

## ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN Y COOPERACIÓN ECONÓMICA A LAS INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA BÁSICA DE LAS ENTIDADES LOCALES

Inmaculada Álvarez<sup>a</sup>, Angel M. Prieto<sup>b</sup> and José L. Zofío<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> *Departamento de Análisis Económico: Teoría Económica e Historia Económica, Universidad Autónoma de Madrid, E-28049 Cantoblanco, Madrid, España.*

<sup>b</sup> *Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Cordel de Merinas 40-52, E-37008 Salamanca.*

### RESUMEN

La Entidades Locales desarrollan su gestión presupuestaria en un entorno complejo establecido por la normativa estatal, autonómica y local, exigida por la presión de los ciudadanos por mejores servicios públicos y los requerimientos de mayor eficiencia en el gasto provenientes de administraciones de mayor nivel. Estas últimas son las que establecen, mediante pautas emanadas de la Ley Reguladora de las Bases de Régimen Local, los programas de cooperación económica a las Entidades Locales para la provisión de infraestructura básica, y que se materializan en su stock municipal. En este artículo se discute la cooperación económica a las inversiones de las entidades locales y se estiman, mediante una función de costes translogarítmica, las economías de aglomeración (escala, alcance y densidad) en la provisión de infraestructura básica municipal, poniendo en evidencia la existencia de importantes ineficiencias derivadas de un tamaño municipal subóptimo, el cual conlleva un sobrecoste económico en la provisión. La información estadística a nivel municipal se obtiene de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales y las Bases de Precios Paramétricos, siendo el ámbito geográfico de análisis Castilla y León.

---

\* Inmaculada Álvarez. Tel: +34 4972858; fax: +34 914976930; e-mail: inmaculada.alvarez@uam.es.

Angel M. Prieto. Tel: +34 923219606; fax: +34 923219609; e-mail: alpiste@usal.es

José L. Zofío. Tel: +34 913482406; fax: +34 914976930; e-mail: jose.zofio@uam.es.

Esta investigación ha sido realizada con el apoyo económico de Ministerio de Educación y Ciencia en el contexto del proyecto SEJ2006/1482/ECON. También agradecemos a la Dirección General de Administración Territorial, la financiación parcial del estudio. A la empresa CYLSTAT, S.L., habernos facilitado el contenido y explotación de la EIEL-2000. A los diversos Servicios de Cooperación de Planes Provinciales y/o Departamentos Técnicos de Infraestructuras de las Diputaciones, la información sobre las obras emprendidas en sus Planes de Cooperación y sus bases de precios para la programación de inversiones.

## 1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de mayor dimensión es una necesidad para los gobiernos locales. Se está de acuerdo entre analistas de las haciendas locales y de la ordenación del territorio, que el escenario de la provisión de los bienes públicos locales es complejo, de extensa y cambiante legislación e influida por grandes cambios culturales, con competencias dispersas condicionadas por el marco político y con crecientes demandas ciudadanas. Este escenario hace que se haya desestructurado la correspondencia entre territorio institucional (frontera política), relacional (actores sociales, empresa y familia) y funcional (producción u oferta de provisión); lo que plantea la recomposición territorial mediante aglomeraciones (fusiones, asociaciones, consorcios) y su financiación mediante la cooperación económica a las inversiones de las entidades locales; pues los municipios y otras entidades como las diputaciones, que tienen como elemento sustancial la organización en su territorio de la población y viviendas, planifican las inversiones en infraestructura condicionados tanto por sus ahorros presupuestarios como por las transferencias de capital derivadas de la cooperación local.

Este artículo se estructura en dos partes claramente diferenciadas pero complementarias entre sí. En la primera parte, restringida al segundo epígrafe, se sintetiza y sistematiza el análisis de la cooperación económica del Estado con las Entidades locales –EE.LL- de Castilla y León durante el lustro de 2000 a 2004. Se consideran tres niveles de cooperación derivados de la regulación nacional – Ley Reguladora de las Bases de Régimen Local, LRBRL –, autonómica, Ley 1/1998, Título IV y Decreto 53/2002, de 4 de abril, regulador del Fondo de Cooperación Local y local derivada de los Planes Provinciales e Insulares de Cooperación a las Obras y Servicios de Competencia Municipal, Reales Decretos 835/2003 y 1263/2005, por los que se regula la cooperación económica del Estado a las inversiones de las Entidades Locales. Esta Cooperación genera un combinado de posibilidades de cooperación con una Entidad local que se analiza haciendo especial referencia al tamaño del municipio. El reparto de la cooperación lleva a la necesidad de considerar y profundizar en los principios de descentralización (transferencia de poder y responsabilidad) y subsidiaridad (planificación de recursos públicos al nivel administrativo más eficiente), abordando el tamaño en términos de eficiencia en la gestión del gasto, tal como señala Suárez-Pandiello (2001, 2007)<sup>1</sup>

Una vez analizada la distribución municipal de la cooperación, en el epígrafe 3 se presenta la función de costes translog seleccionada para determinar las economías de aglomeración en la provisión física de infraestructura básica, que incluye el Abastecimiento de agua, el Saneamiento y depuración, y la Pavimentación y alumbrado. Se asume una función de producción en términos de “D-outputs”<sup>2</sup>, provisiones físicas, donde población y viviendas constituyen el resultado derivado de la dimensión física de los factores. En el cuarto epígrafe se discuten las bases de datos utilizadas para el análisis, particularmente las relativas a las variables que sirven para la cuantificación física de la infraestructura: Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL), los precios derivados de las bases de precios paramétricos, BPP — incluidos aspectos geoestructurales que sirven para ponderarlos según las características del municipio—, y la variables de provisión relativas a población y vivienda. Tras presentar los datos utilizados, en este mismo epígrafe se presentan y discuten los resultados obtenidos

---

<sup>1</sup> Para este autor la distribución de la financiación origina un “reparto por aspersión” o “café para todos”, en un intento de abarcar todas y cada una de las demandas de las corporaciones locales; lo que puede provocar crisis financieras en aquellos municipios donde los mayores costes se originen en factores incontrolados por la corporación local

<sup>2</sup> Desde el artículo de Bradford *et al.* (1969) en la provisión de bienes públicos locales se distingue entre “D-outputs”, como provisión física, de “C-outputs”, como servicio prestado. La consideración de “C-outputs” implica introducir en el modelo de costes medidas de calidad del servicio y variables socioeconómicas relativas a la población servida como variables explicativas adicionales

relativos a la existencia de economías de aglomeración. Un apartado estadístico donde se presenta la significatividad de los resultados obtenidos, acompaña a la estimación, y conduce al examen de las economías de escala, alcance y densidad, con objeto de contribuir al controvertido tema del tamaño óptimo para una unidad de provisión –municipio–, los costes mínimos de provisión que le corresponden, y el ahorro económico potencial que tendrían una reordenación territorial en torno a los tamaños óptimos. Finalmente, en el sexto epígrafe se concluye poniendo de relieve los resultados más significativos y sus consecuencias más importantes desde la perspectiva de la ordenación del territorio en torno a los tamaños óptimos municipales.

## 2. LA COOPERACIÓN LOCAL

### 2.1. *Administración Central.*

La provisión de servicios públicos locales se encuentra bajo la responsabilidad de los tres niveles de administración. La regulación Estatal, Autonómica y Local, ha originado diversas líneas de cooperación con las Entidades locales con los objetivos de ayudar a garantizar la prestación de servicios públicos de competencia local –eficacia- y conseguir la máxima eficiencia en la gestión de recursos. Las transferencias de capital derivadas de La Cooperación Económica del Estado a las Inversiones de las Entidades Locales se articula en torno al Programa 912B hasta 2005 –942A en 2006- y se instrumenta por medio de los Planes Provinciales e Insulares de Cooperación, aprobados por las Diputaciones, Cabildos o Consejos Insulares; cofinanciados por las Diputaciones y CC.AA. El Programa tiene como líneas de actuación, tras la reforma del RD. 835/2003 por el RD. 1263/2005: Planes Provinciales e Insulares de Cooperación, Programas Operativos Comunitarios, Proyectos Singulares de Desarrollo Rural y Urbano e EIEL. El programa 942A, amplía las líneas de financiación con Proyectos de Modernización de la Administración Local y Proyectos de Participación de la Sociedad Civil y anula la línea de Proyectos Singulares de Desarrollo Rural y Urbano por su escaso impacto, Orden APU/293/2006 de desarrollo y aplicación del mismo.

El cuadro 1 muestra la Cooperación Económica Local al conjunto de CC.AA y a Castilla y León en el periodo de 2000 a 2004. El Programa 912B ha supuesto 107,9 Mio. de € para Castilla y León; un 13,8% de las transferencias de capital del Estado vía Ministerio para las Administraciones Públicas –MAP-; pero si se añade el FEDER Local, se alcanzan 232,0 Mio. de € Estos programas han cofinanciado las obras de las Entidades Locales –municipios y territorios provinciales- a través de tres planes: Plan Provincial de Cooperación –PPC-, Programa Operativo Local –POL- y Planes Propios de las Diputaciones –PRO-, un organigrama de la cooperación por entidades financiadoras y receptoras puede verse en Prieto y Zoffio (2003).

Cuadro 1. Cooperación económica local del Estado. Transferencias de capital (Mio. de €)

1a) Programa 912B. Cooperación económica local del Estado <sup>(1)</sup>						
Transferencias MAP	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>750. Cataluña (PUOSC)</b>	<b>19,44</b>	<b>19,44</b>	<b>19,44</b>	<b>19,44</b>	<b>17,75</b>	<b>16,88</b>
<b>760. Planes Provinciales y Programas Operativos Comunitarios</b>	<b>135,70</b>	<b>135,82</b>	<b>135,82</b>	<b>135,82</b>	<b>137,51</b>	<b>141,01</b>
760.00 Planes. Provi. e Insu. de Cooperación <sup>a</sup>				90,67	101,49	99,49
760.04 Programas Operativos Comunitarios <sup>b</sup>				24,70	24,70	24,70
760.05 Dot. Comp. para infraest. Locales <sup>c</sup>				20,46	-	-
760.06 Proy. Singu. de dlo. local y urbano <sup>d</sup>				-	11,32	11,32
<b>751. Otras</b>						<b>2,00</b>
<b>769 EIEL. Encuesta de Infra. y Equi. Locales</b>	<b>0,72</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>
<b>TOTAL CAP. 7. Transferencias de capital</b>	<b>155,86</b>	<b>155,86</b>	<b>155,86</b>	<b>155,86</b>	<b>155,86</b>	<b>158,49</b>
Notas: <sup>(1)</sup> Datos S/ TOMO II de los Presupuestos Generales del Estado. Secretaría de Estado de la Organización Territorial del Estado.						
<sup>a</sup> Se incluye el Programa de Acción Especial.						
<sup>b</sup> POL: Objetivo 1 (transitorio Cantabria), Objetivo 2 (Aragón).						
<sup>c</sup> Acuerdo MEH, MAP y FEMP (05.10.98), relativo a la participación de las CC.LL. en los tributos del Estado para el quinquenio 1999-2003 destinado a Planes Provinciales.						
<sup>d</sup> Sustituido por la cofinanciación de proyectos de modernización administrativa. Objetivos c) y d) del RD. 1263/2005						
1b) Programa 912B. Cooperación económica local del Estado a Castilla y León <sup>(2)</sup>						2000 a 2004
Transferencias MAP	20,42	25,56	21,98	20,96	18,99	107,91
Transferencias FEDER local	18,43	23,85	26,97	27,27	27,58	124,10
<b>TOTAL desde la Administración Central</b>	<b>38,85</b>	<b>49,41</b>	<b>48,95</b>	<b>48,23</b>	<b>46,57</b>	<b>232,01</b>
Notas: <sup>(2)</sup> Obras cofinanciadas por la Admón. Central en los fondos: PPC, POL y PRO. Años 2000 a 2004.						
Fuente: Diputaciones provinciales.						
PUOSC. Plan único de obras y servicios de Cataluña (Orden Ministerial de 7-05-1998)						
PPC. Plan provincial de cooperación; POL. Programa operativo local Objetivo 1; PRO. Planes propios Diputaciones.						

Fuente: Elaboración propia. Presupuestos Generales del Estado, Diputaciones y DGAT de la JCYL

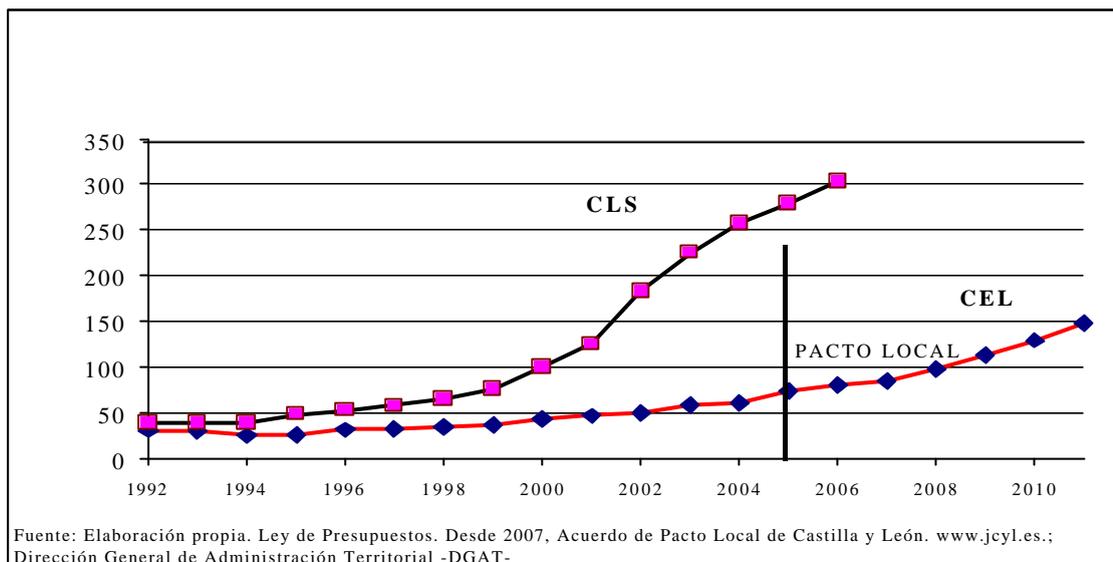
## 2.2. Administración Autónoma

Desde 1995 la Cooperación local de Castilla y León con las EE.LL se instrumenta mediante el Plan de Cooperación Local –PCL-, creado por la Ley Autónoma de Presupuestos para 1995. El cuadro 2 refleja la participación de las EE.LL. en los ingresos de la Comunidad Autónoma, principalmente en forma de transferencias condicionadas de carácter inversor. Mediante la componente de Cooperación Local Sectorial –CLS-, se recogen las relaciones entre las diferentes Consejerías con las EE.LL, mientras que la componente de Cooperación Económica Local –CEL- recoge el Subprograma 912A02 -941A02 para 2006-, de la Sección 01, Presidencia y Administración Territorial. En presupuestos de 2006 la CEL, como instrumento cofinanciador de las inversiones de las EE.LL., alcanza 83,6 millones -Mio.- de € y una tasa de variación media anual –TAV- del 11,2% desde el año 2000. Más del 95 % de la CEL y alrededor del 80% de PCL son transferencias de capital.

En Castilla y León, las previsiones de cooperación, en la denominada segunda descentralización, se materializa mediante un Documento sobre “Acuerdo de Pacto Local de Castilla y León”, Junta de Castilla y León (2005), suscrito entre la Junta y una Entidad local, donde se recoge el compromiso económico y la garantía con carácter de máximo de su inclusión

anual en los Proyectos de Ley de Presupuestos hasta 2011. El gráfico 1 recoge a partir de 2007 las cantidades estimadas de la CEL; que alcanzará casi los 150 Mio. de € en 2011, lo que supondrá un 240 % respecto al año 2000 (44,2 Mio. de €). Este aumento se origina tanto en los Fondos que integran la cooperación económica en 2006 como en la creación de nuevas líneas a integrar en el FCL (fomento de consorcios y mancomunidades, municipios prestadores de servicios y singulares y proyectos de inversión en municipios menores de 1.000 habitantes).

Gráfico 1. Plan de Cooperación Local: Cooperación Económica Local –CEL- y Cooperación Local sectorial –CLS- (Mio. de €).



### 2.3. Administración local.

Las posibilidades de cooperación económica local se completan con la escala local, básicamente las Diputaciones a través de sus propios Planes de Cooperación –PRO-. Sobre ellas recae el peso administrativo de todo el operativo de la cooperación local. El conjunto de actuaciones en infraestructura y equipamientos que pueden confluir en una Entidad local se realiza a través de los cuatro fondos de financiación mencionados: FCL, PPC, POL, PRO y de tres Entidades: Administración Central, Autónoma y Diputaciones y ocasionalmente, otras Entidades. Las Diputaciones, como Entidades locales, perciben financiación para obras en su territorio provincial, básicamente red viaria de su titularidad. El cuadro 4 muestra la contribución de cada Entidad financiadora en cada uno de los cuatro fondos y sus incompatibilidades derivadas de la legislación pertinente (celda oscura). Las filas presentan la financiación de las obras donde ha intervenido un Fondo y las columnas la financiación de cada Entidad.

Cuadro 2. Plan de cooperación local de Castilla y León. Fuente: Ley de Presupuestos y Consejería de Presidencia y Administración territorial: DGAT.

				Tranferencias corrientes (Corr.) y de Capital (Cap.). Mio. de €												%TAV				
				Corr.		Cap.		Corr.		Cap.		Corr.		Cap.			Corr.		Cap.	
				2000		2001		2002		2003		2004		2005			2006			
Plan de cooperación local -PCL-	Cooperación económica local -CEL-	Fonde de cooperación local -FCL- C.7	Infra. y Equipa. Serv. mínim: Total (Territorializado)			30,39	30,39	32,71	33,47	33,47										
						(23,57)	(23,57)	(25,89)	(26,21)	(28,58)										
			Fomento mancomunidades			8,89	8,89	8,89	8,89	8,89										
			Zonas de acción especial	37,90	40,90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
			Infra. y Equipa. Servicios complem.			2,46	7,46	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	
			Actuaciones supramunicipales			2,13	6,04	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
		<b>Total</b>	<b>37,90</b>	<b>40,90</b>	<b>44,48</b>	<b>53,38</b>	<b>54,87</b>	<b>55,63</b>	<b>55,63</b>	<b>55,63</b>	<b>6,61</b>									
	Fondo apoyo Mun. -FAM-	<b>Total</b>	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09		
	EIEL. Encuesta de Infra. y Equipa. Locales		0,070	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072	0,072		
	Cohesión Territorial											0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094		
	O. Comarcal Bierzo, Of. Asisten. Municipi. y FRMP		0,54	2,21	2,24	2,34	2,42	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75		
	Pacto local	<b>Total</b>										12,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00		
			6,25	37,97	7,93	40,98	7,96	44,55	8,06	53,45	2,42	60,66	2,75	73,89	2,75	80,89	2,75	80,89	80,89	
	<b>TOTAL CEL</b>		<b>44,22</b>	<b>48,90</b>	<b>52,51</b>	<b>61,51</b>	<b>63,08</b>	<b>76,64</b>	<b>83,64</b>	<b>83,64</b>	<b>11,21</b>									
Cooperación Local Sectorial -CLS-		32,79	67,14	41,83	83,49	47,79	134,56	47,79	168,52	64,97	192,78	67,16	211,40	80,99	222,76	80,99	222,76	222,76		
	<b>TOTAL CLS</b>	<b>99,94</b>	<b>125,32</b>	<b>182,35</b>	<b>225,18</b>	<b>257,76</b>	<b>278,56</b>	<b>303,75</b>	<b>20,35</b>											
	C. 4   C.7	39,04	105,11	49,76	124,46	59,75	179,11	59,00	221,97	67,39	253,44	69,91	285,29	83,74	303,65	83,74	303,65	303,65		
<b>TOTAL</b>		<b>144,16</b>	<b>174,22</b>	<b>234,86</b>	<b>280,97</b>	<b>320,83</b>	<b>355,19</b>	<b>387,39</b>	<b>17,91</b>											

%TAV. Tasa anual de variación: variación media anual compuesta.

PCL. Creado por Ley de Presupuestos, 22/1994, de 29/12. FCL. Creado en 1986. Reformado en Ley 15/2001, de 28/12. Regulado por D. 53/2002, de 04/04. FAM. Creado en 1995 en el marco de PCL.

Cuadro 3. Financiación de 22.940 actuaciones (obras) en el periodo 2000 a 2004. Fondos y Entidades. Mio. de €

Fondos de cooperación	Aytos.	Diputaciones	JCyL	Admón. Central	Entidades Locales	Otras	Total "obras" <sup>(1)</sup>
FCL	121,10	62,88	221,00	.....	12,93	.....	417,92
POL	35,23	21,02	.....	119,01		.....	175,27
PPC	70,15	67,39	.....	82,83		.....	220,38
PRO	51,50	290,23	23,03	30,16		5,42	400,33
Total €	277,98	441,53	244,03	232,01	12,93	5,42	1.213,89
(%)	22,90	36,37	20,10	19,11	1,07	0,45	100

Nota: <sup>(1)</sup> Financiación del total de actuaciones emprendidas en el marco de la cooperación local  
Fuente: Elaboración propia. Diputaciones Provinciales y Dirección General de Administración Territorial

Como puede observarse, la Administración Central financia el 19%, la Autonómica el 20% y la local es responsable del 61% (36% Diputaciones, 23% Ayuntamientos y 2% resto). Las Diputaciones financian 441,5 Mio. de € consecuencia de que actúan como órgano de intervención para el Estado, y en parte para la Comunidad Autónoma, y es central para los ayuntamientos, Fernández-Coronado (2001). Además, refleja el resultado de sus competencias más específicas: asistencia, cooperación y prestación de servicios públicos de carácter municipal. Ello ha supuesto 290,2 Mio. de € de su propio plan –PRO–, que representa el 72,5% de 400,3 Mio. de € de la contribución total de la cooperación y donde los Ayuntamientos sólo financian el 12,9%, 51,5 Mio. de € con menor participación de la Autonomía y la Administración Central (13,3% entre ambas).

#### 2.4. Distribución de la cooperación en los municipios.

La provisión a escala local y su financiación depende de múltiples aspectos tanto desde el punto de vista normativo como positivo, y resultan de difícil análisis. Entre los aspectos normativos destaca la política territorial de la Autonomía –definición de unidades administrativas para prestar servicios, Junta de Castilla y León (2000)–, el marco y nivel competencial o autonomía municipal garantizada por la Constitución y, en particular, la adaptación del Programa de Cooperación Local a la segunda descentralización mediante cofinanciación y participación local en los tributos propios de la Comunidad, Prieto (2003) y Angoitia y Tobes (2005). Entre los factores positivos, sin duda destaca la población municipal y sus tipos –por ejemplo, la población vinculada–, y la vivienda, y en este contexto el tipo de obra, el urbanismo municipal, la competencia entre ayuntamientos por los fondos de financiación y su capacidad de gestión, el déficit detectado mediante un procedimiento objetivo de evaluación, etc.

En Castilla y León la financiación ha supuesto en el lustro analizado 485€/hab. y 840€/vivienda. Gran parte de la provisión de bienes públicos muestra que hasta un determinado nivel de población y vivienda, el stock -coste- unitario de provisión desciende. Esto suele ocurrir cuando las demandas no están diferenciadas y la circunscripción es homogénea. La provisión local tendrá mayores costes que la centralizada, pues para muchos bienes públicos la provisión tiene altos costes fijos, en general debido a su carácter monopolístico derivado de sus

localizaciones; lo que origina además gran dispersión de costes<sup>3</sup>. Desde la perspectiva funcional, la intensidad y composición en el uso de factores determina la cuantía de las economías de aglomeración. Si una provisión es intensiva en trabajo, se generan escasas economías; por el contrario, si es intensiva en capital, tal como lo es la infraestructura básica analizada, existen significativas economías, puesto que el elevado coste fijo puede distribuirse entre un mayor número de sujetos de provisión: población y viviendas. Por ello se observa sistemáticamente que, tal como muestran los resultados obtenidos relativos a las economías de aglomeración, la concentración de población en municipios más grandes conlleva menores costes *per cápita* y por vivienda.

Los cuadros 4a y 4b muestran este fenómeno. La distribución de la cooperación entre municipios, territorios provinciales y Entidades Asociativas reduce el empirismo y la casuística resultante de la provisión y su financiación. La población se revela como el criterio de mayor peso en el reparto y en las economías de aglomeración, Eberts y McMillen (1999). Refleja el ampliamente comentado problema de población, despoblamiento y territorio para Castilla y León: municipios menores de 1.000 hab. -87,7%-, pero sólo 20,3% de población y, en este caso, 75,9% de las actuaciones financiadas (obras) y 56,6% de la cooperación. La configuración territorial municipal origina, por ejemplo, una dotación de casi 300 m<sup>2</sup> por habitante de superficie en los municipios de menos de 100 hab. frente a los 15 m<sup>2</sup> en los de más de 20.000 hab., gráfico 2; lo que incide en la cooperación destinada a solventar la provisión de servicios de infraestructura, a igualdad de déficit<sup>4</sup>.

El fenómeno físico observado en el gráfico 2 se traslada a la financiación. Los gráficos 3 y 4 muestran la financiación de las “obras” en los municipios por un total de 891,7 Mio. de € 2.492.878 habitantes, 358 €/hab, y 2.241 municipios. El gráfico 3 muestra la tendencia de la financiación *per capita* conforme aumenta el tamaño de municipio, de modo que si la población aumenta un 10%, la financiación se reduce en 4,3%. No obstante, aunque estadísticamente significativa, la tendencia logarítmica sólo explica el 43% de la variabilidad.

El gráfico 4 muestra diversos aspectos estadísticos acerca de la distribución de la financiación. La mediana disminuye fuertemente desde los municipios pequeños (menos de 500 hab.) hasta los de 10.000 hab.; pero existen municipios de muy reducido tamaño donde la financiación es inferior a la de municipios de mayor dimensión. Así por ejemplo, el 31% (524 municipios) y el 13,5% (228 municipios) de los menores de 500 hab. tienen financiación *per capita* menor que la de los municipios de 500 a 1.000 hab. y de 1.000 a 2.000 hab., respectivamente. Destaca el hecho de que los tres municipios de entre 20.000 y 30.000 hab. reciban cada uno de ellos mayor financiación que los dos de 15.000 a 20.000 y los tres de 30.000 a 40.000 hab. Esto se debe al apoyo de la Junta de Castilla y León a través de la línea no territorializada del Fondo de Cooperación Local, cuadro 1.

---

<sup>3</sup> Un claro ejemplo se encuentra en la posibilidad de uso compartido de secretarios (factor administrativo y divisible). Se producen economías de alcance al aprovechar el exceso de capacidad del activo bien para dar servicio a varias actividades administrativas o a una misma dentro del municipio. De los 361 municipios de Salamanca (excluida la capital), hay 79 municipios con un secretario y una ratio de 0,48 por municipio, Diputación de Salamanca (2004)

<sup>4</sup> Los trabajos de Prieto y Zofío (1999, 2001) sobre la eficacia en la provisión de infraestructura básica considerando los déficit de provisión, no muestran diferencias significativas debidas al tamaño de los municipios.

Cuadro 4a. Cooperación económica local –CEL- (2000 a 2004, Mio. de €)

Municipios	Núm.	Hab. (2004)	“Obras” N° (b)	Total CEL (a)	Aytos.	DIPU.	Admón. Autono.	Admón. Central	Otras EE.LL	Otras
< 500 Hab.	1.687	317.573	12.528	360,67	102,15	109,03	72,90	72,88		3,72
<= 1.000	278	187.441	3.413	144,02	43,21	41,15	24,76	34,47		0,42
<= 2.500	180	269.302	2.853	146,21	47,90	36,86	24,93	35,50		1,02
<= 5.000	46	158.625	941	71,36	20,99	23,01	10,54	16,82		0,00
<= 7.500	21	121.985	526	47,37	14,86	11,15	5,49	15,88		0,00
<= 10.000	6	52.792	117	16,25	4,22	6,78	3,27	1,99		0,00
<= 15.000	6	73.195	180	13,58	3,73	5,27	1,42	3,15		0,00
<= 20.000	2	32.866	39	3,83	0,90	1,14	0,45	1,33		0,01
<= 30.000	3	67.869	76	18,10	6,67	2,90	6,57	1,95		0,00
<= 40.000	3	103.664	89	11,44	4,59	0,36	5,74	0,74		0,00
Hab. >= 40.000	9	1.107.566	231	58,82	25,77	3,59	26,64	2,82		0,00
<b>Total Municipios</b>	<b>2.241</b>	<b>2.492.878</b>	<b>20.993</b>	<b>891,65</b>	<b>274,95</b>	<b>241,24</b>	<b>182,71</b>	<b>187,54</b>		<b>5,18</b>
Mun. Sin CEL	7	1.040								
Territorios Prov.	9		1.331	280,07	2,80	200,16	33,07	43,80		0,24
MAN y EE.AA	202		616	42,17	0,20	0,13	28,25	0,66	12,93	0,00
<b>TOTAL</b>			<b>22.940</b>	<b>1.213,89</b>	<b>277,98</b>	<b>441,53</b>	<b>244,03</b>	<b>232,01</b>	<b>12,93</b>	<b>5,42</b>

Notas: Actuaciones en infraestructura y equipamientos en municipios, territorios provinciales, mancomunidades (MAN) y entidades asociativas (EE.AA).  
Fuente: Elaboración propia. Diputaciones Provinciales y DGAT de la JCyL.

Cuadro 4b. Cooperación económica local –CEL- (%). Municipios.

Municipios: Nivel competencial -LRBRL-	Núm.	Hab. (2004)	Num. “Obras”	CEL	Aytos.	DIPU.	Admón. Autono.	Admón. Central	Otras EE.LL	Otras
<= 1.000 Hab.	87,68	20,26	75,93	56,60	52,87	62,25	53,45	57,24		80,01
<= 5.000	10,08	17,17	18,07	24,40	25,06	24,81	19,41	27,90		19,74
<= 20.000	1,56	11,27	4,11	9,09	8,62	10,09	5,82	11,91		0,25
<= 50.000	0,27	6,88	0,79	3,31	4,10	1,35	6,74	1,44		0,00
Hab. >= 50.000	0,40	44,43	1,10	6,60	9,37	1,49	14,58	1,51		0,00
<b>TOTAL</b>					<b>100</b>					

Fuente: Elaboración propia. Diputaciones Provinciales y DGAT de la JCyL.

Gráfico 2. Superficie de calles, plazas y travesías (M<sup>2</sup>/hab.)  
Municipios en 44 tramos de población (EIEL 200).

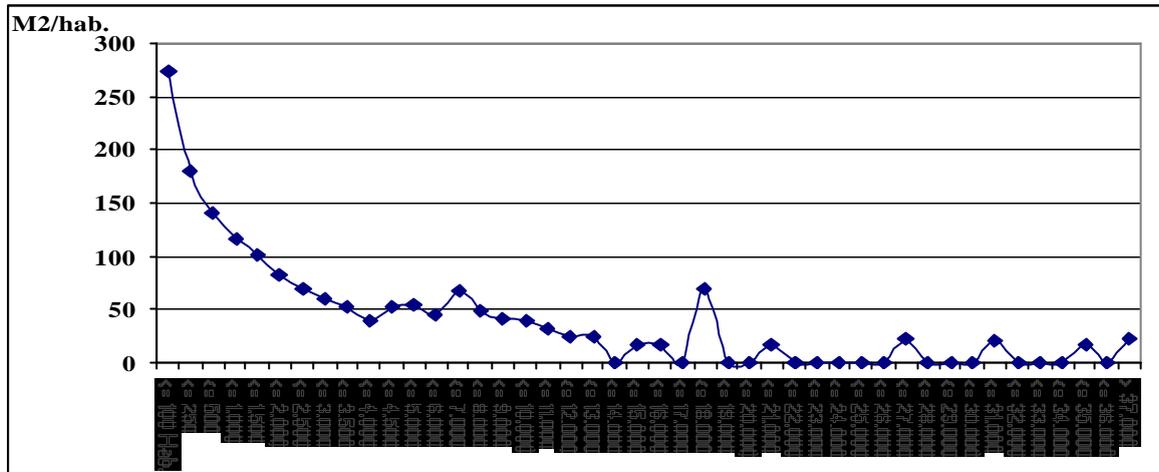


Gráfico 3. Cooperación económica total (€/hab.). 2000 a 2004, 2.241 municipios

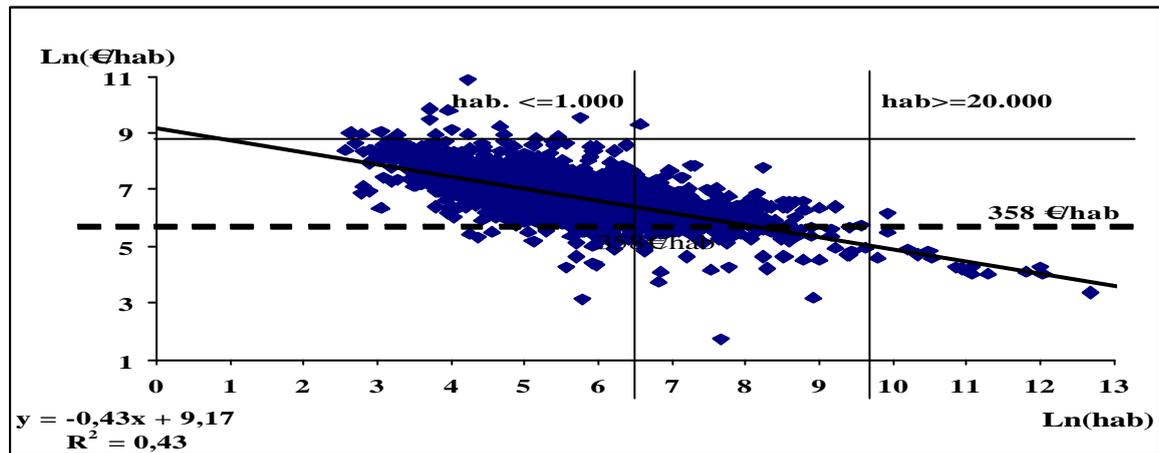
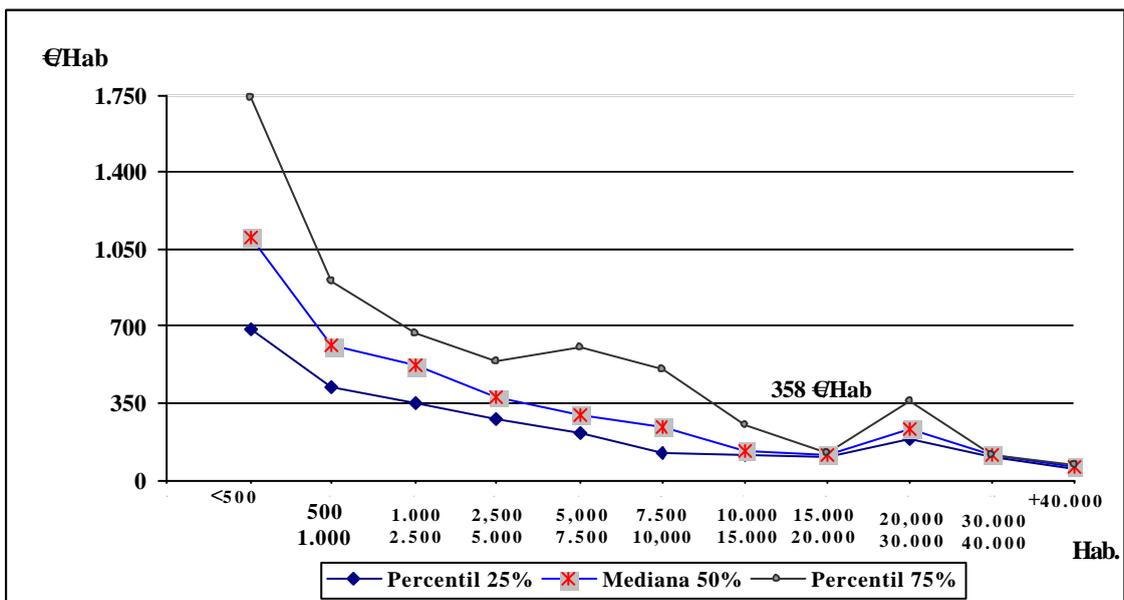


Gráfico 4. Distribución de la cooperación económica por grupos



### 3 ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN EN LA PROVISIÓN DE INFRAESTRUCTURA BÁSICA

La cooperación local analizada en el apartado anterior no supone una recomposición territorial en sí misma. El comportamiento observado es fruto tanto de la configuración del territorio de Castilla y León como de la autonomía local. El argumento central favorable a la descentralización reside en que las preferencias de los ciudadanos son mejor captadas en el nivel local y, por tanto, la relación entre oferta y preferencias tiene mayor ajuste si las demandas agregadas (colectivas) se desagregan en grupos menores. Pero desde la perspectiva de la oferta, el argumento recae en el tamaño óptimo de las unidades territoriales en términos de población y vivienda derivado de las economías de aglomeración (o “tiranía de la escala”). Si existen, la estructura municipal de un determinado territorio estaría imponiendo un sobre coste de financiación. Esto es equivalente a la determinación del tamaño óptimo municipal en términos de población y vivienda —las dos variables objetivo de la provisión municipal—, para el cual el coste medio de provisión es mínimo, y no existen economías de aglomeración al haberse agotado. Las economías de aglomeración que se consideran hacen referencia a las economías de escala, densidad y alcance que se observarían en los diversos sectores de provisión considerados: S1. Abastecimiento de agua; S2. Saneamiento y depuración, y S3. Pavimentación y alumbrado.

#### 3.1. Evidencia previa de la existencia de economías de aglomeración.

Si bien son numerosos los estudios que abordan la existencia de economías de escala, densidad y alcance en la provisión de servicios públicos, pocos se han centrado hasta la fecha en su definición y cuantificación la provisión para infraestructura física concebida como stock — *D-outputs* en la denominación de Bradford *et al.* (1969)—. No obstante, con relación a estudios previos en los sectores de provisión considerados, se encuentran numerosos referentes al Abastecimiento de agua (S1), siendo un trabajo de referencia esencial el de Mizutani y Urakami (2001) por la revisión bibliográfica que facilitan y la estimación de economías de alcance y densidad que realizan, así como el de García y Thomas (2001). Por el contrario, en los sectores de Saneamiento y depuración (S2) y Pavimentación y alumbrado público (S3), la evidencia existente es escasa o nula, pudiéndose destacar como referencia clásica, pero circunscrita al ámbito de la pavimentación de carreteras de ámbito rural en Deller *et al.* (1988), donde se identifican economías de escala y alcance en la provisión de este servicio.

#### 3.2. La función de costes translog.

La determinación del tamaño óptimo municipal se realiza para cada sector asumiendo que la tecnología de producción queda representada de provisión mediante una función de costes translog. Esta función, introducida por Christensen *et al.* (1971, 1973), presenta suficiente flexibilidad como para poder estimar todas las economías de aglomeración ya citadas. Para cada uno de los tres sectores considerados, la especificación de la función de costes considera el coste de provisión de infraestructura existente en el municipio valorada a los precios de provisión existentes en 2003,  $C$ , en función de la población y viviendas servidas,  $Y_1$  e  $Y_2$ , el precio de las variables de producción constituyentes de la provisión,  $P_i$ , y las características relativas a la densidad del municipio—distribución de la población y vivienda en su extensión— y su efecto sobre la red de provisión,  $Z_i$ .

Aunque la población y número de viviendas en dos municipios sea la misma, muchos son los factores que pueden traducirse en un coste diferente y que tienen reflejo ya sea en la diversidad municipal de los precios de provisión —p.e. la dureza del suelo a la hora de abrir zanjas ó la orografía a la hora de pavimentar viales—, como en las últimas variables relativas a las características de densidad del municipio. Entre estas últimas destacan las características

urbanas del municipio que hace necesario controlar por el número de núcleos y la densidad de población y vivienda; así como la extensión de la red de infraestructuras y, en definitiva, en su coste. Todas estas cuestiones resultan en diversas dotaciones de infraestructura municipal ó *stock de provisión*, cuyo valor final puede diferir entre municipios de acuerdo a esta diversidad de factores físicos, legales, institucionales, de comportamiento histórico, etc... y que, no obstante su presencia, el modelo es capaz de representar dada la significatividad estadística de las variables explicativas que definen la función de costes.

Considerando las variables objetivo de provisión relativas a población y vivienda,  $Y_g$ , los precios de las variables de provisión  $P_i$ , y las variables representativas de su densidad territorial,  $Z_k$ , la función de costes translog  $C$  queda especificada de la siguiente forma en términos logarítmicos:

$$\begin{aligned} \ln C = & \mathbf{a}_0 + \sum_{g=1}^Y \mathbf{a}_g \ln Y_g + \sum_{i=1}^P \mathbf{b}_i \ln P_i + \sum_{k=1}^Z \mathbf{d}_k \ln Z_k + \\ & + \frac{1}{2} \left[ \sum_{g=1}^Y \sum_{h=1}^Y \mathbf{a}_{gh} \ln Y_g \ln Y_h + \sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^P \mathbf{b}_{ij} \ln P_i \ln P_j + \sum_{k=1}^Z \sum_{l=1}^Z \mathbf{d}_{kl} \ln Z_k \ln Z_l \right] + \\ & + \sum_{g=1}^Y \sum_{i=1}^P \mathbf{j}_{gi} \ln Y_g \ln P_i + \sum_{g=1}^Y \sum_{k=1}^Z \mathbf{q}_{gk} \ln Y_g \ln Z_k + \sum_{i=1}^P \sum_{k=1}^Z \mathbf{w}_{ik} \ln P_i \ln Z_k. \end{aligned} \quad (1)$$

Al objeto de que cumpla con las condiciones de regularidad relativas a la homogeneidad de grado uno en precios, es necesario que se verifiquen las siguientes restricciones:

$$\sum_{i=1}^P \mathbf{b}_i = 1; \quad \sum_{i=1}^P \mathbf{b}_{ij} = 0, \quad j = 1, \dots, P; \quad \sum_{i=1}^P \mathbf{j}_{gi} = 0, \quad g = 1, \dots, Y; \quad \sum_{i=1}^P \mathbf{w}_{ik} = 0, \quad k = 1, \dots, Z, \quad (2)$$

mientras que las restricciones de simetría para los efectos cruzados se corresponden con:

$$\mathbf{a}_{gh} = \mathbf{a}_{hg}, \quad g, h = 1, \dots, Y; \quad \mathbf{b}_{ij} = \mathbf{b}_{ji}, \quad j, i = 1, \dots, P; \quad \mathbf{d}_{kl} = \mathbf{d}_{lk}, \quad k, l = 1, \dots, Z. \quad (3)$$

Considerando la información adicional que proporciona el lema de Shephard respecto a la demanda óptima de factores que minimiza el coste de provisión:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i} = \frac{\partial C}{\partial P_i (P_i / C)} = \frac{P_i X_i}{C} = S_i, \quad (4)$$

donde  $X_i$  y  $S_i$  son, respectivamente, la cantidad física del stock de provisión y la proporción que representa el gasto en el factor  $i$  sobre el coste total. El sistema de ecuaciones de demanda de factores que se obtiene dada la especificación de la función de costes es:

$$S_i = \mathbf{b}_i + \sum_{j=1}^P \mathbf{b}_{ij} \ln P_j + \sum_{G=1}^G \mathbf{j}_{gi} \ln Y_g + \sum_{k=1}^Z \mathbf{w}_{ik} \ln Z_k, \quad i = 1, \dots, P. \quad (5)$$

Este sistema de ecuaciones formado por la función de costes (1) y de demanda de factores (5) puede ser estimado recurriendo a técnicas de máxima verosimilitud, o su equivalente por medio del sistema de ecuaciones aparentemente no relacionadas, *SURE* (Zellner, 1962). Dado que la matriz de varianzas y covarianzas resultado del proceso de estimación sería singular, es posible prescindir de una las ecuaciones de demanda normalizado

las variables del sistema por uno de los precios de los factores de provisión<sup>5</sup>. Finalmente, se sigue el procedimiento habitual de expresar las variables respecto a su media geométrica, lo que permite interpretar los coeficientes obtenidos como las elasticidades en el punto medio de la muestra.

### 3.3 Medidas de economía de aglomeración: escala, densidad y alcance.

Culminado el proceso de estimación de la función de costes es posible indagar sobre la existencia e importancia de las economías de aglomeración: escala, densidad y alcance. La definición específica que realizamos de las primeras permite determinar la cuestión fundamental relativa al tamaño óptimo municipal, e informa de la variación que se produce en el coste de provisión ante variaciones en igual proporción en las variables de provisión  $Y_g$ , relativas a la cuantía de población ( $Y_1$ ) ó vivienda ( $Y_2$ ),  $g = 1, 2$ :

$$EE = 1 / \sum_{g=1}^Y \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y_g} =$$

$$= 1 / \left[ \sum_{g=1}^Y a_g + \frac{1}{2} \sum_{g=1}^Y \sum_{h=1}^{g-1} a_{gh} \ln Y_h + \sum_{g=1}^Y a_{gg} \ln Y_g + \frac{1}{2} \sum_{g=1}^Y \sum_{h=1}^{g+1} a_{gh} \ln Y_h + \sum_{g=1}^Y \sum_{i=1}^P j_{gi} \ln P_i + \sum_{g=1}^Y \sum_{k=1}^Z q_{gk} \ln Z_k \right],$$

(6)

de forma que si el valor es superior, igual o inferior a la unidad se observan economías crecientes, constantes y decrecientes (deseconomías) a escala. En concreto, de existir economías de escala, esto implicaría que la fusión entre dos municipios de tamaño –escala- medio podría reducir los costes de provisión en la cuantía obtenida. Así, por ejemplo, dadas unas características municipales relativas a su densidad de población y viviendas,  $Z_k$ , las ventajas asociadas a alcanzar con igual provisión (por ejemplo metros lineales de red de distribución, alcantarillado,...) a un mayor número de habitantes y edificios se traducen en un menor coste.

Definimos a continuación las economías de densidad cómo la inversa de la variación que acontece en el coste cuando se alteran las variables representativas de la densidad relativa de la población y la vivienda en la extensión del municipio,  $Z_k$ ,  $k = 1, 2$ , reflejadas en este caso por el número de núcleos donde se asienta la población en un municipio,  $Z_1$ , y el número de viviendas por hectárea de superficie urbana (sectores S1 y S3) y el número de habitantes por hectárea de superficie urbana (Sector S2),  $Z_2$ :<sup>6</sup>

$$ED = 1 / \sum_{g=1}^Y \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Z} =$$

$$= 1 / \left[ \sum_{k=1}^Z d_k + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^Z \sum_{l=1}^{l-1} d_{kl} \ln Z_l + \sum_{k=1}^Z d_{kk} \ln Z_k + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^Z \sum_{l=1}^{l+1} d_{kl} \ln Z_l + \sum_{g=1}^Y \sum_{k=1}^Z q_{gk} \ln Y_g + \sum_{i=1}^P \sum_{k=1}^Z w_{ik} \ln P_i \right].$$

(7)

<sup>5</sup> Barten (1969) demuestra que las estimaciones del sistema de ecuaciones son invariantes a la elección del precio normalizador.

<sup>6</sup> Las definiciones propuestas de economías de escala (6) y densidad (7) se corresponden con las introducidas por Panzar y Willig (1977), y son inversas a las sugeridas posteriormente por Caves *et al.* (1984, 1985). La razón reside en el desacuerdo mostrado por diversos autores (Xu *et al.*, 1994; Jara-Díaz y Cortés, 1996; Oum and Zhang, 1997) con la definición que realizan Caves *et al.* de las economías de escala, que no mantienen constante la densidad de la provisión, como sería el caso de (7), y que, por tanto, no se correspondería con la noción *ceteris paribus* normalmente aceptada de este concepto.

En esta ocasión, y al igual que en la definición anterior, si el valor es superior, igual o inferior a la unidad se observan economías crecientes, constantes o decrecientes (deseconomías) de densidad. Por tanto, de existir economías de densidad, la reducción del número de núcleos y el incremento en el número de habitantes o viviendas por hectárea de superficie urbana (por ejemplo mediante la reducción de viviendas unifamiliares y aumento de edificios en altura con múltiples viviendas), reduciría el coste de provisión de infraestructura en la cuantía establecida. Así, (7) captura cómo la provisión conjunta de infraestructuras a población y vivienda implica menor coste cuando su densidad sobre el territorio es mayor; por ejemplo, concentrándose en zonas urbanas con edificios en altura.

Finalmente, es posible determinar las economías de alcance partiendo del efecto conjunto (cruzado) de la población y las viviendas existentes en el municipio. Una función de costes multiproducto presenta economía de alcance si es estrictamente subaditiva (Panzar y Willig, 1981), *i.e.*

$$EA = \frac{\partial^2 \ln C}{\partial \ln Y_g \partial \ln Y_h} = \mathbf{a}_g \mathbf{a}_h + \mathbf{a}_{gh} < 0, \quad g \neq h, \quad g, h = 1, \dots, Y \quad (8)$$

Si un municipio presenta economías de alcance, esto implica que la provisión conjunta de infraestructuras en la combinación concreta de población y vivienda que existan en él implica un menor coste de provisión respecto a otros municipios cuyas características no exhiban esa subaditividad. Esto quiere decir que en municipios donde se provea infraestructura a una única de estas dimensiones, como sería el caso, por ejemplo, de municipios despoblados donde la provisión solo llega, en términos relativos, a viviendas desocupadas, las ventajas en coste que reporta las economías de alcance se pierden —*i.e.* las ventajas de alcanzar de forma conjunta tanto a población como las viviendas por medio de iguales factores desaparecen (p.e. metros lineales de red de distribución, de alcantarillado,...) Como resultado obvio, de existir economías de alcance no tendría sentido proveer la infraestructura de forma especializada en habitantes y viviendas; situación que no sería factible en la realidad, pero que se corresponde con las casuística apuntada de municipios fuertemente despoblados donde la provisión únicamente llega a viviendas, y de cuyo sobre coste daría cuenta la existencia de economías de alcance —*i.e.* al límite, al no existir en realidad población a la que servir, la propia existencia del stock de infraestructura podría cuestionarse por absurda.

### 3.3 El tamaño óptimo municipal.

El objetivo final de todo el desarrollo previo es la determinación del tamaño óptimo municipal para el cual las economías de aglomeración desaparecen, sin incurrir en deseconomías. Tal como se expone en el próximo epígrafe de resultados, una primera aproximación para determinar la existencia y evolución de las economías de aglomeración es determinar su valor para diversos rangos de las variables objeto de provisión, población y vivienda, dividiendo de forma repetida la muestra de municipios disponibles por estratos. No obstante, es posible establecer con precisión el tamaño óptimo del municipio determinando la cuantía óptima para la cuál la función de costes alcanza su mínimo en términos medios. Siendo  $Y_g$  la cuantía de población ( $Y_1$ ) ó vivienda ( $Y_2$ ), es posible obtener la función de coste medio tomando antilogaritmos de (1) y dividiendo por  $Y_g$ :

$$\begin{aligned}
\text{CMd}_g &= C/Y_g = (1/Y_g) \cdot \exp(\ln C) = \\
&= (1/Y_g) \cdot \exp \left[ \mathbf{a}_0 + \sum_{g=1}^Y \mathbf{a}_g \ln Y_g + \sum_{i=1}^P \mathbf{b}_i \ln P_i + \sum_{k=1}^Z \mathbf{d}_k \ln Z_k + \sum_{m=1}^M \mathbf{g}_m \ln D_m + \right. \\
&+ \frac{1}{2} \left[ \sum_{g=1}^Y \sum_{h=1}^Y \mathbf{a}_{gh} \ln Y_g \ln Y_h + \sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^P \mathbf{b}_{ij} \ln P_i \ln P_j + \sum_{k=1}^Z \sum_{l=1}^Z \mathbf{d}_{kl} \ln Z_k \ln Z_l \right] + \\
&\left. + \sum_{g=1}^Y \sum_{i=1}^P \mathbf{j}_{gi} \ln Y_g \ln P_i + \sum_{g=1}^Y \sum_{k=1}^Z \mathbf{q}_{gk} \ln Y_g \ln Z_k + \sum_{i=1}^P \sum_{k=1}^Z \mathbf{w}_{ik} \ln P_i \ln Z_k \right], \quad g = 1, 2.
\end{aligned} \tag{9}$$

Diferenciando esta función respecto a cualquiera de las variables objeto de provisión  $Y_g$  e igualando su expresión a cero se obtiene (véase el apéndice 1):

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \text{CMd}}{\partial Y_g} &= \frac{\partial (C/Y_g)}{\partial Y_g} = (1/Y_g^2) \cdot [\exp(\ln C) \cdot [\mathbf{a}_g + \mathbf{a}_{gg} \ln Y_g + \frac{1}{2} \sum_{h=1}^Y \mathbf{a}_{gh} \ln Y_h + \sum_{i=1}^P \mathbf{j}_{gi} \ln P_i + \sum_{k=1}^Z \mathbf{q}_{gk} \ln Z_k] \\
&- \exp(\ln C)] = 0, \quad g = 1, 2.
\end{aligned} \tag{10}$$

Dado que  $Y_g \neq 0$  y  $\exp(\ln C) \neq 0$ , el mínimo de la función de coste medio para cada variable de provisión exige la verificación de la siguiente igualdad:

$$\mathbf{a}_g + \mathbf{a}_{gg} \ln Y_g + \frac{1}{2} \sum_{h=1}^Y \mathbf{a}_{gh} \ln Y_h + \sum_{i=1}^P \mathbf{j}_{gi} \ln P_i + \sum_{k=1}^Z \mathbf{q}_{gk} \ln Z_k - 1 = 0, \quad g = 1, 2. \tag{11}$$

Ecuaciones que quedan simplificadas si se asume que las variables de provisión respecto a las cuales no se está minimizando el coste medio,  $Y_h$ , los precios de la infraestructura y equipamiento,  $P_i$  y las variables relativas a la densidad,  $Z_k$  no varían ante cambios en la provisión de  $Y_g$ ; de forma que, finalmente, se obtiene:

$$\mathbf{a}_g + \mathbf{a}_{gg} \ln Y_g - 1 = 0, \quad g = 1, 2. \tag{12}$$

La resolución individual de la ecuación (12) para cada una de las variables de provisión determinaría el valor óptimo en esa dimensión  $Y_g$ , independientemente del resto,  $Y_h$ . Ahora bien, si el objetivo es determinar el mínimo de la función de coste medio para el conjunto de variables de provisión —en nuestro caso las cuantías óptimas de población ( $Y_1$ ) y vivienda ( $Y_2$ )—, entonces no es posible asumir su constancia recíproca, siendo necesario resolver el sistema de ecuaciones que plantean de forma conjunta:

$$\mathbf{a}_g + \mathbf{a}_{gg} \ln Y_g + \frac{1}{2} \sum_{h=1}^Y \mathbf{a}_{gh} \ln Y_h - 1 = 0, \quad g = 1, 2. \tag{13}$$

En la aplicación empírica y una vez estimados los parámetros correspondientes, se hará uso del sistema de ecuaciones (13) al objeto de determinar la cuantía óptima conjunta de población y vivienda.

#### 4. BASES DE DATOS: EIEL Y PRECIOS PARAMÉTRICOS.

##### 4.1 Variables físicas, precios, stock de infraestructura y variables de provisión.

Las variables físicas utilizadas en el modelo se obtienen de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales, EIEL, del año 2000. Creada y liderada por el ministerio para las Administraciones Públicas –MAP- y elaborada por las Diputaciones, los Consejos o los Cabildos Insulares, constituye un inventario tanto de la cuantía de las provisiones físicas básicas municipales como de su estado. La Encuesta-Inventario es objeto de actualizaciones y revisiones por el MAP, MAP (2006) y objeto de jornadas informativas organizadas por la Federación Española de Municipios y Provincias con su colaboración, así como de explotaciones provinciales y autonómicas. Su trascendencia viene dada por el papel relevante que le otorgan los ya mencionados Reales Decretos 835/2003 y 1263/2005, como instrumento objetivo básico de análisis y valoración de las necesidades de dotaciones de las EE.LL. para la elaboración de los Planes Provinciales de Cooperación a las Obras de carácter municipal.

Para el presente estudio se ha elaborado una base de datos que recoge el precio de las variables físicas de provisión definidas técnicamente mediante la EIEL, haciendo uso del concepto de familia paramétrica. Según esta metodología, el precio unitario de cada factor se obtiene de sus especificaciones constructivas, ingenieriles -características técnicas y condiciones de utilización-, incorporando todos aquellos elementos que son susceptibles de participar en cada una de las tareas representativas a ejecutar en una unidad de provisión o “Unidad de Obra”. Los precios de estos elementos se obtienen de las bases de precios para la planificación de inversiones en sus Planes Provinciales de ayuda a municipios, bajo la opinión de expertos en obra civil que prestan sus servicios, casi en exclusividad, en las Diputaciones provinciales en 2003-2004<sup>7</sup>.

Para cada una de las tareas que necesita una unidad, se consideran los siguientes componentes: coste horario de la mano de obra por categorías<sup>8</sup>; materiales y maquinaria por tipo, unidades sin descomposición de tareas (tubería, acometidas de distribución de agua y de alcantarillado, pozo de registro, boca de riego, arqueta, válvula de compuerta, hidrante, sumidero, etc.); unidades descompuestas auxiliares (zahorra, mortero, hormigón, bordillo, recrecida de posos, aglomerado en frío, rotura de pavimento, excavación, relleno de zanjas, impermeabilización, etc.)<sup>9</sup>. El cuadro 5 muestra un ejemplo para la red de distribución de agua.

---

<sup>7</sup> Nuestro agradecimiento a los servicios técnicos de las Diputaciones encuadrados en Planes Provinciales, por la ayuda prestada en la elaboración de la base de precios; en particular la contribución realizada por D. Evaristo Rodríguez de la Diputación de Salamanca, y D. César Roa, D<sup>a</sup> Lidia Gil y D. Juan A. Ruiz de las Diputaciones de León, Palencia y Soria.

<sup>8</sup> Según las Tablas Salariales inscritas en el Registro de Convenios Colectivos de las Oficinas Territoriales, aparecidas en los Boletines Oficiales de las provincias. Por ejemplo, tabla salarial en BOP de Salamanca de 25/08/2003.

<sup>9</sup> Un amplio abanico de cuadro de precios unitarios, compuestos y unidades de obra pueden consultarse en Instituto de la Construcción de Castilla y León, [www://iccl.es](http://www://iccl.es), BPCCL, Base de Precios de la Construcción de Castilla y León (2004).

Cuadro 5. Precio de las tareas para la obra red de distribución (euros)

Obra	Tarea	Ud.	Nº Ud.	Largo	Ancho	Alto	Peso	Precio	Total
<b>Red de distribución</b> Conjunto de tuberías que reparten agua a los usuarios (incluidas las acometidas). EIEL 2000	Rotura de pavimento....	m <sup>2</sup>	0,5	1	0,7		0,35	3,70	<b>1,30</b>
	Excavación en zanjas....	m <sup>3</sup>	1	1	0,65	1	0,65	7,95	<b>5,16</b>
	Arena o material....	m <sup>3</sup>	1	1	0,6	0,1	0,06	11,00	<b>0,66</b>
	Tubería de PVC junta....	m	1	1			1	13,57	<b>13,57</b>
	Arqueta para red de....	ud	0,033	1			0,033	246,41	<b>8,13</b>
	Válvula de compuerta....	ud	0,033	1			0,033	155,31	<b>5,13</b>
	Boca de riego....	ud	0,02	1			0,02	126,21	<b>2,52</b>
	Acometida domiciliaria....	ud	0,1	1			0,1	75,13	<b>7,51</b>
	Relleno de zanjas....	m <sup>3</sup>	1	1	0,65	0,9	0,585	0,85	<b>0,50</b>
	Hormigón HM/25N/....	m <sup>2</sup>	0,5	1	0,7		0,35	107,08	<b>37,48</b>
Hidrante....	ud	0,001				0,001	1.800,0	<b>1,80</b>	
Total precio unitario de tareas									<b>80,36</b>

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido el precio unitario de las tareas de cada unidad de provisión, se pondera por variables geoestructurales: litología/geología, altitud, distancia a la capital y al centro del área comercial que, conjuntamente, establecen un “factor municipal” para la creación del precio unitario de provisión. Estos ponderadores son de uso común en estudios sobre provisión de infraestructura básica, Coelli y Walding (2005) para la oferta de agua, Rubiera (2007) en estudios territoriales referidos a lugares centrales y su jerarquía, Deller, *et al.* (1988) para carreteras rurales, y que, como en este estudio, obtienen el precio de los factores mediante costes ingenieriles. Las variables de litología/geología permiten determinar la dificultad de ejecución de una obra, según el Mapa Litológico de Castilla y León, SEMCYL (1997). Una vez obtenida la base litológica, se clasifican los municipios según una escala de dificultad superponiéndolo con la geología del Atlas Digital de Comarcas de Suelos del Sistema Español de Información de Suelos, SEISnet: [www.microleis.com](http://www.microleis.com)<sup>10</sup>. El resultado ha sido de trece tipos litológicos y seis niveles de dificultad. En cuanto a la altitud, cuatro niveles, referida al núcleo más alto del municipio. En cuanto a la distancia a la capital, la fuente es el Nomenclátor de 1993, INE, y la distancia al centro del área comercial se han calculado utilizando la base de datos del Centro Nacional de Investigación Geográfica, CNIG (2001) y el Anuario Comercial de España de “la Caixa”.

El coste de provisión es aproximado por el stock de infraestructura, habiéndose considerado el concepto de capital bruto (riqueza), como valor de mercado de los activos, bajo el supuesto de que la infraestructura se valora al valor de nuevo y con la tecnología de mejor práctica técnica actual. Este concepto no incluye la depreciación sufrida por el stock de infraestructura existente (stock neto) dada la ausencia de información relativa al año en que se construyó la infraestructura y que permitiría aplicar funciones de depreciación, Mas *et al.* (2005, 2007).

Como variables de provisión a servir se han considerado la población vinculada al municipio y las viviendas, ambas recogidas en el Censo de Población y Viviendas 2001. Como manifiesta el INE, este concepto de población se crea para conseguir una mejor estimación de la carga real de población que debe soportar el municipio, mejorando la información que proporciona la población de hecho; y se define como el conjunto de personas censables que tienen algún tipo de vinculación habitual con el municipio, ya sea por que residen y además

<sup>10</sup> Agradecemos la ayuda de J. Forteza, edafólogo del CSIC, IRNASA-Salamanca.

trabajan, estudian o tienen una segunda vivienda (población vinculada residente); ya sea porque no reside y además, trabaja, estudia o tiene una segunda vivienda (población vinculada no residente).

#### 4.2. Estadísticos descriptivos.

El número de municipios considerados en cada una de las estimaciones de las funciones de costes de los tres sectores de provisión de infraestructura básica, así como los principales estadísticos descriptivos relativos a las variables consideradas, se muestran en el cuadro 6. Respecto al número de municipios, se puede apreciar que la pérdida de observaciones por motivo de ausencia de datos respecto a los 2.239 contemplados en la EIEL que existen en Castilla y León, afecta de forma marginal a S1 y S2, mientras que implica prescindir de la mitad de los municipios para S2. Esto se debe fundamentalmente a que estos municipios no depuran sus aguas residuales al faltarles el stock necesario, por lo que no pueden ser incluidos en el análisis. Respecto al coste, puede apreciarse como el tercer sector de pavimentación y alumbrado público representa, en términos medios el mayor porcentaje del stock de capital en infraestructura con un valor de 1.703.618€ por municipio. Con relación a los precios de las variables de provisión destacan como los de mayor valor la instalación de alumbrado con 538,1€ por punto de luz y los 430,8€ que conlleva instalar un metro cúbico de depósitos de agua. Por el contrario el precio unitario más reducido se corresponde con los 8,8€ que cuesta depurar un m<sup>3</sup> de agua y los 23,8€ que implica proveer un metro lineal de conducciones de agua. Respecto a las variables relativas a la densidad de población, el número de núcleos por municipios se sitúa entre 2,6 y 2,9, mientras que la media de la población vinculada por hectárea está en torno a los 33 habitantes, y el número de viviendas en torno a 18. Finalmente, por sectores, puede apreciarse que en el total del stock en Abastecimiento de agua, la red de distribución representa en media una proporción del 67,8% del gasto, seguido de los depósitos y las conducciones que tienen una participación similar del 17,7% y 14,5%. Respecto al sector de Saneamiento y depuración (S2), es la red de alcantarillado la que más pesa sobre el coste de provisión total con el 59,4%, mientras que en Pavimentación y alumbrado (S3), la provisión que conlleva mayor coste es la pavimentación con el 94,1%. Estas participaciones son la información relevante para el sistema de ecuaciones de demanda de factores (5), a estimar conjuntamente con la función de costes translog (1).

## 5. ECONOMÍAS DE AGLOMERACIÓN, TAMAÑO OPTIMO E INEFICIENCIA ASIGNATIVA.

### 5.1. Resultados de la estimación

La estimación del sistema de ecuaciones representado por la función de costes (1) asociadas a los tres sectores de provisión por el método del sistema ecuaciones aparentemente no relacionadas, *SURE*, incluyendo las de demanda de factores (5), da como resultados las elasticidades presentadas en el cuadro 7. En general la bondad del ajuste realizado es elevada atendiendo tanto a los contrastes de significación conjunta de los parámetros, *F*, como del coeficiente de determinación *R*<sup>2</sup>. Asimismo, el conjunto de los parámetros de primer orden presentan el signo esperado y son estadísticamente significativos. Con relación a las elasticidades de la población (*Y*<sub>1</sub>) y vivienda (*Y*<sub>2</sub>) en cada uno de los sectores, es interesante comprobar que sus valores, menores que uno, implican un incremento en los costes inferiores al de ambas variables de provisión. No obstante, el peso individual de cada una de ellas difiere entre sectores, al pesar la población cuatro veces más que la vivienda en el sector de Saneamiento y depuración (S2), mientras que el de Abastecimiento de agua (S1) es la vivienda pesa el doble que la población.

Cuadro 6. Estadísticos descriptivos de los sectores de provisión de infraestructura básica.

**S1. Abastecimiento de agua (n = 2.197)**

<b>Variables</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
$C_i$ - Coste (Stock) (€)	860.684,6	1.329.654,4	36.493,0	22.207.207,4
$Y_1$ - Población (n°)	910,4	2.397,4	22,0	50.031,0
$Y_2$ - Viviendas (n°)	422,0	1.004,1	10,0	1.9714,0
$P_1$ - Conducciones (€m)	23,8	3,7	21,6	32,5
$P_2$ - Red de distribución (€m)	86,4	4,2	82,5	99,6
$P_3$ - Depósitos (€m <sup>3</sup> )	430,8	10,5	382,8	450,0
$Z_1$ - Núcleos urbanos (n°)	2,6	3,5	1,0	47,0
$Z_2$ - Densidad (Viviendas/ha.)	18,4	11,5	0,5	119,7
$S_1^*$ - Conducciones	0,145	0,138	0,0003	0,803
$S_2^*$ - Red de distribución	0,678	0,174	0,022	0,975
$S_3^*$ - Capacidad de depósitos	0,177	0,116	0,005	0,960

**S2. Saneamiento y depuración (n = 1.295)**

<b>Variables</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
$C_i$ - Coste (Stock) (€)	1.032.309,0	1.362.368,0	57.781,4	15.400.000,0
$Y_1$ - Población (n°)	965,8	2.279,6	22,0	36.808,0
$Y_2$ - Viviendas (n°)	443,1	947,9	14,0	14.028,0
$P_1$ - Alcantarillado (€m)	83,4	4,8	78,5	101,1
$P_2$ - Emisarios (€m)	69,0	4,1	66,5	79,8
$P_3$ - Caudal tratado (€m <sup>3</sup> )	8,8	1,1	3,8	11,0
$Z_1$ - Núcleos urbanos (n°)	2,9	3,4	1,0	34,0
$Z_2$ - Densidad (Población/ha.)	33,0	15,2	2,0	134,5
$S_1^*$ - Red de alcantarillado	0,594	0,143	0,049	0,985
$S_2^*$ - Emisarios	0,083	0,073	0,0004	0,591
$S_3^*$ - Caudal tratado	0,324	0,153	0,0003	0,916

**S3. Pavimentación y alumbrado (n = 1.949)**

<b>Variables</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Típica</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
$C_i$ - Coste (Stock) (€)	1.703.618,0	2.307.652,0	76.116,2	39.500.000,0
$Y_1$ - Población (n°)	920,9	2.495,9	41,0	50.031,0
$Y_2$ - Viviendas (n°)	417,2	1.036,3	18,0	19.714,0
$P_1$ - Pavimentación urbana (€)	28,0	4,0	5,5	38,8
$P_2$ - Alumbrado (€)	538,1	52,2	365,1	649,1
$Z_1$ - Núcleos urbanos (n°)	2,7	4,6	1,00	126,0
$Z_2$ - Densidad (Viviendas/ha.)	17,1	8,6	0,5	81,7
$S_1^*$ - Pavimentación	0,941	0,024	0,792	0,989
$S_2^*$ - Alumbrado	0,059	0,024	0,011	0,208

\* S#: participación del factor de provisión en el coste.

Fuente: Elaboración propia. EIEL y Bases de precios.

Cuadro 7. Determinantes del coste en la provisión de infraestructura básica.

		S1. Abastecimiento de Agua		S2. Saneamiento y depuración		S3. Pavimentación y alumbrado público	
Variables	Paramet.	Coef.	T-Student	Coef.	T-Student	Coef.	T-Student
Constante	$a_0$	0,092	5,767	0,201	11,714	0,137	8,876
$\ln Y_1$	$a_1$	0,206	4,210	0,602	11,412	0,349	6,303
$\ln Y_2$	$a_2$	0,469	9,290	0,150	2,718	0,315	5,538
$\ln P_1$	$b_1$	0,136	38,130	0,579	86,234	0,938	1227,074
$\ln P_2$	$b_2$	0,672	137,490	0,068	18,218	0,062	81,484
$\ln P_3$	$b_3$	0,192	55,880	0,353	53,305	—	—
$\ln Z_1$	$d_1$	0,282	20,780	0,081	5,922	0,096	7,486
$\ln Z_2$	$d_2$	-0,100	-4,800	-0,126	-5,373	-0,277	-13,351
$(\ln Y_1)^2$	$a_{11}$	0,185	1,440	0,125	1,078	0,232	0,910
$(\ln Y_2)^2$	$a_{22}$	0,173	1,170	0,194	1,495	0,162	0,604
$\ln Y_1 \ln Y_2$	$a_{12}$	-0,181	-1,360	-0,181	-1,556	-0,209	-0,813
$(\ln P_1)^2$	$b_{11}$	0,036	3,260	0,234	5,332	0,009	5,949
$(\ln P_2)^2$	$b_{22}$	-0,134	-4,790	0,138	6,495	0,009	5,949
$(\ln P_3)^2$	$b_{33}$	-0,133	-4,740	0,133	6,137	—	—
$\ln P_1 \ln P_2$	$b_{12}$	-0,017	-3,150	-0,120	-5,459	-0,009	-5,949
$\ln P_1 \ln P_3$	$b_{13}$	-0,019	-3,350	-0,114	-5,143	—	—
$\ln P_2 \ln P_3$	$b_{23}$	0,151	5,030	-0,019	-1,433	—	—
$(\ln Z_1)^2$	$d_{11}$	0,137	4,960	0,146	4,485	0,072	2,872
$(\ln Z_2)^2$	$d_{22}$	-0,151	-6,020	-0,264	-7,557	-0,199	-7,824
$\ln Z_1 \ln Z_2$	$d_{12}$	-0,051	-1,280	-0,042	-0,872	0,021	0,525
$\ln Y_1 \ln P_1$	$j_{11}$	-0,081	-7,430	-0,072	-4,975	-0,003	-0,959
$\ln Y_1 \ln P_2$	$j_{12}$	0,074	5,120	-0,048	-6,413	0,003	1,149
$\ln Y_1 \ln P_3$	$j_{13}$	0,007	0,720	0,120	8,323	—	—
$\ln Y_2 \ln P_1$	$j_{21}$	0,032	2,730	0,037	2,411	-0,001	-0,321
$\ln Y_2 \ln P_2$	$j_{22}$	-0,051	-3,270	0,014	1,734	0,001	0,346
$\ln Y_2 \ln P_3$	$j_{23}$	0,019	1,770	-0,050	-3,320	—	—
$\ln Y_1 \ln Z_1$	$s_{11}$	0,055	1,250	-0,012	-0,252	-0,023	-0,453
$\ln Y_1 \ln Z_2$	$s_{12}$	-0,067	-1,200	0,248	4,343	0,140	2,086
$\ln Y_2 \ln Z_1$	$s_{21}$	-0,127	-2,690	-0,042	-0,823	-0,027	-0,498
$\ln Y_2 \ln Z_2$	$s_{22}$	0,146	2,460	-0,179	-2,894	-0,099	-1,393
$\ln P_1 \ln Z_1$	$w_{11}$	0,068	17,080	0,048	8,277	0,002	2,158
$\ln P_2 \ln Z_1$	$w_{21}$	-0,055	-10,280	0,034	11,612	-0,002	-2,508
$\ln P_3 \ln Z_1$	$w_{31}$	-0,014	-3,760	-0,081	-14,526	—	—
$\ln P_1 \ln Z_2$	$w_{12}$	0,027	5,220	-0,007	-0,907	-0,010	-7,424
$\ln P_2 \ln Z_2$	$w_{22}$	-0,038	-5,470	0,006	1,397	0,010	8,619
$\ln P_3 \ln Z_2$	$w_{32}$	0,011	2,220	0,002	0,230	—	—
<i>F</i> -test de significatividad		4.115,400		1.555,960		1.29037,800	
$R^2$		0,856		0,889		0,850	
Observaciones		2.197		1.295		1.949	

Respecto a las elasticidades de los precios,  $P_i$ , estas no hacen sino replicar de forma adecuada el peso mostrado por cada variable de provisión en los costes según lo presentado en el cuadro de los estadísticos descriptivos. Por último, resaltar que las variables representativas de la densidad de provisión también presentan los signos esperados en los tres sectores, de forma que un incremento en el número de núcleos ( $Z_1$ ) incrementa el coste de provisión. Mientras que aumentar las edificaciones o la población por hectárea de superficie urbana, disminuiría el coste. A diferencia de lo que ocurre con la población y vivienda, los valores de cada una de ellas suelen ser similares tanto entre sí como entre sectores.

## 5.2. Economías de aglomeración: escala, alcance y densidad.

Siguiendo las especificaciones presentadas en el tercer epígrafe, el cuadro 8 muestra los valores obtenidos para las economías de escala, densidad y alcance considerando tanto el conjunto de los municipios, como diversas particiones en términos de población y vivienda. Estas particiones se han realizado considerando unos rangos de población y vivienda que permitiesen disponer de suficientes observaciones como para poder realizar las estimaciones oportunas (en el caso del sector de Saneamiento y depuración (S2), en el cual el número de municipios era inferior de partida, la única partición que se ha podido estimar es para una población menor de 2.500 habitantes y menos de 833 viviendas.

Los resultados obtenidos muestran como en los tres sectores existen economías de escala (EE) y densidad (ED) significativas para la totalidad de la población y vivienda, y que estas tienden a agotarse en torno a los 1.500 habitantes y las 500 viviendas. Con relación a las economías de escala definidas en la ecuación (6), y tomando como referencia los resultados presentados en el cuadro 7 relativos al primer sector de Abastecimiento de agua, el sumatorio de las elasticidades de población  $Y_1$  y vivienda  $Y_2$ , muestra como su incremento simultáneo en un 1% incrementaría el coste de provisión del stock en un 0,675%, siendo su inversa el valor calculado para las EE: 1,481. Dado que la inversa de la elasticidad de costes se corresponden con la elasticidad de producción, un valor superior a la unidad implica la existencia de rendimientos crecientes a escala, de forma que incrementar el stock de capital en un 1% podría aumentar el número de habitantes y viviendas abastecidos en un 1,48%. En comparación con el resto de sectores, las mayores EE se observan en el sector de la pavimentación y alumbrado público (S3) con 1,506. Es interesante resaltar el valor decreciente de las EE en todos los sectores conforme se incrementa el rango de población y vivienda, poniendo de manifiesto como estas tienden a agotarse hasta alcanzar finalmente valores en los que dejan de ser estadísticamente significativos.

Respecto a las economías de densidad, estas tienen aún mayor relevancia que las de escala al presentar unos valores que, en general, tienden a duplicarlas —en el caso de Saneamiento y depuración, llegan hasta cuadruplicarlas. Así, por ejemplo, para el primer sector de Abastecimiento de agua, y centrándonos de nuevo en el cuadro 7 donde se presentan los resultados de las estimaciones, una reducción del 1% en el número de núcleos  $Z_1$ , simultánea a un incremento en igual proporción de la densidad de viviendas por hectárea de superficie urbana  $Z_2$ , *reducirían* el coste de provisión en un 0,38%, mostrando cómo un incremento de la densidad de la población y la vivienda en el municipio reducen el coste de provisión. La inversa de este valor cuantifica las ED tal como se han definido en (7), mostrando el ahorro en los costes de provisión de infraestructura básica que traería consigo la concentración de la población y vivienda en menos núcleos y en viviendas en altura dentro de la superficie urbana. A diferencia de las EE, el valor de las ED tiende a ser creciente conforme se incrementa el rango de población y vivienda, mostrando la aceleración que experimentan al aumentar el tamaño municipal, altamente correlacionado con la densidad, y poniendo de manifiesto el papel fundamental que su aumento tiene sobre la evolución (ahorro) en los costes.

Cuadro 8. Economías de densidad, escala y alcance por rangos de población y vivienda

	<b>S1. Abastecimiento de agua</b>		
<b>Rangos</b>	<b>Economías de Escala (EE)</b>	<b>Economías de densidad (ED)</b>	<b>Economías de alcance (EA)</b>
<b>Total Población</b>	1,481 (0,070)*	2,623 (0,025)*	-0,084 (0,136)
<b>Población &lt; 750</b>	1,639 (0,115)*	2,439 (0,051)*	-0,173 (0,148)
<b>750 &lt;= Pobl. &lt; 1500</b>	1,136 (0,232)*	2,703 (0,060)*	0,649 (0,792)
<b>1500 &lt;= Pobl. &lt; 2500</b>	-0,466 (2,290)	3,125 (0,252)*	-2,543 (3,809)
<b>Pobl. &gt;= 2500</b>	5,882 (0,905)	4,167 (0,237)	1,326 (1,397)
<b>Total Viviendas</b>	1,481 (0,070)*	2,623 (0,025)*	-0,084 (0,136)
<b>Viviendas &lt;250</b>	1,467 (0,162)*	2,041 (0,076)*	-0,247 (0,175)
<b>250 &lt;= Pobl. &lt; 500</b>	1,366 (0,222)*	2,903 (0,053)*	0,329 (0,448)
<b>500 &lt;= Pobl. &lt; 833</b>	4,233 (1,107)	2,012 (0,147)*	0,768 (1,120)
<b>Pobl. &gt;= 833</b>	2,098 (0,671)	4,169 (0,146)	1,140 (1,056)
	<b>S2. Saneamiento y depuración</b>		
<b>Rangos</b>	<b>Economías de Escala (EE)</b>	<b>Economías de densidad (ED)</b>	<b>Economías de alcance (EA)</b>
<b>Total Población</b>	1,330 (0,076)*	4,837 (0,027)*	-0,091 (0,121)
<b>Pobl. &lt; 2500</b>	1,275 (0,084)*	3,995 (0,031)*	-0,087 (0,120)
<b>Total Viviendas</b>	1,330 (0,076)*	4,837 (0,027)*	-0,091 (0,121)
<b>Viv. &lt; 833</b>	1,202 (0,088)*	3,985 (0,034)*	-0,052 (0,120)
	<b>S3. Pavimentación y alumbrado público</b>		
<b>Rangos</b>	<b>Economías de Escala (EE)</b>	<b>Economías de densidad (ED)</b>	<b>Economías de alcance (EA)</b>
<b>Total Población</b>	1,506 (0,079)*	2,675 (0,024)*	-0,099 (0,259)
<b>Población &lt; 750</b>	1,448 (0,151)*	3,290 (0,053)*	-0,092 (0,299)
<b>750 &lt;= Pobl. &lt; 1500</b>	1,142 (0,239)*	3,711 (0,063)*	0,276 (0,854)
<b>1500 &lt;= Pobl. &lt; 2500</b>	0,292 (2,040)	2,638 (0,240)	2,364 (3,207)
<b>Pobl. &gt;= 2500</b>	5,125 (0,980)	9,154 (0,254)	1,254 (1,758)
<b>Total Viviendas</b>	1,506 (0,079)*	2,675 (0,024)*	-0,099 (0,259)
<b>Viviendas &lt; 250</b>	1,351 (0,192)*	2,667 (0,078)*	0,004 (0,320)
<b>250 &lt;= Viv. &lt; 500</b>	1,227 (0,247)*	2,859 (0,058)*	-0,577 (0,728)
<b>500 &lt;= Viv. &lt; 833</b>	0,384 (1,047)*	7,123 (0,148)	0,396 (1,556)
<b>Viv. &gt;= 833</b>	2,565 (0,616)	-271,494 (0,633)	1,301 (1,453)

Notas: Errores estándar entre paréntesis. \* Significativo al menos al 5%.

Finalmente, respecto a las economías de alcance (EA), si bien su valor negativo muestra la subaditividad de la función de costes, ninguna de ellas es estadísticamente significativa, por lo que no es posible concluir que la provisión conjunta de infraestructura a población y vivienda suponga un ahorro en costes respecto a su provisión separada. La razón fundamental para que las economías de alcance no sean significativas reside en la asimetría existente en la casuística relativa a la distribución y proporción entre población y vivienda en los municipios. En primer lugar porque no es posible encontrar municipios donde solo se provea infraestructura a población sin que existan viviendas. De los resultados obtenidos relativos a las variables de

densidad, es de esperar que una mayor proporción de habitantes por vivienda repercuta en una disminución de los costes, pero a pesar de que exista una ratio óptima entre ambas variables, esto no altera el hecho de que escaseen los municipios donde ésta se supere sustancialmente al haber un elevado número habitantes para escasas viviendas. En segundo lugar porque aunque es posible encontrar municipios donde la infraestructura se provee únicamente a la viviendas al estar despoblados, su presencia es insuficiente como para hacer que las economías de alcance estimadas sean elevadas respecto a su variabilidad, de forma que no son significativas. Por ello es posible concluir que la existencia comprobada de un proceso de despoblamiento de municipios es insuficiente como para generar economías de alcance en la provisión de infraestructura, implicando el resultado esperado de que proveer infraestructura de forma conjunta a población y vivienda conlleva menor coste que hacerlo por separado.

### 5.3. Tamaño óptimo municipal, coste mínimo y sobrecoste en la provisión.

La existencia de economías de escala conlleva que el coste medio de provisión sea decreciente conforme se incrementa la población y vivienda provista por la infraestructura. El cuadro 9 muestra los tamaños óptimos municipales relativos a la población y vivienda para cada uno de los tres sectores. Estos valores se han obtenido resolviendo el sistema de ecuaciones conjunto presentado en (13), y muestran que, para todos los sectores, el mínimo de la función de costes medios se observa para unos valores de población superiores a los 500 habitantes y las 1.000 viviendas –mientras que en torno al 75% de los municipios en Castilla y León presentan valores inferiores de estas variables, cuadro 4a. El gráficos 5a muestran la evolución decreciente del coste medio conforme se incrementa la población del municipio de forma individual, mientras que el 5b refleja igual evaluación cuando se incrementa, una vez más de forma individual, la vivienda.

Cuadro 9. Tamaño óptimo (nº) y coste medio mínimo (€) de provisión de infraestructura básica.

Sector	Tamaño óptimo (nº)		Coste medio mínimo (€)	
	Población	Vivienda	Por habitante	Por vivienda
S1. Abastecimiento de agua	2.428	1.256	959,48	1.855,70
S2. Saneamiento y depuración	15.269	7.191	750,08	1.592,69
S3. Pavimentación y alumbrado	778	520	1.605,7	2.411,68

Fuente: Elaboración propia

Sustituyendo los valores óptimos de población y vivienda en la ecuación de costes medios (9) para cada sector se determina el mínimo asociado a los tamaños óptimos. Así, por ejemplo, para el primer sector de Abastecimiento de agua el coste medio mínimo por habitante es de 959,5€ mientras que asciende a 1.855,7€ por vivienda. Los valores son similares para el resto de sectores de Saneamiento y depuración (S2) y Pavimentación y alumbrado (S3). La conjunción entre el tamaño óptimo municipal y los costes medios queda ejemplificado para el primero de los sectores mediante la intersección de estos valores óptimos en los gráficos 5a y 5b<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Debe hacernos notar que esta representación, al ser en dos dimensiones, no se corresponde con la evaluación conjunta de los tamaños óptimos y costes medios, precisamente porque en cada una de ellas se mantiene constante ya sea la vivienda o la población. No obstante, se considera que representan de una forma clara la existencias de economías de escala las dos dimensiones de población y vivienda.

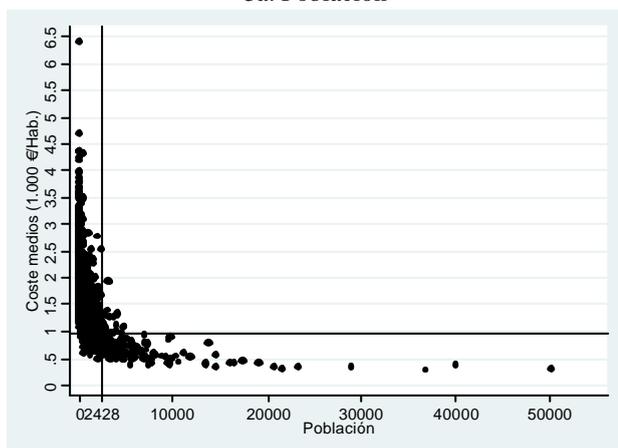
Según la estimación de economías de escala reflejadas en el cuadro 8, estas se agotan para municipios mayores de 1.500 hab., siendo la población de los municipios que se encuentran por debajo de este umbral de 799.203 hab. (40% del total). La diferencia entre el coste medio de provisión por habitante observado para los municipios de menos de 1.500 hab. y el mínimo identificado en la función de costes medios estimada, refleja un sobrecoste de provisión por habitante de 365€/hab. que, una vez multiplicado por la población de los municipios, permite calcular un sobrecoste de provisión de 291,7 Mio. de € cantidad que representa el 25% de toda la financiación destinada a la cooperación local en Castilla y León en el lustro que abarca desde el año 2000 al 2004. Este resultado pone de manifiesto el alto grado de ineficiencia asignativa que se deriva de una ordenación del territorio subóptima cuando se consideran exclusivamente los criterios económicos asociados a las economías de aglomeración. En términos de la vivienda, el cuadro 8 muestra que las economías de escala se agotan en municipios con más de 500 viviendas. Las viviendas de estos municipios ascienden a 322.217 (35% del total), lo que supone, por defecto, un ahorro de 807 €, respecto al coste medio mínimo de 1.855,7 €/viv., lo que en esta ocasión implica un ahorro agregado de 260,0 Mio. de €.

Iguales estimaciones del sobrecoste pueden realizarse en el resto de sectores, poniendo de manifiesto que a la hora de establecer las guías para realizar una correcta ordenación del territorio, y no solo con relación a la infraestructura básica, sino también la relacionada con otros ámbitos de provisión como pueden ser los servicios asistenciales, deportivos o recreativos, conviene tener en cuenta la información relativa a los tamaños óptimos municipales. Esta información es esencial pues permitiría la correcta localización en el territorio de estas infraestructuras atendiendo a la población objetivo que, por representar el mínimo coste, debería atender.

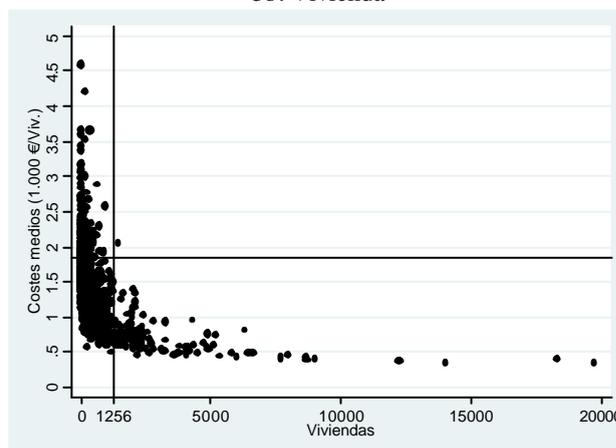
Gráficos 5a a 5b. Evolución del coste medio sectorial para población y vivienda (S1).

Abastecimiento de agua (n = 2.197)

5a. Población



5b. Vivienda



## 6. CONCLUSIONES

En dos secciones claramente diferenciadas entre sí pero complementarias desde la perspectiva analítica, se sintetiza en este artículo la estructura de la Cooperación Económica Local, CEL, existente en España, particularizada para el caso de Castilla y León, y se realiza una estimación de las economías de aglomeración que subyacen en la provisión de infraestructura básica a nivel municipal, la cual representa un porcentaje elevado de la

financiación recibida por las Entidades Locales por medio de la CEL. Con el propósito de alcanzar ambos objetivos se ha realizado un gran esfuerzo para construir bases de datos relativas a la provisión de infraestructura física por medio de la EIEL, y a los precios paramétricos asociados a ellas, BPP.

El objetivo es mostrar la complejidad estructural de la cooperación a las inversiones locales y facilitar criterios de asignación que, basados en el análisis económico, permitan mejorar la eficiencia asignativa de las inversiones públicas. Usando una función de costes translog en la provisión de infraestructura básica relativos a urbanización —Abastecimiento de agua, Saneamiento y depuración, y Pavimentación y alumbrado—, se establecen los tamaños óptimos municipales que minimizan el coste medio de provisión, tanto en términos de población como de vivienda y que, para el caso de Castilla y León, representan un tamaño que supera ampliamente al observado. Una vez identificados los tamaños óptimos es posible determinar el coste de provisión mínimo asociado a cada uno de ellos y compararlo con el observado. Para el rango de población y viviendas en los que las economías de escala son estadísticamente significativas, se observan importantes sobrecostes en provisión de infraestructura básica como consecuencia de la actual ordenación del territorio de Castilla y León, donde un porcentaje elevado de los municipios presenta un tamaño inferior al óptimo. De hecho, la cuantía del ahorro potencial que existiría de simular una agrupación de la población y la vivienda en torno al tamaño óptimo —mediante fusiones de municipios según la experiencia acontecida, por ejemplo, en países anglosajones, Sancton (2000)— presenta unos ordenes de magnitud sustanciales respecto al total de la Cooperación Económica Local.

Adicionalmente, las estimaciones econométricas realizadas también identifican la existencia de economías de densidad que se materializarían en una reducción del número de núcleos aumentando la población y vivienda por hectárea de superficie urbana. Este resultado sugiere que, dentro de un mismo municipio, la concentración de la población en un único núcleo urbano y con viviendas en altura contribuiría de forma significativa a la reducción en los costes medios de provisión. Finalmente, si bien se identifica la existencia de economías de alcance en la provisión de infraestructura de forma conjunta a la población y vivienda, su falta de significatividad muestra los escasos municipios observados donde la única dimensión provista sea la vivienda —caso por ejemplo de los municipios deshabitados—, o donde la ratio de población por vivienda sea excesivamente elevada, alejándose de la que se obtiene a partir de los tamaños óptimos.

Para concluir, si bien resulta evidente que a la hora de plantear guías para la ordenación del territorio y aprobar normativas para la cooperación local deben considerarse multitud de criterios, los aspectos económicos presentan una vertiente esencial, aportando este artículo un marco para el análisis sistemático de la cooperación local y para el análisis riguroso de las economías de aglomeración que han de servir para la planificación de las inversiones públicas en infraestructura municipal.

## APÉNDICE 1.. EL COSTE MEDIO MÍNIMO..

Siendo la función de coste medio la siguiente:

$$CMd_g = C/Y_g = (1/Y_g) \cdot \exp(\ln C), \quad (A.1)$$

la obtención del coste medio mínimo exige calcular su derivada respecto a la provisión  $Y_g$ :

$$\partial CMd/\partial Y_g = \partial(C/Y_g)/\partial Y_g = 0. \quad (A.2)$$

Sustituyendo (A.1) en (A.2) y aplicando la regla del producto al derivar se obtiene:

$$\partial \text{CMd} / \partial Y_g = -1/Y_g^2 [(\exp(\ln C) - \partial \exp(\ln C) / \partial Y_g) \cdot Y_g] = 0, \quad (\text{A.3})$$

que, una vez reordenados los términos, puede desarrollarse aplicando en una primera instancia la regla de la cadena:

$$\partial \text{CMd} / \partial Y_g = 1/Y_g^2 [\exp(\ln C) \cdot (\partial(\ln C) / \partial Y_g) \cdot Y_g - \exp(\ln C)] = 0. \quad (\text{A.4})$$

Dado que a su vez  $\partial(\ln C) / \partial Y_g = \partial C / \partial Y_g \cdot 1/C$ , es posible sustituir esta última igualdad en (A.4) obteniendo:

$$\partial \text{CMd} / \partial Y_g = 1/Y_g^2 [\exp(\ln C) \cdot (\partial C / \partial Y_g \cdot Y_g / C) - \exp(\ln C)] = 0. \quad (\text{A.5})$$

Expresión que se corresponde con la ecuación (10) para el caso de la función de costes elegida en el presente estudio, al coincidir la derivada parcial de  $\ln C$  respecto a  $\ln Y_g$  con la elasticidad de costes en (A.5).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angoitia, M. y Tobes, P. (2005), *La adaptación del plan de cooperación local a la segunda descentralización en Castilla y León*. [www.jcyl.es/jcyl-client/jcyl/cel/tkresults](http://www.jcyl.es/jcyl-client/jcyl/cel/tkresults)
- Barten, A. (1969) "Maximum Likelihood Estimation of a complete System of Demand Equations". *European Economic Review*, 1, 7-73
- BPCCL (2004). Base de Precios de la Construcción de Castilla y León. Instituto de la Construcción de Castilla y León – Junta de Castilla y León.
- Bradford, D.F., Malt, R.A. y Oates, W.E. (1969), "The rising cost of local public services: some evidence and reflections", *National Tax Journal*, XXII(2), 185-202.
- Caves D.W., Christensen L.R. y Trethway M.W. (1984) "Economies of density versus economies of scale: Why trunk and local service airline costs differ". *Rand journal of Economics*, 15, 471-489.
- Caves D.W., Christensen L.R. y Trethway M.W., Windle R.J. (1985) Network effects and the measurement of returns to scale and density for U.S. railroads. In: Daughety A.F. (ed), *Analytical studies in transport economics*. Cambridge University Press, New York.
- Christensen, L. R., Jorgenson, D. y Lau, L.J. (1971), "Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function". *Econometrica*, 39: 255-256.
- Christensen, L. R., Jorgenson, D. y Lau, L.J. (1973), "Transcendental Logarithmic Production Frontiers". *Review of Economics and Statistics*, 55: 28-45.
- CNIG –Centro Nacional de Investigación Geográfica- (2001). Mapas digitales de los municipios españoles. Centro Nacional de Información Geográfica, Ministerio de Fomento.
- Coelli, T. y Walding S. (2005), Performance measurement in the Australian water supply industry. CEPA Working Papers Series WP012005, School of Economics, University of Queensland, Australia.
- Deller, S. C., Chicoine, D. L., y Walzer, N. (1988), "Economies of Scale and Scope in Rural Low- Volume Roads." *Review of Economics and Statistics*, 70, 459-465.
- Diputación de Salamanca (2004). Estudio sobre los empleados públicos locales de la provincia de Salamanca. Diputación de Salamanca, Abril - Junio de 2004.
- Eberts, R.W. y Mcmillen, D.P. (1999), Agglomeration Economies and Urban Public Infrastructure. En E.S. Mills and P. Cheshire (eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Fernández-Coronado, M. (2001) Las diputaciones en el contexto de una mejor administración local. Junta de Andalucía, Consejería de Gobernación, Págs. 104.
- García S., y Thomas A. (2001), "The Structure of Municipal Water Supply Costs: Application to a Panel of French Local Communities". *Journal of Productivity Analysis*, Volume 16, Number 1, July 2001, pp. 5-29(25)

- Jara-Díaz, S. and C. Cortés (1996): "On The Calculation Of Scale Economies From Transport Cost Functions". *Journal of Transport Economics and Policy*. 30, 157-170.
- Junta de Castilla y Leon, (2000) Normativa de Ordenación del Territorio y Urbanismo de Castilla y León. Consejería de Presidencia, Págs. 246, Valladolid.
- Junta de Castilla y León, (2005) [www.jcyl.es/cpat/](http://www.jcyl.es/cpat/)
- MAP, (2006) EIEL, Manual de Instrucciones (actualizado, 16/01/06). Secretaría de Estado de Cooperación Territorial, Dirección General de Análisis Económico de EE.LL.
- Mas, M., Pérez F.y Uriel, E. (2005), El stock de capital en España y su distribución territorial (1964 -2002). Fundación BBVA, Bilbao.
- Mas, M., Pérez F.y Uriel, E. (2007), El stock y los servicios de capital en España y su distribución territorial (1964-2005): nueva metodología. Fundación BBVA, Bilbao.
- Mizutani, F. y Urakami, T. (2001), "Identifying network density and scale economies for Japanese water supply organizations," *Papers in Regional Science*, Springer, vol. 80(2), pages 211-230.
- Oum, T.H. y Zhang, Y. (1997): "A Note On Scale Economies In Transport". *Journal of Transport Economics and Policy*. 31, 3, 309-315.
- Panzar, J.C y Willig, R.D. (1977), "Economies Of Scale In Multioutput Production". *Quarterly journal of Economics* 91, August: 481-493.
- Panzar, J.C y Willig, R.D. (1981), "Economies of Scope". *The American Economic Review*. Vol 71. N°2 May. 268-272.
- Prieto, C. (2003). Población y territorio como condicionantes de la prestación de servicios públicos. En: Prestación descentralizada de servicios públicos. Especial consideración al caso de Castilla y león. Asociación Castellano Leonesa de Ciencia Regional, Págs., 33-56, León.
- Prieto, A.M.y Zofío J.L. (2001), "Evaluating Effectiveness in Public Provision of Infrastructure and Equipment: The Case of Spanish Municipalities". *Journal of Productivity Analysis*, 15, 41-58.
- Prieto, A.M.y Zofío, J.L. (2003), "Análisis de la eficacia en la provisión de infraestructura básica por la entidades locales". *Papeles de Economía Española*, FUNCAS, 95, 137-148.
- Prieto, A.M.y Zofío, J.L. (1999), *Eficiencia en la provisión de infraestructura y equipamiento en los municipios de Castilla y León*, Junta de Castilla y León, Págs. 310, Valladolid.
- Rubiera, F. (2007), *Factors of employment creation at local level. An Intraregional explanation of the different territorial patterns of employment and population in Spain*. Comunicación presentada en XXXIII Reunión de Estudios Regionales. Asociación Española de Ciencia Regional, 15-16 de noviembre de 2007, León.
- Sancton, A. (2000), Merger mania The assault on local government, McGill-Queen's University Press, Montreal.

SIEMCYL –Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León- (1997). Mapa Geológico y Minero de Castilla y León, Sienculsa, Valladolid

Suárez Pandiello, J. (2001), Cambios normativos y perspectivas de mejora en la gestión de los recursos. En: I+D. Ideas + debate sobre financiación territorial. Primer Foro Alicante 2001. Claves para la reforma de la hacienda local, Págs. 209-223, Alicante.

Suárez Pandiello, J. (2007), Insuficiencia relativa, gastos impropios y financiación local. Papeles de Economía Española, 113: 241-252.

Xu, K., Windle, R. y Grimm, C. (1994): “Re-Evaluation Returns To Scale In Transport”. *Journal of Transport Economics and Policy*. 28, 3, 275-286.

Zellner, A. (1962): “An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Test for Aggregation Bias”. *Journal of the American Statistical Association*. Vol 58. Dec. 977-992