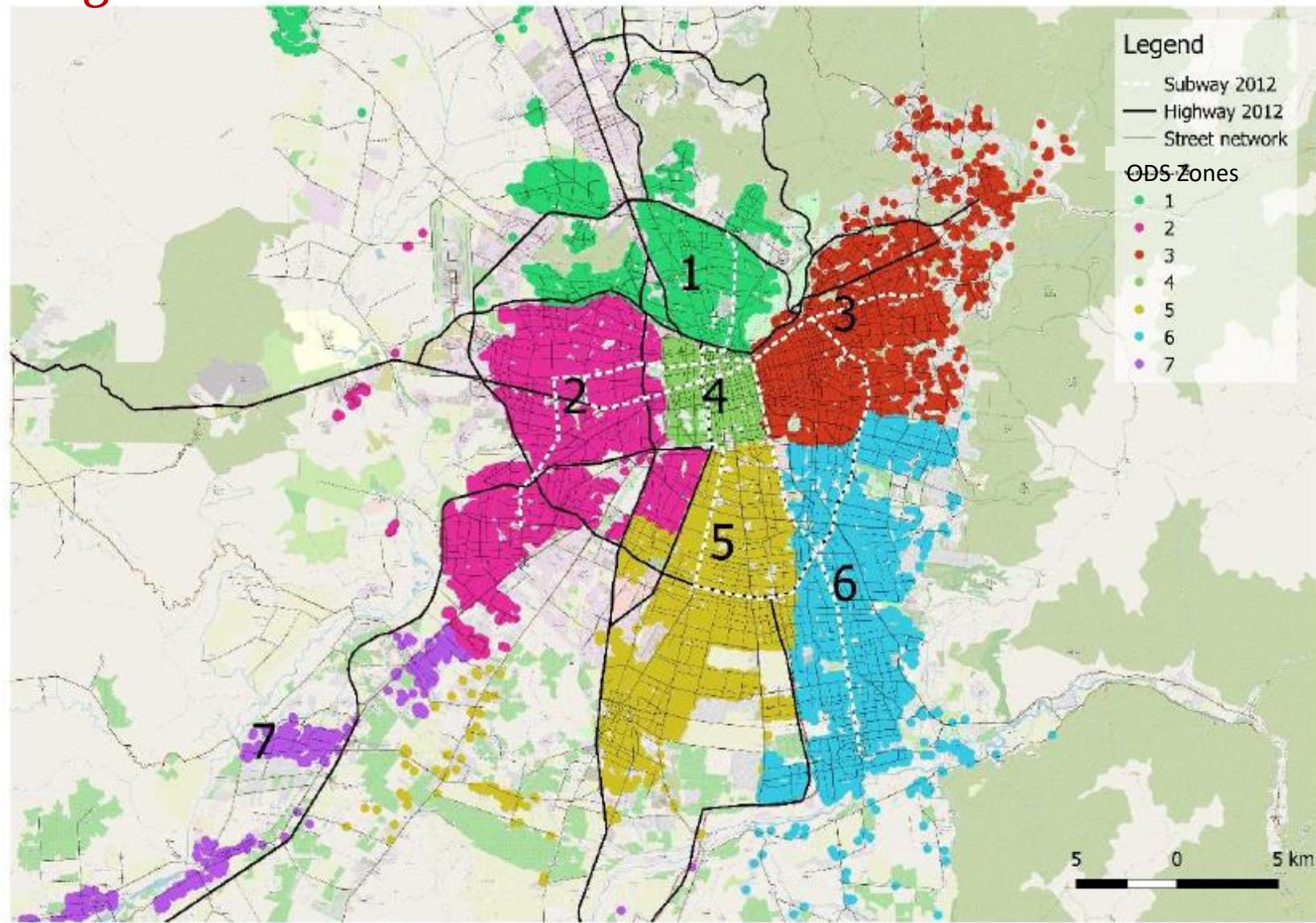
Parámetros de la función de clasificación

Resultados: Modelo base y modelo propuesto

Segmentación espacial resultante (modelo propuesto)



Comparación: Modelo de Sectores Exógenos



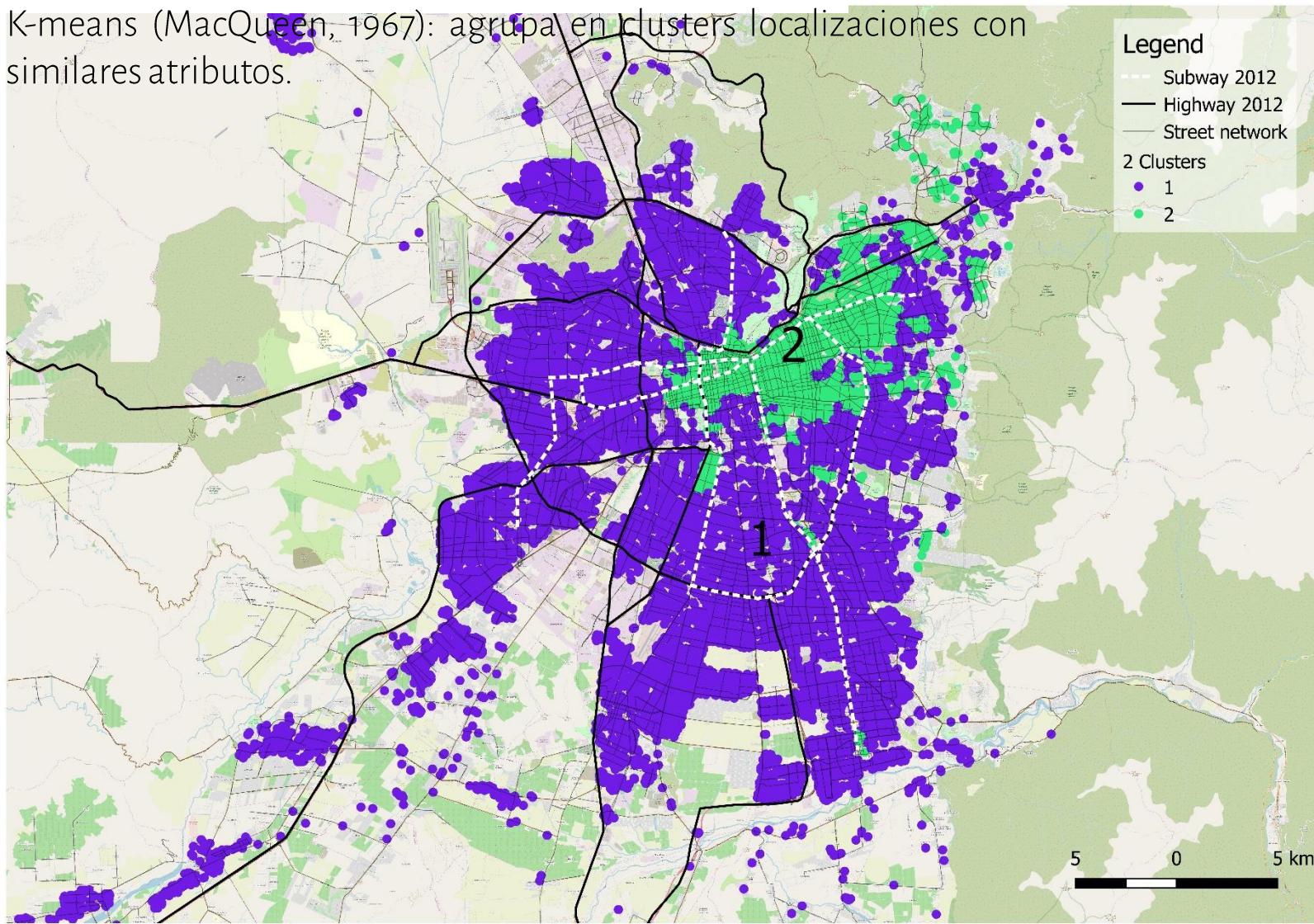
Comparación: Modelo de Sectores Exógenos

EXOGENOUS ZONES MODEL

	Household Type	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 7
Observations		17830						
	Null model log-likelihood	-258759						
	Final log-likelihood	-76511						
Attribute								
Accesibility to Commerce by transit	Low-EL	-0.000337 (-1.46)*	0.000264 (1.1)*	-0.000766 (-1.63)*	-0.000837 (-1.49)*	0.000475 (2.32)	0.000804 (3.09)	0.000885 (0.62)*
	Mid-EL	-0.000476 (-2.15)	-0.00105 (-4.51)	-0.0000457 (-0.21)*	0.00165 (4.93)	0.000754 (3.53)	0.000798 (3.85)	0.0026 (1.64)*
	Hi-EL							
Accesibility to Industry by transit	Low-EL							
	Mid-EL							
	Hi-EL							
Accesibility to Commerce by car	Low-EL							
	Mid-EL							-0.000322 (-
	Hi-EL	-0.00143 (-4.51)	-0.00129 (-4.68)	0.00119 (6.63)	0.00203 (5.08)	-0.00234 (-7.5)	1.21)*	-0.00222 (-2.79)
Accesibility to Industry by car	Low-EL							
	Mid-EL							
	Hi-EL							
Distance to nearest subway estation	Low-EL	-0.151 (-4.04)	0.18 (1.09)*	-0.154 (-0.71)*	2.03 (1.51)*	-0.148 (-2.04)	-0.165 (-1.18)*	0.00224 (0.11)*
	Mid-EL	0.0322 (1.07)*	-0.879 (-6)	-0.848 (-5.28)	1.1 (1.23)*	-0.116 (-1.54)*	-0.765 (-5.84)	0.0438 (1.85)*
	Hi-EL	-0.355 (-5.26)	-0.719 (-3.05)	-1.52 (-11.31)	-3.11 (-2.48)	-0.304 (-2.15)	-1.62 (-8.3)	0.0745 (1.63)*
Average Built surface in zone	Low-EL	0.00394 (0.4)*	-0.000768 (-0.04)*	0.0858 (2.44)	0.014 (0.41)*	-0.0258 (-1.68)*	-0.0258 (-1.68)*	0.0267 (1.5)*
	Mid-EL	0.0447 (6.15)	0.0655 (3.6)	0.225 (18.53)	0.0272 (1.4)*	0.0679 (4.28)	0.0402 (2.71)	-0.0203 (-1)*
	Hi-EL	0.0468 (2.69)	0.0867 (2.69)	0.244 (28.63)	-0.0675 (-2.1)	0.163 (5.35)	0.125 (6.17)	0.11 (3.54)
Average Zonal Income	Low-EL	1.03 (0.95)*	-3.05 (-2.44)	-0.524 (-0.37)*	1.67 (0.58)*	-0.153 (-0.1)*	-4.21 (-3.26)	-3.5 (-1.86)*
	Mid-EL	9.2 (10.83)	17.8 (16.66)	1.36 (2.52)	0.398 (0.22)*	7.71 (5.18)	9.8 (12.86)	5.66 (2.8)
	Hi-EL	24.9 (14.45)	25.1 (11)	5.83 (15.94)	10.4 (4.65)	28.8 (14.81)	16.3 (18.78)	10.3 (3.45)
Built Density in Zone	Low-EL	0.203 (0.13)*	-0.207 (-0.17)*	-2.79 (-1.64)*	-1.42 (-1.42)*	-1.92 (-0.96)*	-5.06 (-2.79)	-0.716 (-0.12)*
	Mid-EL	4.88 (3.63)	-0.737 (-0.63)*	0.539 (0.91)*	0.496 (1.21)*	-8.71 (-4.19)	0.435 (0.32)*	14.3 (1.99)
	Hi-EL	5.3 (1.82)*	0.971 (0.38)*	0.298 (0.82)*	0.441 (0.95)*	-6.23 (-1.5)*	-0.547 (-0.22)*	-34.1 (-2.26)
Household constant	Low-EL	8.4 (16.32)	8.4 (16.32)	8.4 (16.32)	8.4 (16.32)	8.4 (16.32)	8.4 (16.32)	8.4 (16.32)
	Mid-EL	0.64 (1.54)*	0.64 (1.54)*	0.64 (1.54)*	0.64 (1.54)*	0.64 (1.54)*	0.64 (1.54)*	0.64 (1.54)*
	Hi-EL	-9.34 (-6.99)	-9.34 (-6.99)	-9.34 (-6.99)	-9.34 (-6.99)	-9.34 (-6.99)	-9.34 (-6.99)	-9.34 (-6.99)
		0.168 (169.54)						

Comparación: Modelo de 2 Clusters

K-means (MacQueen, 1967): agrupan en clusters localizaciones con similares atributos.



Comparación: Modelo con 2 clusters

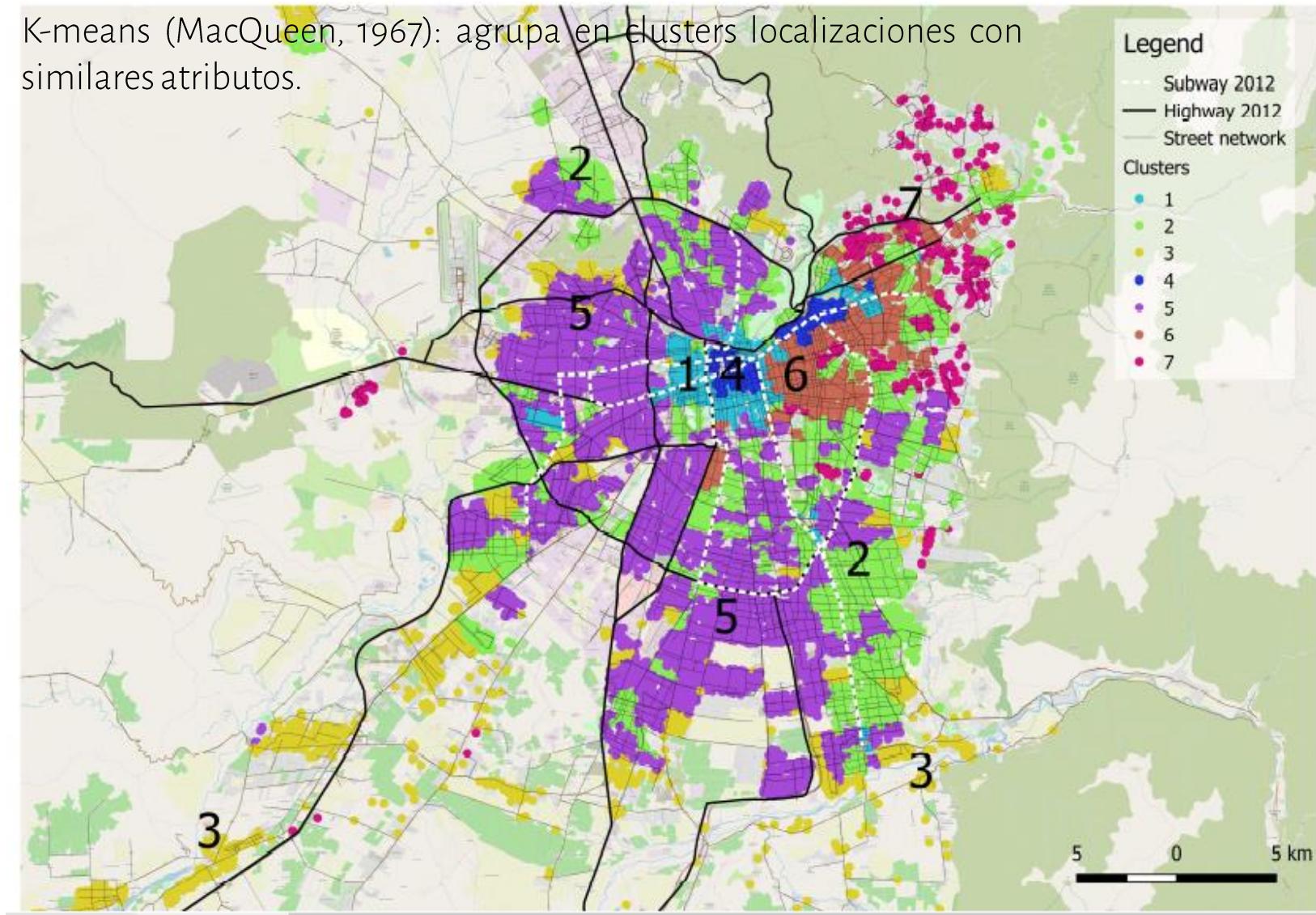
ATTRIBUTE-BASED 2 CLUSTER MODEL

Observations	17830
Null model log-likelihood	-258759
Final log-likelihood	-76170

Attribute	Household Type		
		Cluster 1	Cluster 2
Accesibility to Commerce by transit	Low-EL	0.000447 (1.22)*	-0.0022 (-0.89)*
	Mid-EL	-0.00263 (-7.59)	-0.000142 (-0.11)*
	Hi-EL	-0.0065 (-10.01)	-0.000636 (-0.51)*
Accesibility to Industry by transit	Low-EL	-0.0000768 (-0.3)*	0.00187 (1.02)*
	Mid-EL	0.00252 (10.4)	-0.00115 (-1.2)*
	Hi-EL	0.00518 (11.44)	-0.00171 (-1.94)*
Accesibility to Commerce by car	Low-EL	0.00103 (3.36)	-0.00137 (-0.48)*
	Mid-EL	-0.00279 (-10)	0.0104 (6.56)
	Hi-EL	-0.000588 (-1.14)*	0.0251 (17)
Accesibility to Industry by car	Low-EL	-0.000896 (-2.35)	0.000997 (0.28)*
	Mid-EL	0.00354 (9.97)	-0.0101 (-5.15)
	Hi-EL	0.00232 (3.4)	-0.0239 (-13.26)
Distance to nearest subway estation	Low-EL	0.0194 (1.1)*	0.178 (0.26)*
	Mid-EL	0.0594 (3.34)	0.193 (0.63)*
	Hi-EL	0.155 (4.2)	0.798 (3.86)
Distance to nearest highway exit	Low-EL		
	Mid-EL	-0.028 (-0.59)*	-1.26 (-3.91)
	Hi-EL	0.106 (1.17)*	-2.34 (-10.87)
Average Built surface in zone	Low-EL	-2.31 (-3.14)	-0.87 (-0.93)*
	Mid-EL	2.72 (4.25)	0.175 (0.45)*
	Hi-EL	1.9 (1.52)*	-1.3 (-3.79)
Average Zonal Income	Low-EL	0.0279 (0.1)*	-0.00536 (-0.01)*
	Mid-EL	14.5 (34.11)	0.786 (0.97)*
	Hi-EL	24.7 (43.52)	5.66 (12.93)
Built Density in Zone	Low-EL	-2.31 (-3.14)	-0.87 (-0.93)*
	Mid-EL	2.72 (4.25)	0.175 (0.45)*
	Hi-EL	1.9 (1.52)*	-1.3 (-3.79)
Household constant	Low-EL	5.75 (7.53)	
	Mid-EL	-5.21 (-6.65)	
	Hi-EL	-28.2 (-19.99)	
		0.171 (168.87)	

Comparación: Modelo de 7 Clusters

K-means (MacQueen, 1967): agrupa en clusters localizaciones con similares atributos.



Comparación: Modelo con 7 clusters

ATTRIBUTE BASED 7 CLUSTER MODEL

	Observations	17830
	Null model log-likelihood	-258759
	Final log-likelihood	-75556

Attribute	Household Type	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6	Cluster 7
Accesibility to Commerce by transit	Low-EL	0.00198 (1.02)*	-0.000495 (-0.82)*	0.000771 (0.78)*	0.00291 (0.45)*	0.00028 (0.84)*	0.0021 (0.38)*	-0.00882 (-1.15)*
	Mid-EL	-0.00276 (-2.54)	0.00268 (6.13)	0.0017 (1.72)*	-0.000372 (-0.13)*	0.00111 (3.16)	-0.00653 (-3.04)	0.00839 (1.74)*
	Hi-EL	0.000356 (0.25)*	0.00436 (7.18)	0.00456 (1.84)*	-0.00277 (-1.21)*	0.00212 (2.37)	-0.00466 (-3.19)	0.00975 (4.11)
Accesibility to Industry by transit	Low-EL	-0.00401 (-1.76)*	0.00092 (1.22)*	0.000858 (0.82)*	-0.00639 (-0.98)*	-0.000119 (-0.26)*	-0.00168 (-0.21)*	0.0238 (1.64)*
	Mid-EL	0.00253 (1.72)*	-0.00425 (-7.66)	-0.00209 (-1.94)*	-0.0012 (-0.45)*	-0.000528 (-1.1)*	0.00985 (3.34)	-0.0207 (-2.32)
	Hi-EL	-0.000514 (-0.24)*	-0.00622 (-7.76)	-0.00497 (-1.81)*	0.000268 (0.11)*	-0.000639 (-0.53)*	0.00656 (3.26)	-0.0194 (-4.4)
Accesibility to Commerce by car	Low-EL	-0.00225 (-1.05)*	0.0018 (2.6)	0.00109 (1.17)*	-0.0104 (-0.93)*	0.000284 (0.71)*	0.000177 (0.02)*	0.029 (2.51)
	Mid-EL	0.00684 (5)	-0.00285 (-5.85)	-0.00199 (-2.18)	0.00413 (0.87)*	-0.00315 (-7.65)	0.0224 (6.56)	0.00411 (0.64)*
	Hi-EL	0.0116 (5.56)	-0.000168 (-0.24)*	-0.00533 (-2.24)	0.0191 (4.91)	-0.00579 (-5.48)	0.0297 (12.83)	0.012 (4)
Accesibility to Industry by car	Low-EL	0.00359 (1.45)*	-0.00214 (-2.8)	-0.00157 (-1.54)*	0.0116 (0.95)*	0.000148 (0.3)*	-0.000692 (-0.06)*	-0.037 (-2.46)
	Mid-EL	-0.00844 (-4.97)	0.00457 (8.63)	0.0029 (2.87)	-0.00285 (-0.54)*	0.00278 (5.57)	-0.0257 (-6.27)	0.00183 (0.22)*
	Hi-EL	-0.0144 (-5.62)	0.00217 (2.63)	0.00653 (2.5)	-0.0179 (-3.93)	0.00435 (3.48)	-0.0323 (-11.67)	-0.00475 (-1.22)*
Distance to nearest subway estation	Low-EL	0.21 (0.16)*	0.0308 (0.3)*	0.00572 (0.28)*	6.41 (1.38)*	0.0484 (0.77)*	3.04 (1.44)*	1.56 (1.92)*
	Mid-EL	1.5 (1.55)*	-0.12 (-1.76)*	0.0593 (2.66)	-0.429 (-0.2)*	-0.0551 (-0.84)*	1.3 (1.77)*	0.338 (0.73)*
	Hi-EL	4.68 (3.54)	0.0818 (0.88)*	0.0545 (1.09)*	-2.26 (-1.4)*	-0.444 (-2.35)	3.05 (6.74)	1.46 (6.91)
Distance to nearest highway exit	Low-EL	-0.285 (-0.33)*	-0.361 (-2.27)	0.0214 (0.33)*	7.79 (2.23)	-0.0726 (-0.71)*	-2.33 (-1.94)*	-0.116 (-0.08)*
	Mid-EL	1.18 (2.2)	0.292 (2.75)	-0.0681 (-0.94)*	1.74 (1.16)*	-0.0841 (-0.77)*	-1.37 (-2.89)	-2.26 (-4.21)
	Hi-EL	-1.53 (-2.31)	0.113 (0.79)*	-0.265 (-1.61)*	0.163 (0.16)*	-0.244 (-0.83)*	-2.51 (-7.55)	-2.31 (-9.51)
Average Built surface in zone	Low-EL	0.00786 (0.19)*	0.00036 (0.02)*	0.0035 (0.51)*	0.301 (2.64)	-0.0027 (-0.22)*	-0.0027 (-0.22)*	0.0472 (0.67)*
	Mid-EL	0.141 (6.41)	0.0581 (5.4)	0.00533 (0.7)*	0.186 (4.1)	0.131 (10.39)	0.0957 (3.78)	0.0458 (1.31)*
	Hi-EL	0.161 (6.18)	0.109 (9.16)	0.0163 (0.98)*	0.138 (3.86)	0.242 (7.58)	0.0578 (3.68)	0.0265 (1.99)
Average Zonal Income	Low-EL	-0.834 (-0.18)*	1.93 (1.09)*	3.04 (1.88)*	-13.1 (-1.24)*	0.132 (0.11)*	2.64 (0.43)*	-1.85 (-0.46)*
	Mid-EL	2.92 (1.21)*	9.95 (9.3)	14.7 (7.96)	-1.06 (-0.26)*	19.5 (15.8)	2.51 (1.22)*	1.35 (1.01)*
	Hi-EL	14.1 (5.25)	18.9 (16.2)	29.8 (6.68)	7.6 (2.35)	33.4 (10.56)	9.39 (8.32)	3.17 (6.38)
Built Density in Zone	Low-EL	0.0226 (0.01)*	2.84 (1.13)*	-5.51 (-1.76)*	0.699 (0.48)*	-3.34 (-2.23)	-6.47 (-1.51)*	-21 (-1.09)*
	Mid-EL	10.5 (5.51)	2.85 (1.74)*	11.4 (3.74)	0.318 (0.55)*	-2.04 (-1.29)*	-4.63 (-3.2)	-8.89 (-1.26)*
	Hi-EL	12.1 (6.44)	-4.7 (-2.24)	-16.8 (-2.37)	-0.829 (-1.38)*	-3.53 (-0.86)*	-6.3 (-7.4)	-26.2 (-8.58)
Household constant	Low-EL	5.72 (6.24)	5.72 (6.24)	5.72 (6.24)	5.72 (6.24)	5.72 (6.24)	5.72 (6.24)	5.72 (6.24)
	Mid-EL	-4.91 (-5.59)	-4.91 (-5.59)	-4.91 (-5.59)	-4.91 (-5.59)	-4.91 (-5.59)	-4.91 (-5.59)	-4.91 (-5.59)
	Hi-EL	-21.3 (-13.44)	-21.3 (-13.44)	-21.3 (-13.44)	-21.3 (-13.44)	-21.3 (-13.44)	-21.3 (-13.44)	-21.3 (-13.44)
		0.175 (167.84)						

Validación

Se reestiman los modelos con 90% de la muestra y se calcula Verosimilitud directa aplicando los parámetros estimados al 10% de la muestra (1.783 localizaciones).

Modelo	Log-Verosimilitud	Cantidad de Parámetros	% parámetros significativos (95%)	AIC	BIC
Base (Sin heterogeneidad espacial)	-7,608	31	74%	15,278	15,448
7 Zonas Exógenas	-7,534	109	55%	15,287	15,885
2 Zonas basadas en clusters	-7,494	56	57%	15,100	15,408
7 Zonas basadas en clusters	-7,450	193	46%	15,285	16,344
Segmentación endógena (modelo propuesto)	-7,216	50	76%	14,532	14,806

Modelo propuesto tiene mejor verosimilitud que los otros modelos.

Modelo propuesto es significativamente mejor conTest Chi-cuadrado (95%) contra los otros modelos de comparación.

Comentarios y conclusiones

- Nuevo método para introducir heterogeneidad por segmentación espacial endógena, adicional a la heterogeneidad de agentes y coherente con la teoría urbana (modelo bid y cognición espacial).
- Puede extenderse a más clases pero es difícil de estimar con LCM.
- La especificación de los modelos es sencilla para comparación.
- Límites difusos entre sectores ayuda al ajuste del modelo, y es coherente con la cognición de las personas.
- El modelo propuesto integra información cuantitativa (cuánto del atributo Z?) y categórica (qué tipo de sector?) en las posturas de los agentes.
- Trabajo futuro: Aplicar modelo para observer cambios en preferencias por identificación de barrios compactos y de uso mixto.



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE



Segmentación del espacio urbano a partir de preferencias de localización observadas

Tomás Cox Oettinger ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁴⁾

Ricardo Hurtubia González ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

(1) Departamento of Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.

(2) Departamento de Ingeniería en Transporte y Logística, Pontificia Universidad Católica de Chile.

(3) Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile.

(4) Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)

(5) Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería



Congreso Chileno de Ingeniería en Transporte, Octubre 2019,
Santiago, Chile.