

Evaluación de la provisión de infraestructuras y equipamientos municipales en Andalucía desde la perspectiva de los criterios de eficiencia y economía

Investigadora principal:
Rafaela Dios Palomares
Universidad de Córdoba

Evaluación de la provisión de infraestructuras y equipamientos municipales en Andalucía desde la perspectiva de los criterios de eficiencia y economía

Investigadora principal:
Rafaela Dios Palomares
Universidad de Córdoba

IFo10/12



Centro de Estudios Andaluces
CONSEJERÍA DE LA PRESIDENCIA E IGUALDAD



Proyecto de investigación financiado por el
Centro de Estudios Andaluces (PRY137/10).

Edita:

**Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces,
Consejería de la Presidencia e Igualdad, JUNTA DE ANDALUCÍA.**

© Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces

Bailén, 50, 41001 – Sevilla

Tel.: 955 055 210

Fax: 955 055 211

www.centrodeestudiosandaluces.es

Junio de 2012.

ISBN: pendiente de tramitación.

Índice

1. Antecedentes	7
2. Metodología	11
2.1. Selección de la muestra	11
2.2. Obtención de los datos de infraestructura de los municipios de la muestra	11
2.3. Obtención de la base de precios	11
2.4. Valoración de la infraestructura en Andalucía	11
2.5. Estimación de la eficiencia.....	12
2.6. Determinación del tamaño óptimo	12
2.7. Tratamiento de datos	12
3. Resumen de resultados y conclusiones	15
3.1. Población y Núcleos de Población	15
3.2. Estado de la infraestructura.....	18
3.3. Estimación de costes por habitante.....	22
3.4. Estimación de los costes de infraestructura para Andalucía	28
3.5. Estimación de la eficiencia en la prestación de servicios y provisión	34
<i>Enfoque 1: Orientación Output.....</i>	<i>35</i>
<i>Enfoque 2: Orientación Input</i>	<i>36</i>
3.6. Estimación del tamaño óptimo municipal	37
4.Referencias bibliográficas	43
5. Anexos: aspectos metodológicos	47
A1. Muestreo efectuado para el análisis de infraestructuras de los municipios de Andalucía	47
A2. La base de datos EIEL	47
A3. Base de precios.....	49

1. Antecedentes



1. Antecedentes

Aunque existe escasa evidencia, y controvertida, de la relación entre descentralización y eficiencia, podemos destacar el trabajo en España de Balaguer, Prior y Tortosa (2007), quienes señalan que la descentralización no siempre contribuye a mejorar la eficiencia en la gestión de los recursos.

En el tema de análisis de situación de la provisión de infraestructura básica y equipamientos de ámbito local en España, los trabajos previos no han sido orientados a aprovechar las oportunidades de análisis integrado, y, aunque se reconoce como urgente la necesidad de disponer de indicadores de gestión de los servicios públicos, el contexto y aplicación de los mismos les suele conferir un carácter finalista. El principal problema reside en que se mezclan indicadores de gestión del ámbito del sector público basados en Documentos de Principios Contables Públicos (Ministerio de Economía y Hacienda, 2007), con indicadores de eficiencia derivados de la teoría económica.

En cuanto al uso de la EIEL, el Programa de Cooperación Económica, derivado de la LRBRL, la considera una valiosa herramienta para elaborar informes para la toma de decisiones y facilitar la puesta en marcha de

estrategias de provisión de servicios públicos más eficientes y eficaces a los distintos niveles de Administración Territorial del Estado. La simple explotación de la EIEL para determinar cómo se encuentran dotados los municipios españoles ha sido llevada a cabo bajo la iniciativa de diversas administraciones; pero preocupadas más por adecuarse al ordenamiento jurídico vigente que por la asignación del gasto público con criterio de eficiencia y economía. La Encuesta-Inventario es objeto de actualizaciones y revisiones por el MAP, MAP (2006). En el ámbito de explotaciones provinciales y autonómicas, son pioneros Beltrán *et al.* (1996). Recientemente, diversas administraciones, Diputaciones y Comunidades Autónomas ya han considerado, parcialmente, este enfoque mediante una herramienta integrada de gestión, desarrollada por investigadores solicitantes del proyecto, de su correspondiente Operativo Local, denominada EDIL: Castilla y León (2006), La Rioja (2008).

Además de la información referente a las variables de provisión interesa la cuantificación del coste que representaría solventar los déficits físicos de provisión. Esto se puede realizar mediante la elaboración de Bases de Precios Provinciales. Este objetivo fue abordado inicialmente desde el Dpto. de Ingeniería Agraria de la Universidad de León —que en el periodo 1998-99 realizó

una base de precios de la construcción, agroforestal y de medioambiente, ICCL-JCL (2000). La información recogida en las bases de precios de la construcción fue adaptada por Prieto *et al.* (2001: Anexo 5) al objeto de obtener los costes unitarios de provisión para todas y cada una de las variables consideradas en los sectores de infraestructura básica —ya contemplados por Prieto y Zofío (2001). La obtención del coste municipal para resolver el déficit físico de provisión (agregado y *per capita*), pese a su interés intrínseco para realizar una asignación eficaz de los fondos de cooperación local, no ha sido abordada hasta el momento por ningún grupo académico interesado en la EIEL, a excepción de los trabajos realizados por el grupo realizador de este proyecto.

2. Metodología



2. Metodología

En este apartado se describe brevemente la metodología utilizada en la presente investigación. En los anexos se desarrollan algunos aspectos con más detalle.

2.1. Selección de la muestra

Tal como se explica en el siguiente apartado de Resultados, ha sido necesario realizar la investigación mediante muestreo y éste se ha llevado a cabo estratificando por tamaños de población. La justificación del tamaño de la muestra se incluye en el anexo n.º 1 de esta memoria (E. L. Lehmann, 2010)

2.2. Obtención de los datos de infraestructura de los municipios de la muestra

La obtención de los datos necesarios ha sido extraída de la base de datos denominada Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL). En el anexo n.º

2 se proporciona más información sobre este aspecto metodológico.

2.3. Obtención de la base de precios

Para la valoración de las infraestructuras se ha elaborado una base de precios que consiste en el valor, para cada municipio, según sus propias características, del precio unitario de cada unidad de obra de la infraestructura estudiada, ya sea obra nueva o reparación. En el anexo n.º 3 se detallan los principales aspectos que afectan a la determinación de la base de precios.

2.4. Valoración de la infraestructura en Andalucía

Con el fin de poder realizar la valoración del estado de las infraestructuras y del déficit de las mismas, en primer lugar se han estudiado las infraestructuras de cada municipio de la muestra. Así, se han calculado las uni-

dades de infraestructura en estado bueno, regular, mal y en ejecución. Utilizando la base de precios calculada al efecto, se han valorado dichas infraestructuras y sus déficits para todos los municipios de la muestra. Este procedimiento ha permitido inferir, para cada uno de los cuatro estratos de población, cual será el coste medio por habitante tanto en infraestructura instalada como en déficit medido en euros por habitante.

Posteriormente, se han utilizado estos valores para estimar para cada municipio de cada provincia el coste total y el coste de déficit de las infraestructuras. Todo ello se ha estudiado para los sectores de Conducciones, Distribución, Saneamientos y Pavimentación.

2.5. Estimación de la eficiencia

Para la estimación de la eficiencia se ha aplicado la metodología de estimación de frontera, concretamente el Análisis Envoltante de Datos (DEA) (Cooper *et al.*, 2007). Las eficiencias estimadas se han comparado entre los cuatro estratos de población.

2.6. Determinación del tamaño óptimo

Para la determinación del tamaño óptimo se ha estudiado la relación entre el stock de infraestructura por habitante y la población. Para ello se han estimado modelos de regresión (W. H. Greene, 2011).

2.7. Tratamiento de datos

Para el tratamiento de datos se han utilizado los paquetes Excel de Microsoft, SPSS y el Frontier de Banxia.

3. Resumen de resultados y conclusiones



3. Resumen de resultados y conclusiones

3.1. Población y Núcleos de Población

Se describe a continuación la muestra analizada para la inferencia del estudio de infraestructura municipal de Andalucía. Se estudia la misma desde el punto de vista de la población y n.º de núcleos. Ante la imposibilidad de contar con los datos provenientes de la EIEL para todos los municipios de Andalucía, se ha efectuado un muestreo que ha permitido la realización de la inferencia estadística para toda la Comunidad Autónoma. Así, el número total de municipios de Andalucía es de 760, y asignando a p y a q los valores más desfavorables, igual a 0,5, un nivel de confianza del 95 % y un error de estimación del 6,5 %, el tamaño mínimo de la muestra es de 175 municipios.

Dentro de la muestra que se extrajo a tal efecto, que asciende a un total de 176 municipios, no se incluye ninguna capital de provincia. Esto se debe en primer lugar a que se evita la deformación de la distribución de la población municipal que ocurriría con su inclusión y en segundo lugar, a que los datos recogidos en la EIEL no incluyen a las capitales de provincia.

Dada la gran variabilidad de tamaño existente en los municipios, se ha realizado el muestreo bajo la perspectiva de dividir la población en 4 estratos de tamaño que se reestructuran de la siguiente forma:

Estrato	Intervalo de habitantes
1	<2.500 h.
2	2.500-5.000 h.
3	5.000-10.000 h.
4	>10.000 h.

Esta estructuración en estratos no solo se utilizará para el muestreo, sino que será un aspecto considerado a lo largo de todo el estudio que aquí se presenta.

La distribución por tamaños en las provincias de Andalucía es muy diferente siendo Granada y Almería las provincias que tienen mayor proporción de municipios con menos de 2.500 h. y Sevilla, y Cádiz en cambio cuentan con más municipios del cuarto estrato que corresponde a los que tienen más de 10.000 h. (tabla n.º 1).

Tabla n.º 1. Número de municipios por provincia y tramos de población

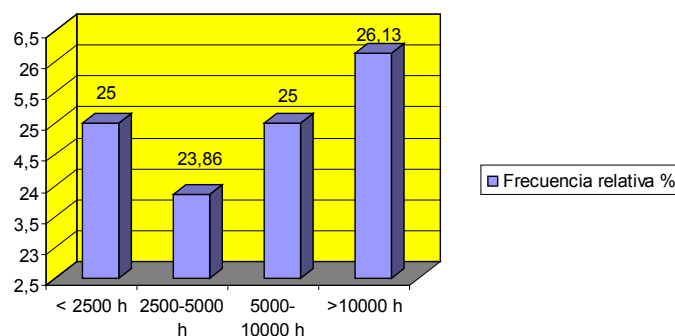
		Población por tramos				Total
		1	2	3	4	
Provincia	Almería	66	15	9	11	101
	Cádiz	8	4	10	21	43
	Córdoba	27	19	15	13	74
	Granada	110	22	16	19	167
	Huelva	43	16	7	12	78
	Jaén	43	25	14	14	96
	Málaga	49	24	8	18	99
	Sevilla	16	23	30	33	102
Total		362	148	109	141	760

En base a estas características se ha seleccionado la muestra de 176 municipios de modo que hubiera variabilidad en cuanto a las variables que se han utilizado para calcular los precios, y a su vez que estuviera repartida en cuanto a tamaños de población.

La distribución de frecuencias de dichos estratos se puede observar en la Tabla n.º 2, y nos informa de los tamaños de los municipios y el número de ellos que pertenecen a los cuatro estratos de población. Asimismo se presenta información sobre la descriptiva de cada estrato de población.

Como se puede observar en la distribución de frecuencias, la muestra está regularmente repartida entre los cuatro estratos definidos para el estudio. La distribución de frecuencias relativas se presenta en el diagrama de barras del gráfico n.º1

Gráfico n.º 1. Diagrama de barras del número de municipios por tramos de población



La tabla n.º 2 también recoge las medidas descriptivas más elementales de la muestra, con un mínimo de 347 h., un máximo de 50.098 h. y una media de 8.297,14 h. Del valor de la mediana, se deduce que el 50 % de los municipios tienen menos de 5.037 habitantes.

Tabla n.º 2. Distribución de frecuencias de la población de los municipios

Estrato de población	N.º de municipios	Población		
		Media	Mínimo	Máximo
<2.500 h.	44	1.329,36	347	2.467
2.500-5.000 h.	42	3.594,64	2.513	4.897
5.000-10.000 h.	44	6.889,82	5.028	9.895
>10.000 h.	46	20.601,70	10.442	50.098
Total	176	8.297,14	347	50.098

Para analizar la distribución de la población es también interesante el estudio del n.º de Núcleos de población con que cuenta cada municipio. Esta información esta relacionada con la estructura municipal y tiene incidencia en los costes de las infraestructuras que es el objeto del presente trabajo. Analizando el número de núcleos de población, cuya descriptiva se presenta en la tabla n.º 3, se puede ver que la media del n.º de núcleos por municipio es de 3,04, siendo el mínimo de 1 y habiendo un municipio que cuenta con 37 núcleos.

Dada la gran variabilidad en el n.º de núcleos los municipios, se ha realizado el análisis dividiendo en 4 estratos. La tabla n.º 4 muestra las medidas descriptivas de la población de los municipios que pertenecen a cada uno de los cuatro estratos.

A la vista de los datos anteriores se detecta que si bien cabría esperar una tendencia lógica a que el número de habitantes de un municipio este relacionado con el número de núcleos, no es muy patente esta relación en el caso de Andalucía. Así encontramos municipios con pocos habitantes y que sin embargo, por su particular estructura, esta compuesta por más de un núcleo como

Tabla n.º 3. Medidas descriptivas de los núcleos de los municipios

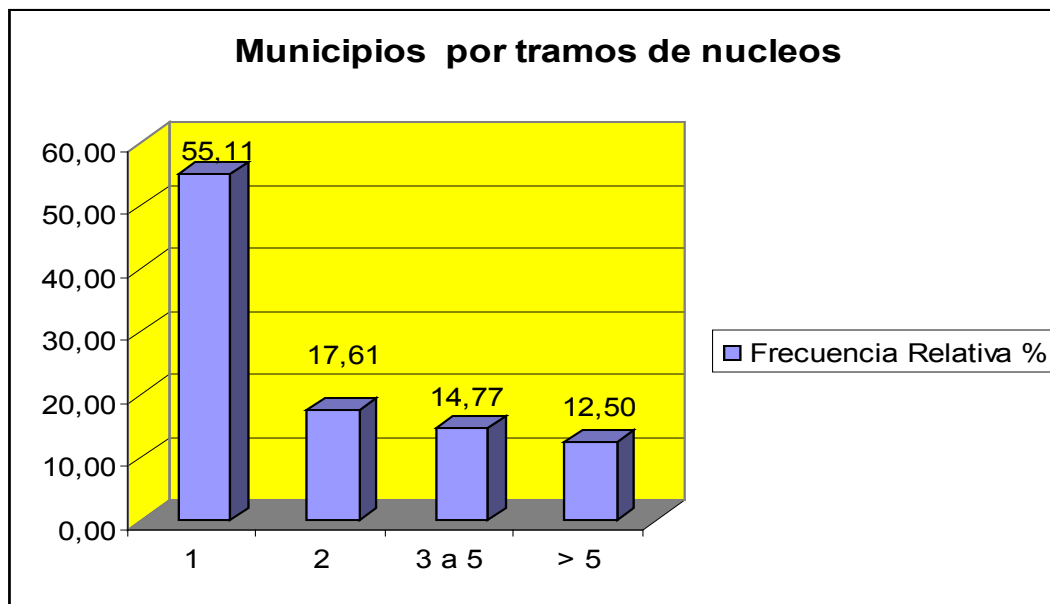
	N.º núcleos
Mínimo	1
Media	3,04
Máximo	37

Tabla n.º 4. Distribución de frecuencias de los núcleos de los municipios de Sevilla

Estrato	Nº de núcleos	Población		
		Media	Mínimo	Máximo
1	1	6.203,71	395	39.831
2	2	7.714,61	633	27.538
3	3 a 5	6.836,42	347	36.350
4	>5	20.074,41	1.609	50.098

ocurre con un municipio con 347 habitantes que cuenta con 4 núcleos de población. Por el contrario vemos que los máximos son muy elevados en todos los estratos, poniendo de manifiesto que hay municipios con cerca de 40.000 h. y su población estructurada en un solo núcleo.

Gráfico n.º 2. Diagrama de barras del número los municipios por tramos de núcleos



Realizado el análisis de frecuencias absolutas resulta que hay un total de 97 municipios con un solo núcleo y 31 municipios con 2. La distribución de frecuencias relativas que se muestra en el gráfico n.º 2, toma un valor 55,11 % para los municipios de un solo núcleo, mientras que 12,50% de los municipios tienen más de 5 núcleos.

3.2. Estado de la infraestructura

En esta sesión se presentan los resultados correspondientes al estudio de la evaluación del estado de las infraestructuras municipales. Como ya se ha comentado en el epígrafe 2.4, se van a estudiar los sectores de provisión que hemos denominado para el resto del documento: conducciones, distribución, saneamientos y pavimentación.

Si bien todos los cálculos se han hecho desagregados aquí se presentan resúmenes globales por necesidad de síntesis.

Tabla n.º 5. Estado de las infraestructuras municipales

Infraestructura municipal	Total	% Total	Media	% Medio
Conducciones (m.l.)	1.943.681		11.043,64	
Conducciones en estado bueno	1.084.620	55,80	6.162,61	67,06
Conducciones en estado regular	515.022	26,50	2.926,26	23,14
Conducciones en mal estado	344.039	17,70	1.954,77	9,80
Distribución (m.l.)	6.773.006		38.482,99	
Distribución deficit	2.581	0,04	14,66	0,07
Distribución realizado	6.770.425	99,96	38.468,32	99,93
Distribución en estado bueno	4.985.079	73,60	28.324,31	76,65
Distribución en estado regular	1.115.757	16,47	6.339,53	14,00
Distribución en mal estado	668.981	9,88	3.801,03	9,10
Distribución en ejecución	608	0,01	3,45	0,18
Saneamientos (m.l.)	5.199.082		29.540,24	
Saneamientos en estado bueno	3.546.935	68,22	20.153,04	71,40
Saneamientos en estado regular	991.194	19,06	5.631,78	18,51
Saneamientos en mal estado	656.200	12,62	3.728,41	9,87
Saneamientos en ejecución	4.753	0,09	27,01	0,22
Pavimentación viario (m2)	40.937.297		232.598,28	
Pavimentación viario déficit	1.754.984	4,29	9.971,50	5,56
Pavimentación viario realizado	39.182.313	95,71	222.626,78	94,44
Pavimentación estado bueno	34.370.484	83,96	195.286,84	80,89
Pavimentación estado regular	3.098.725	7,57	17.606,39	9,12
Pavimentación mal estado	1.642.664	4,01	9.333,32	4,24
Pavimentación en ejecución	4.545	0,01	25,82	0,01

Los datos que se recogen en la EIEL presentan información pormenorizada para cada municipio en los siguientes conceptos:

1. Infraestructura necesaria que no está ejecutada.
2. Infraestructura en estado bueno.
3. Infraestructura en estado regular.
4. Infraestructura en estado malo.
5. Infraestructura en estado de ejecución.

En el tratamiento que hemos dado a la información para su valoración se han evaluado las siguientes partidas globales:

Unidades Totales: Se calculan mediante la suma de las 5 partidas.

Déficit de ejecución: Partida 1.

Déficit de Calidad: Se calcula mediante la suma de las partidas 3 y 4.

Déficit: Es la suma del déficit de ejecución y el de calidad: $1+3+4$.

En base a los datos proporcionados por la EIEL se han valorado cada una de las partidas para cada municipio para conocer el coste que corresponde a cada una de ellas y que se expone en el epígrafe n.º 3.3 de este documento.

Presentamos a continuación la evaluación en unidades del estado de las infraestructuras de los municipios de la muestra, cuyo resumen se puede observar en la tabla n.º 5. En ella se recogen tanto los totales como las partidas 1, 2, 3, y 4, para los cuatro sectores.

La segunda columna recoge en unidades la infraestructura de cada sector, y pormenorizada según su estado, como se puede ver en la primera columna. Esta información solo es relevante en cuanto a que es la base de los cálculos de los porcentajes que se muestran en la columna n.º 3. Tanto estos valores, como los del resto de la tabla, son realmente porcentajes y medias totalmente extrapolables al total de los municipios de Andalucía. Así podemos observar que el sector Pavimentación tiene un 83,96 % de infraestructura en estado bueno, mientras que el de Conducciones solo tiene el 55,8 %. Estos porcentajes se muestran también en el Gráfico n.º 5.

La tabla n.º 5 también incluye los valores medios de las evaluaciones en unidades por municipio y los porcentajes medios de todos los municipios. A la vista de los datos cabe comentar que, aunque cada sector se mide en unidades distintas, el sector pavimentación es el más voluminoso de los cuatro estudiados.

Una vez realizado el cálculo del déficit total, para cada municipio, por sectores, se resumen los resultados calculados en porcentajes en la tabla n.º 6. En la última columna se muestran los porcentajes medios de déficit para los cuatro sectores. Es la media para todos los municipios. No obstante en las columnas de la 2 a la 5 aparecen los valores correspondientes al mismo concepto pero desagregando en los cuatro estratos de población.

Dado que para los sectores de Distribución y Pavimentación hay déficit de ejecución (partida 1) que son redes de distribución sin planificar para el primero y calles y otros viarios sin pavimentar para el segundo, se han incorporado en la tabla dos filas distinguiendo también

Gráfico n.º 5. Porcentajes totales del estado de la infraestructura

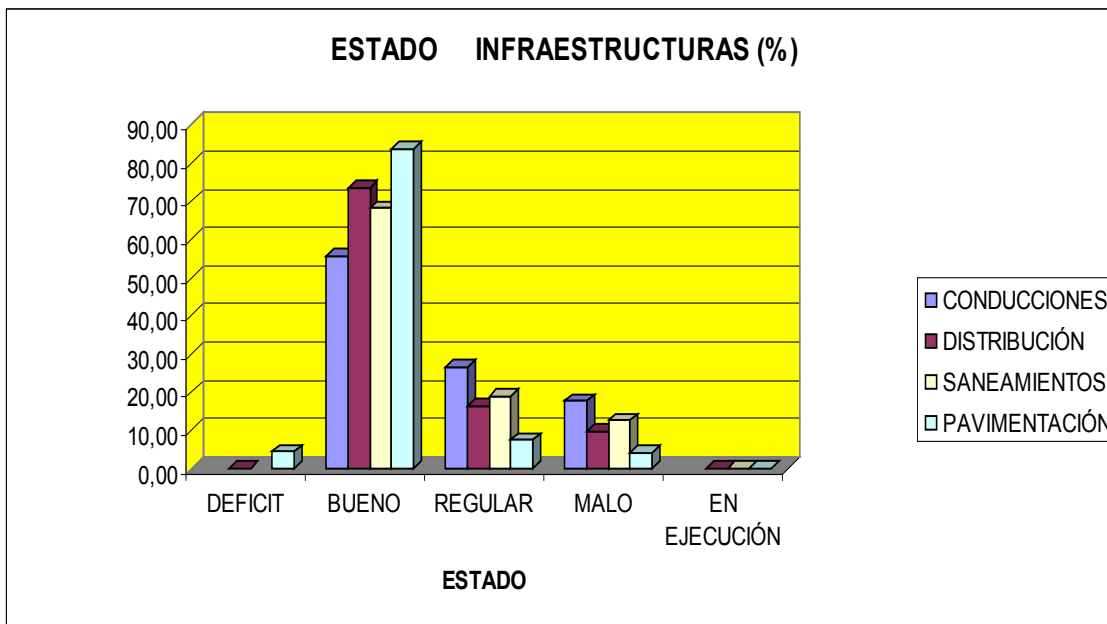


Tabla n.º 6. Porcentajes medios de déficit de infraestructura por estratos de población

Déficit	Población				Total
	<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
Conducciones	30,27	27,28	43,65	31,44	32,94
Distribución (c)	19,20	15,44	26,26	30,80	23,10
Distribución (t)	19,20	15,70	26,29	30,80	23,17
Saneamientos	30,90	25,09	24,02	33,15	28,38
Pavimenta (c)	15,80	17,25	12,43	8,36	13,36
Pavimenta (t)	25,40	22,31	17,07	11,39	18,92

Tabla n.º 7. Porcentajes medios de déficit de infraestructura por estratos de n.º de núcleos

Déficit	N.º de núcleos				Total
	1	2	3 a 5	Más de 5	
Conducciones	30,37	47,94	23,63	39,31	32,94
Distribución (c)	21,16	18,80	29,51	30,14	23,10
Distribución (t)	21,29	18,80	29,51	30,14	23,17
Saneamientos	29,51	20,89	29,90	32,19	28,38
Pavimenta (c)	11,99	17,27	16,32	10,37	13,36
Pavimenta (t)	17,28	23,70	23,19	14,34	18,92

entre el déficit de calidad que aparece como (C) y el déficit total que ocupa la última fila. A la vista de los datos hay que comentar que cada sector tiene una pauta distinta tanto en cuanto al porcentaje medio como en su desagregación. Así, para Conducciones el máximo porcentaje de déficit total está en el tercer estrato, mientras que esta circunstancia se da en los municipios mayores para Distribución y Saneamientos y por el contrario para el sector Pavimentación el mayor porcentaje medio de déficit lo presentan los municipios más pequeños.

Si se analizan los datos de la Tabla n.º 7 correspondientes al mismo concepto anterior pero desagregado por estratos de n.º de núcleos, se concluye que la pauta es similar a la que se da en los estratos por tamaño de la población, aunque con cambios, como se puede observar en los valores reseñados en negrita.

3.3. Estimación de costes por habitante

El objetivo principal de este trabajo es la valoración económica de las infraestructuras de los municipios de Andalucía. Una vez calculados los precios unitarios según se explica en el anexo n.º 3, se calcula el coste correspondiente a cada partida para todos los sectores y todos los municipios. El precio calculado es distinto según se trate de obra nueva o de reparación en base a estado regular o estado malo.

En la valoración de la infraestructura total se ha sumado el coste de ejecución de obra nueva, correspondiente a lo que no está hecho, con el coste de reparación de lo que no está en buen estado y el coste que supondría realizar lo que está en buen estado considerando la mejor práctica técnica.

A continuación se presentan los resultados correspondientes a la valoración de las infraestructuras de los municipios pormenorizados por sectores y expresados en euros.

Tabla n.º 8. Coste de las infraestructuras por sectores

	Total	% total	Valor medio	€/hab.
Conducciones total	71.596.730,8		406.799,61	98,91
Conducciones déficit	17.129.774,2	23,93	97.328,26	9,95
Distribución total	1.415.799.630		8.044.316,08	1.319,71
Distribución déficit	176.185.554	12,44	1.001.054,28	114,35
Saneamiento total	876.876.220		4.982.251,25	812,55
Saneamiento déficit	142.527.302	16,25	809.814,22	99,75
Pavimentación total	2.993.255.438		17.007.133,17	2.807,62
Pavimentación déficit	280.411.221	9,37	1.593.245,57	372,42

La Tabla n.º 8 contiene en la segunda columna los costes totales y del déficit, sumados para todos los municipios de la muestra y separados por sectores. En la tercera columna podemos observar los porcentajes sobre el total de los costes del déficit. Al igual que en el caso de las unidades expresadas en la Tabla n.º 7, la primera columna no es relevante en el contexto de Andalucía pero si imprescindible para las estimaciones de porcentajes y valores medios que son totalmente inferibles a los municipios de toda la Comunidad Autónoma.

La cuarta columna recoge los valores medios en euros por municipio de los dos conceptos: totales y déficit.

Por último, la quinta columna muestra en euros por habitante el valor de la infraestructura total y el déficit para los cuatro sectores. Se observa, a la vista de estos últimos datos, el gran coste por habitante que tiene el sector Pavimentación así como el coste del déficit que asciende a 372,42 €/h, siendo el segundo en importancia (114,35 €/hab.) el del sector Distribución.

Gráfico n.º 7. Porcentaje en coste de las infraestructuras por sectores

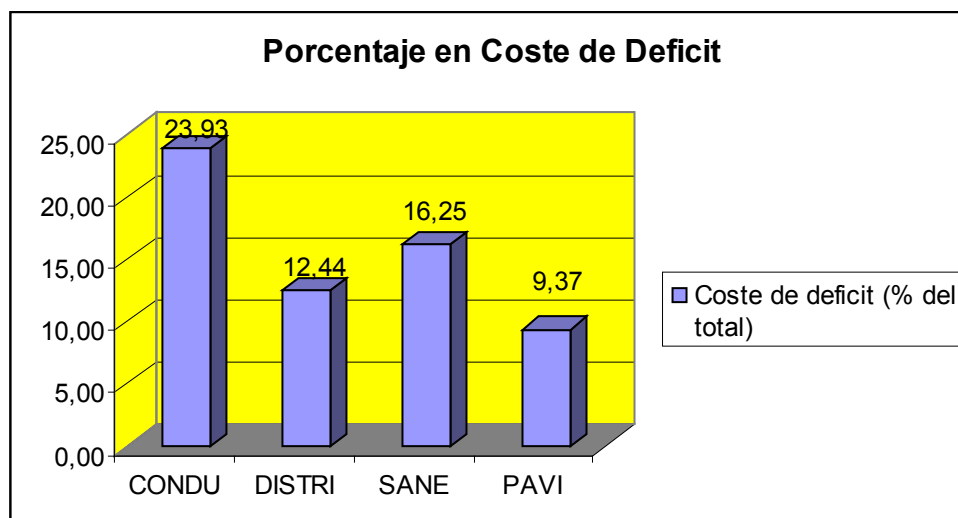


Tabla n.º 9. Coste por habitante de las infraestructuras por tramos de población

€/ Habitante	Población				Total
	<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
Conducciones	228,85	100,19	40,96	28,88	98,91
Distribución	1.724,81	1.588,32	1.139,68	859,19	1.319,71
Saneamientos	1.083,84	914,77	747,62	521,82	812,55
Pavimentación	3.913,32	2.964,32	2.571,57	1.832,69	2.807,62

En el gráfico n.º 7 se muestran gráficamente los valores de los porcentajes de déficit y se observa que el mayor coste de déficit (23,93 %) lo tiene el sector Conducciones, siendo el menor (9,37 %) el del sector Pavimentación.

Una vez analizados los costes per capita para todos los municipios, se evalúa este ratio desagregando entre los cuatro estratos definidos en función del tamaño de la población.

La tabla n.º 9 muestra el resultado correspondiente a los costes totales por habitante, y se confirma que estos son superiores para todos los sectores en el estrato de municipios que tienen menos de 2.500 habitantes, como también se puede apreciar en el gráfico n.º 8

El análisis del coste por habitante se completa segregando por estratos de n.º de núcleos. Así la tabla n.º 10 presenta los valores correspondientes al coste total por habitante para los cuatro sectores.

Gráfico n.º 8. Coste por habitante de las infraestructuras por tramos de población

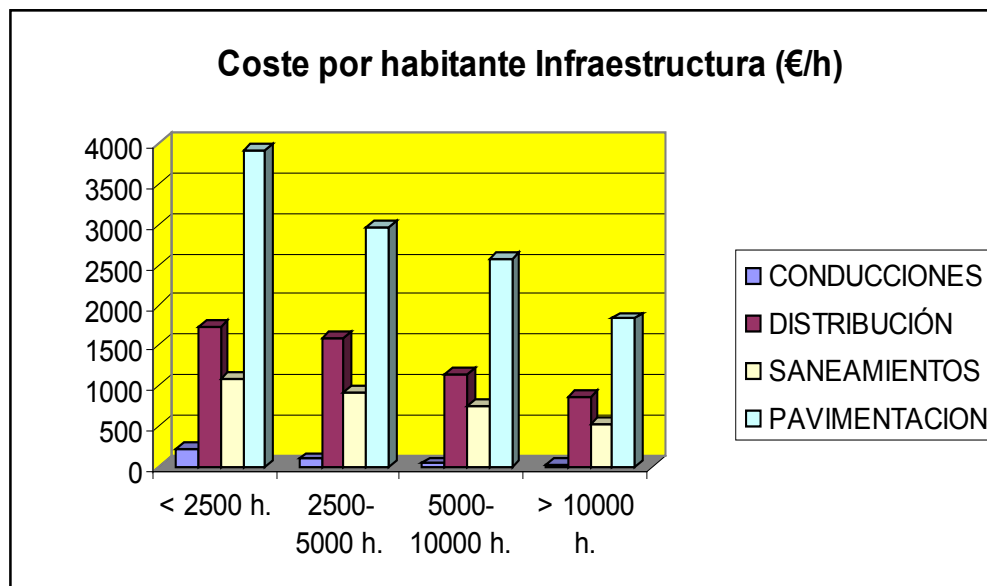


Tabla n.º 10. Coste por habitante de las infraestructuras por n.º de Núcleos

€/ Habitante	N.º de núcleos				Total
	1	2	3 a 5	>5	
Conducciones	92,24	60,98	200,91	61,20	98,91
Distribución	1.267,51	1.561,43	1.533,20	956,99	1.319,71
Saneamientos	807,86	895,90	909,95	600,65	812,55
Pavimentación	2.929,73	2.629,06	2.892,53	2.420,46	2.807,62

Tanto la anterior tabla como el gráfico n.º 9 nos lleva a la conclusión de que el sector de mayor coste per cápita es en general el de Pavimentación y dentro de este es bastante uniforme la distribución entre los cuatro estratos. No obstante predomina globalmente el segundo estrato, que corresponde a municipios con solo 2 núcleos como el más deficitario.

Analizamos a continuación la desagregación del coste del déficit por habitante para cada estrato de población. Vemos en este análisis que no existe la misma pauta que la que presentan los costes por habitante, porque depende del estado en que se encuentran las infraestructuras. Así, solo en el sector Pavimentación se da el máximo déficit per cápita para el estrato de los municipios pequeños, y a su vez va disminuyendo en los sucesivos estratos.

Gráfico n.º 9. Coste por habitante de las infraestructuras por n.º de Núcleos

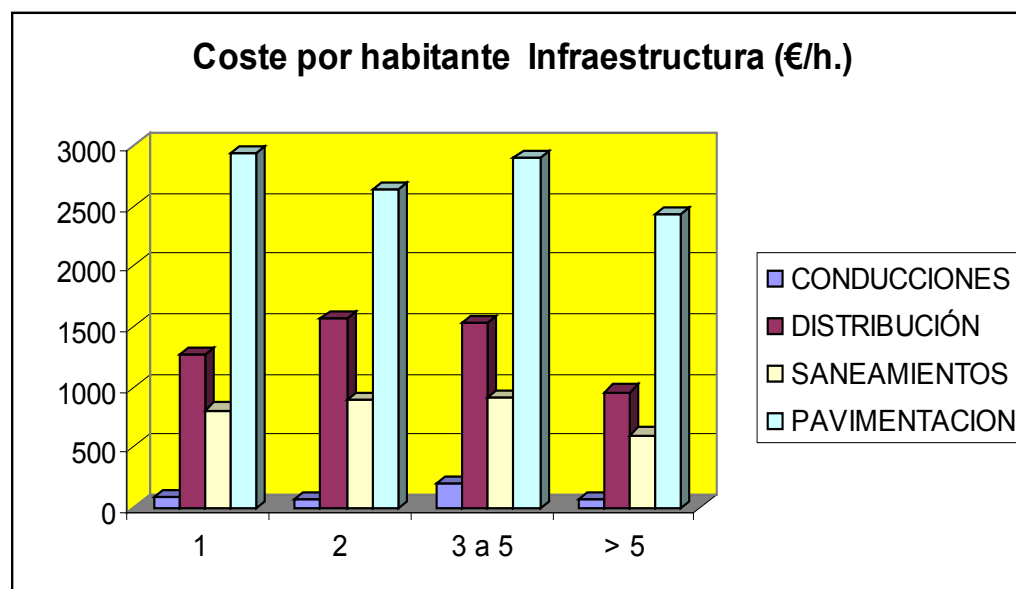


Tabla n.º 11. Coste por habitante de déficit por tramos de población

€/ Habitante	Población				Total
	<1.500 h.	1.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
Conducciones	7,85	12,89	12,83	6,53	9,95
Distribución	124,60	82,94	123,41	124,55	114,35
Saneamientos	89,01	96,60	116,15	97,20	99,75
Pavimentación	701,74	352,86	304,80	139,98	372,42

En cambio, para los demás sectores, aunque los datos gráficos (gráfico n.º 10), no se aprecian por su diferente magnitud con los de Pavimentación, no muestran esta pauta. De hecho el sector Conducciones presenta mínimos en el primer y cuarto estrato y los demás siguen un comportamiento totalmente independiente del tamaño del municipio.

El ratio correspondiente al coste del déficit per cápita se muestra en la tabla n.º 12 descompuesto en función del número de núcleos. Se puede ver que tampoco sigue la pauta de ir disminuyendo con el número de núcleos del municipio. En este caso predomina el segundo estrato como mayor necesitado, a excepción del sector Pavimentación en el que el tercer estrato cuenta con el mayor déficit per cápita. Estos aspectos se muestran también en el gráfico n.º 11.

Gráfico n.º 10. Coste por habitante de déficit por tramos de población

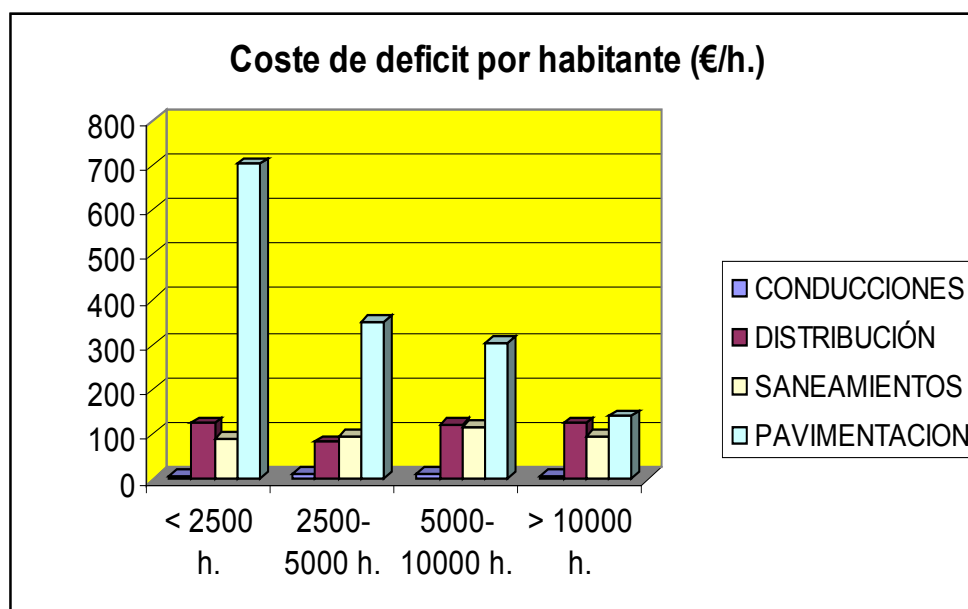


Tabla n.º 12. Coste de déficit por habitante de las infraestructuras por n.º de núcleos

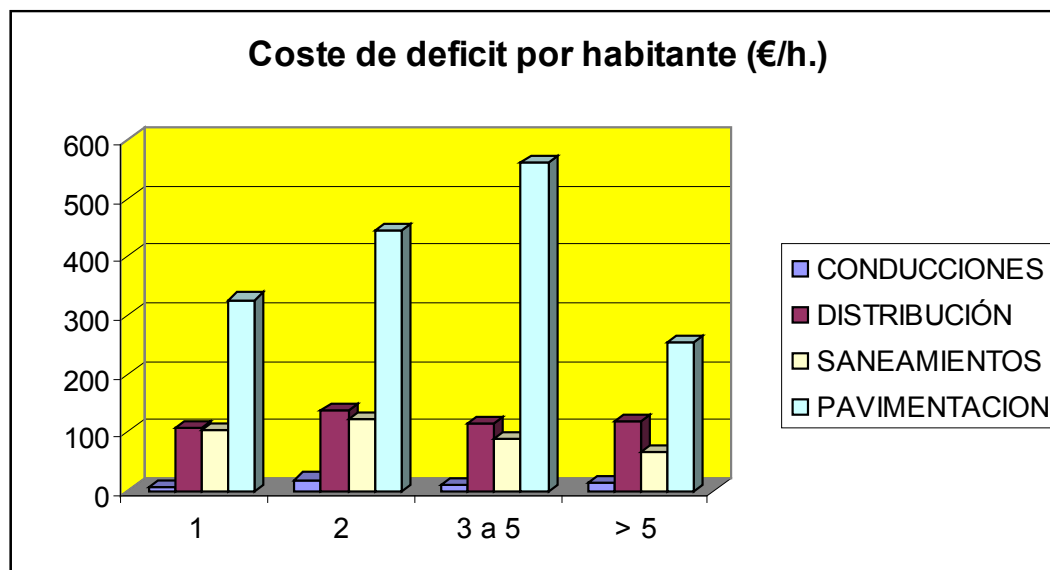
€/ Habitante	N.º de núcleos				Total
	1	2	3 a 5	>5	
Conducciones	6,36	18,86	9,42	13,88	9,95
Distribución	106,28	138,03	113,20	117,90	114,35
Saneamientos	103,87	120,55	87,49	66,75	99,75
Pavimentación	326,23	445,31	559,58	252,18	372,42

Continuando con el estudio del coste per cápita del déficit, el análisis desagregado por número de núcleos se muestra en la tabla n.º 12 y su representación como diagrama de barras en el gráfico n.º 11.

que incluye asimismo a los municipios mayores es menos deficitario según este ratio, lo cual es lógico porque la repercusión es más pequeña al compartir más habitantes la misma infraestructura.

Se confirma el sector de Pavimentación como el más deficitario en euros per cápita, sobresaliendo en ese sentido los estratos 2 y 3. Por el contrario el estrato n.º 4 correspondiente a municipios con mas de 5 núcleos

Gráfico n.º 11. Coste de déficit por habitante de las infraestructuras por n.º de núcleos



3.4. Estimación de los costes de infraestructura para Andalucía

Tal como se ha comentado en el epígrafe n.º 2.4 dedicado a Metodología, se estima en este apartado el coste total de la infraestructura instalada en Andalucía. Igualmente se estiman las partidas correspondientes al coste del déficit. Estas últimas medidas resultan muy interesantes porque nos indican el coste que supondría el restablecer todas las deficiencias que existen en la infraestructura instalada.

El análisis se realiza tanto para cada provincia como para el conjunto de la Comunidad Autónoma. Se estudia por estratos de población, lo que permite que la estimación se ajuste más a la realidad, ya que como se vio en la tabla n.º 1, cada provincia tiene su propia distribución en cuanto a tamaño de población de los municipios.

Así, se presentan en las tablas n.º 13 a la n.º 20 los valores estimados para cada provincia. En ellas se recogen, para cada estrato, el n.º de municipios en la segunda fila, y la población total de los municipios que cuentan con ese tamaño de población, en la tercera fila. En el resto de las filas se pueden observar las estimaciones del coste total y el coste de déficit para los cuatro sectores estudiados. La última columna recoge los totales para toda la Provincia, a excepción de las capitales de Provincia.

La provincia de Almería cuenta con una gran proporción de municipios de tamaño pequeño, 66 de un total de 101, teniendo solo 9 en el tercer estrato y 11 con más de 10.000 h. Cuenta con un total de 505.547 habitantes. Los valores estimados de costes totales y déficit se pueden apreciar en la Tabla n.º 13.

La provincia de Cádiz tiene una estructura de tamaño de municipios con una mayor proporción de los que cuen-

Tabla n.º 13. Estimaciones para la provincia de Almería

Almería		Población				
		<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	Total
N.º municipios		66	15	9	11	101
Población	Total	49.354	54.985	66.312	334.896	505.547
Conducciones	Total	11.294.663	5.508.947	2.716.140	9.671.796	29.191.546
	Déficit	387.319	708.729	850.818	2.187.615	4.134.481
Distribución	Total	85.126.273	87.333.775	75.574.460	287.739.294	535.773.802
	Déficit	6149.589	4.560.423	8.183.303	41.711.230	60.604.544
Saneamientos	Total	53.491.839	50.298.628	49.576.177	174.755.431	328.122.076
	Déficit	4.393.085	5.311.581	7.702.301	32.551.311	49.958.278
Pavimentación	Total	193.137.995	162.993.135	170.525.950	613.760.550	1.140.417.631
	Déficit	34.633.510	19.401.928	20.211.935	46.877.192	121.124.565

Tabla n.º 14. Estimaciones para la provincia de Cádiz

Cádiz		Población				Total
		<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
N.º municipios		8	4	10	21	43
Población	Total	11.323	14.289	66.016	987.161	1.078.789
Conducciones	Total	2.591.269	1.431.615	2.704.015	28.509.210	35.236.109
	Déficit	88.860	184.178	847.020	6.448.356	7.568.414
Distribución	Total	19.530.024	22.695.504	75.237.115	848.158.860	965.621.503
	Déficit	1.410.864	1.185.121	8.146.774	122.950.705	133.693.465
Saneamientos	Total	12.272.320	13.071.149	49.354.882	515.120.353	589.818.704
	Déficit	1.007.880	1.380.325	7.667.920	95.950.338	106.006.464
Pavimentación	Total	44.310.522	42.357.168	169.764.765	1.809.160.093	2.065.592.549
	Déficit	7.945.764	5.041.996	20.121.714	138.178.229	171.287.703

Tabla n.º 15. Estimaciones para la provincia de Córdoba

Córdoba		Población				Total
		<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
N.º municipios		27	19	15	13	74
Población	Total	34.326	66.776	110.442	261.316	472.860
Conducciones	Total	7.855.505	6.690.287	4.523.704	7.546.806	26.616.303
	Déficit	269.383	860.709	1.417.029	1.706.974	4.254.095
Distribución	Total	59.205.828	106.061.656	125.868.539	224.520.094	515.656.117
	Déficit	4.277.075	5.538.361	13.629.212	32.546.856	55.991.505
Saneamientos	Total	37.203.892	61.084.682	82.568.648	136.359.915	317.217.137
	Déficit	3.055.417	6.450.598	12.828.109	25.399.462	47.733.586
Pavimentación	Total	134.328.622	197.945.432	284.009.334	478.911.220	1.095.194.609
	Déficit	24.087.812	23.562.483	33.662.784	36.577.804	117.890.883

Tabla n.º 16. Estimaciones para la provincia de Granada

Granada		Población				Total
		<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
N.º municipios		110	22	16	19	167
Población	Total	115.832	78.958	106.878	346.224	647.892
Conducciones	Total	26.508.153	7.910.802	4.377.723	9.998.949	48.795.627
	Déficit	909.024	1.017.728	1.371.301	2.261.612	5.559.665
Distribución	Total	199.788.192	125.410.571	121.806.719	297.472.199	744.477.680
	Déficit	14.432.856	6.548.729	13.189.393	43.122.130	77.293.108
Saneamientos	Total	125.543.355	72.228.410	79.904.130	180.666.608	458.342.503
	Déficit	10.310.407	7.627.386	12.414.142	33.652.373	64.004.307
Pavimentación	Total	453.287.682	234.056.779	274.844.258	634.521.263	1.596.709.982
	Déficit	81.283.558	27.861.006	32.576.475	48.462.833	190.183.872

Tabla n.º 17. Estimaciones para la provincia de Huelva

Huelva		Población				Total
		<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
N.º municipios		43	16	7	12	78
Población	Total	44.996	55.603	52.277	211.730	364.606
Conducciones	Total	10.297.335	5.570.865	2.141.266	6.114.762	24.124.227
	Déficit	353.119	716.694	670.741	1.383.068	3.123.622
Distribución	Total	77.609.551	88.315.357	59.579.051	181.916.299	407.420.258
	Déficit	5.606.575	4.611.680	6.451.299	26.370.929	43.040.482
Saneamientos	Total	48.768.465	50.863.956	39.083.331	110.484.949	249.200.700
	Déficit	4.005.172	5.371.280	6.072.102	20.579.789	36.028.343
Pavimentación	Total	176.083.747	164.825.085	134.433.965	388.035.454	863.378.250
	Déficit	31.575.342	19.619.995	15.934.059	29.636.986	96.766.381

Tabla n.º 18. Estimaciones para la provincia de Jaén

Jaén		Población				Total
		<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
N.º municipios		43	25	14	14	96
Población	Total	60.914	90.041	93.450	308.820	553.225
Conducciones	Total	13.940.169	9.021.208	3.827.712	8.918.722	35.707.810
	Déficit	478.039	1.160.583	1.199.013	2.017.281	4.854.916
Distribución	Total	105.065.076	143.013.921	106.503.096	265.335.056	619.917.149
	Déficit	7.589.984	7.467.947	11.532.296	38.463.469	65.053.696
Saneamientos	Total	66.021.030	82.366.806	69.865.089	161.148.452	379.401.377
	Déficit	5.422.061	8.698.010	10.854.447	30.016.769	54.991.286
Pavimentación	Total	238.375.974	266.910.337	240.313.217	565.971.326	1.311.570.854
	Déficit	42.745.585	31.771.738	28.483.613	43.227.195	146.228.130

tan con más de 10.000 h. (21 de un total de 43). Si bien el número total de municipios es pequeño, sin embargo el tener municipios muy poblados hace que el n.º total de habitantes sea de 1.078.789. La tabla n.º 14 recoge los valores estimados de los costes totales y déficits de las infraestructuras para los sectores estudiados.

La provincia de Córdoba con 74 municipios en total, tiene una gran proporción de municipios pequeños (27), y solo 13 de tamaño superior a 10.000 h. Cuenta en total con 472.860 h. Los valores estimados para los costes totales y de déficits se muestran en la tabla n.º 15.

La provincia de Granada tiene una distribución en relación con el tamaño poblacional de los municipios muy particular ya que 110 de 167 (65,8 %) son de un tamaño inferior a 2.500 h. Esto explica que siendo la provincia con el número de municipios más elevado de Andalucía, cuente solo con 647.892 habitantes. En la tabla n.º 16

se muestran los valores estimados para los costes totales y de déficits de las infraestructuras de la provincia.

La provincia de Huelva también, al igual que la de Granada y Almería, tienen mayor proporción de municipios pequeños en número de habitantes. Dicha proporción es del 55,13 %. Así con un total de 78 municipios cuenta con una población total de solo 364.606 habitantes. Los valores estimados de costes totales y de déficits de las infraestructuras de la provincia se encuentran en la tabla n.º 17.

Una similar estructura tiene la provincia de Jaén con 43 municipios en el primer estrato de pequeño tamaño (<2.500 h.). La proporción de municipios en este estrato es del 44,79 % y le sigue el segundo estrato (2.500-5.000 h.) con un 26 %. Para los estratos tercero y cuarto coincide la proporción que es inferior a las anteriores e igual a 14,58 %.

Tabla n.º 19. Estimaciones para la provincia de Málaga

Málaga		Población				Total
		<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
N.º municipios		49	24	8	18	99
Población	Total	55.476	84.109	54.207	848.257	1.042.049
Conducciones	Total	12.695.683	8.426.881	2.220.319	24.497.662	47.840.544
	Déficit	435.363	1.084.122	695.504	5.541.004	7.755.994
Distribución	Total	95.685.560	133.592.007	61.778.634	728.813.932	1.019.870.132
	Déficit	6.912.400	6.975.950	6.689.472	105.650.240	126.228.062
Saneamientos	Total	60.127.108	76.940.390	40.526.237	442.637.468	620.231.203
	Déficit	4.938.015	8.124.976	6.296.276	82.449.110	101.808.376
Pavimentación	Total	217.095.340	249.325.991	139.397.095	1554.592.121	2.160.410.548
	Déficit	38.929.541	29.678.581	16.522.324	118.735.090	203.865.536

El total de municipios es de 96 con 553.225 habitantes. La tabla n.º 18 muestra los valores estimados al igual que para el resto de las Provincias estudiadas.

La provincia de Málaga también tiene casi un 50 % de municipios con poco n.º de habitantes, aunque cuenta con una pequeña cantidad de municipios con una elevada población, que son los que están en la Costa del Sol. A cambio, solo el 8 % de los municipios tienen un n.º de habitantes comprendido entre 5.000 y 10.000 habitantes. Así el número total de habitantes se eleva a 1.042.049 en un total de 99 municipios. La tabla n.º 19 recoge los valores estimados de costes y déficits de la provincia.

La provincia de Sevilla tiene una mayor proporción de municipios con población elevada. La distribución entre los cuatro estratos de tamaño de población es a siguiente: 15,68; 22,55; 29,5 y 32,35 % respectivamente. Se aprecia que hay más del doble en el cuarto estrato que

en el primero. Esto es compatible con que sea elevado el total de habitantes que asciende a 1.016.073 en 102 municipios.

Por último en la tabla n.º 21 se recogen los valores correspondientes al total de la Comunidad Autónoma. En ella se puede ver que la estructura de la distribución en estratos obedece a que la mayor parte de las ocho provincias cuentan con una mayor proporción de municipios con menos de 2.500 h. Esta estructura de gran proporción de municipios pequeños provoca que, la repercusión por habitante de los costes sea superior que en los casos de provincias que tienen mayor proporción de municipios grandes. En el conjunto, la proporción de municipios que pertenecen al primer estrato es del 47,63 %, siendo los demás 19,47; 14,34 y 18,55 respectivamente.

La última columna de la tabla n.º 21 nos muestra que la población total asciende a 5.681.041 en un total de

Tabla n.º 20. Estimaciones para la provincia de Sevilla

Sevilla		Población				Total
		<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
N.º municipios		16	23	30	33	102
Población	Total	21.630	79.808	205.311	709.324	1.016.073
Conducciones	Total	4.950.026	7.995.964	8.409.539	20.485.277	41.840.805
	Déficit	169.747	1.028.684	2.634.248	4.633.463	8.466.143
Distribución	Total	37.307.640	126.760.643	233.988.840	609.444.088	1.007.501.211
	Déficit	2.695.133	6.619.228	25.336.622	88.346.162	122.997.145
Saneamientos	Total	23.443.459	73.005.964	153.494.610	370.139.450	620.083.483
	Déficit	1.925.324	7.709.497	23.847.376	68.945.063	102.427.260
Pavimentación	Total	84.645.112	236.576.451	527.971.608	1.299.971.002	2.149.164.172
	Déficit	15.178.563	28.160.936	62.578.909	99.287.891	205.206.299

Tabla n.º 21. Estimaciones para Andalucía

Andalucía		Población				Total
		<2.500 h.	2.500-5.000 h.	5.000-10.000 h.	>10.000 h.	
N.º municipios		362	148	109	141	760
Población	Total	393851	524569	754893	4007728	5681041
Conducciones	Total	90.132.801	52.556.568	30.920.417	115.743.185	289.352.971
	Déficit	3.090.855	6.761.427	9.685.675	26.179.374	45.717.330
Distribución	Total	679.318.143	833.183.434	860.336.454	3.443.399.820	5.816.237.852
	Déficit	49.074.476	43.507.439	93.158.371	499.161.721	684.902.006
Saneamientos	Total	426.871.468	479.859.984	564.373.105	2.091.312.625	3.562.417.182
	Déficit	35.057.359	50.673.654	87.682.672	389.544.215	562.957.900
Pavimentación	Total	1.541.264.995	1.554.990.378	1.941.260.192	7.344.923.028	12.382.438.594
	Déficit	276.379.675	185.098.662	230.091.813	560.983.220	1.252.553.369

Tabla n.º 22. Costes por habitante y porcentajes de déficit

Andalucía		Coste (€)	€/h.	%
Conducciones	Total	289.352.971	50,9	
	Déficit	45.717.330	8,0	15,8
Distribución	Total	5.816.237.852	1.023,8	
	Déficit	684.902.006	120,6	11,8
Saneamientos	Total	3.562.417.182	627,1	
	Déficit	562.957.900	99,1	15,8
Pavimentación	Total	12.382.446.672	2.179,6	
	Déficit	1.252.553.369	220,5	10,1

760 municipios, sin incluir las capitales de provincias, como ya se ha comentado anteriormente.

Asimismo, se pueden apreciar en la última columna los valores estimados para los costes totales de la infraestructura instalada (en filas señaladas en amarillo) y los costes totales de los déficits, separados para los cuatro sectores estudiados en este trabajo.

En la tabla n.º 22 se han incluido los valores de los costes por habitante calculados para el conjunto de Andalucía. Se aprecia en ellos la gran repercusión económica que tienen los costes de infraestructuras del sector Pavimentación (2.179,6 €/h.) en relación sobretodo con el sector de Conducciones (50,9 €/h.).

En cuanto al porcentaje que supone el déficit en cada sector, que se muestra en la última columna de la misma tabla n.º 22, resultan muy homogéneos los valores correspondientes a los cuatro sectores, que están en el rango desde 10,1 % para el sector Pavimentación a 15,8 % para Conducciones y Saneamientos.

Si englobamos en una cantidad los cuatro sectores estudiados se estima el valor de todas las infraestructuras en 22.050.446.599 €, con un coste de reparaciones del 11,5 % del total que asciende a 2.546.130.605 €. Esta es por tanto la cantidad que habría que emplear en restablecer los desperfectos existentes en las infraestructuras instaladas en todos los municipios de Andalucía a excepción de las capitales de provincia.

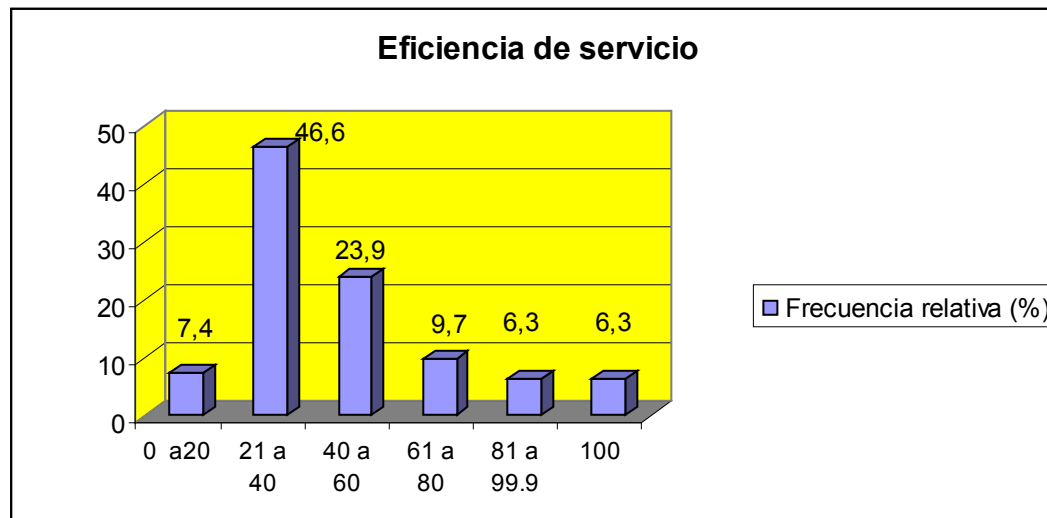
3.5. Estimación de la eficiencia en la prestación de servicios y provisión

En este apartado se estudia la eficiencia en la provisión de infraestructuras en base a los datos observados en la muestra. Se realiza un enfoque de frontera de producción con metodología no paramétrica. Se aplica el Análisis Envolvente de Datos (DEA) a las variables que definen la frontera.

Se estima la eficiencia en la prestación de servicio mediante este enfoque de frontera y considerando que con la infraestructura instalada se prestan los servicios a los que va destinada. Así se especifica el modelo de estimación de frontera del siguiente modo:

Inputs: Se consideran *Inputs* las infraestructuras instaladas en cada municipio, habiendo tantos *Inputs* como sectores. No obstante, se han unido para este análisis los sectores de Conducciones y Distribución por adaptación de los datos a la metodología empleada. Por tanto incluimos en el análisis tres *inputs* que son: Distribución Total, Saneamientos y Pavimentación.

Gráfico n.º 12. Distribución de frecuencias de la eficiencia en la prestación de servicio



Output: Se especifica mediante los servicios prestados. En este caso, como es habitual en trabajos anteriores del sector servicios, esta variable se cuantifica mediante una *proxi* que es la población atendida. Esto se hace bajo el supuesto de que las infraestructuras instaladas dan el servicio satisfactorio a toda la población del municipio. Así el único *output* incluido en el análisis es Población.

Se resuelve el modelo DEA en retornos variables y realizando dos enfoques desde el punto de vista de la orientación.

Enfoque 1: Orientación Output

Mediante este enfoque la eficiencia estimada nos da la proporción en que cada municipio podría aumentar el número de habitantes atendidos. Así, un municipio totalmente eficiente es aquel que con su infraestructura

atiende al número máximo de habitantes que se puede atender. No cabe ampliación de población a atender con dicha infraestructura. En cambio, en un municipio que resulte ineficiente se podría atender a más población de la que atiende en la actualidad.

Una vez aplicada la metodología DEA para la estimación del índice de eficiencia, calculamos las medidas descriptivas del mismo, que se presentan en la tabla n.º 23, y la distribución de frecuencias que se muestra gráficamente (gráfico n.º 12).

Se estima un índice de eficiencia medio de 46,4 %, lo que indica que el incremento medio que se podría aumentar en la prestación de servicios es del 53,6 %. Es decir, con la infraestructura instalada en Andalucía se podría atender un 53,6 % habitantes más que los atendidos en la actualidad, si todos los municipios fueran totalmente eficientes.

Tabla n.º 23. Eficiencia de servicio por estratos de población

Tramos de población	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
<2.500 h.	37,8	21,5	10,5	100
2.500-5.000 h.	38,9	20,2	16,6	100
5.000-10.000 h.	44,1	18,7	15,9	100
>10.000 h.	63,7	19,8	25,7	100
Total	46,4	22,5	10,5	100

En el gráfico n.º 12 se aprecia que la mayor proporción de municipios (46,6 %) tienen una eficiencia entre el 20 y el 40 %, y solo el 6,3 % son totalmente eficientes.

Con objeto de analizar el comportamiento de los municipios en cada estrato se realiza un estudio comparativo de los niveles de eficiencia que tienen los municipios pertenecientes a cada grupo de tamaño. Los valores correspondientes a la descriptiva en cada estrato se presentan en la tabla n.º 23.

Tanto mediante la observación como a través de un contraste estadístico de diferencia de medias, ANOVA, se concluye que el comportamiento desde el punto de vista de la eficiencia de servicio es distinto según sea el tamaño de la población del municipio. Las medias nos indican que los más pequeños son más ineficientes y a medida que aumenta el tamaño de la población también lo hace la eficiencia media. No obstante, solo resulta significativa la diferencia entre la media de los mayores de 10.000 h. y el resto ($P=0,000$).

Así, podemos concluir que son más eficientes en la prestación de servicios los municipios con un gran número de habitantes, lo cual es totalmente lógico porque

necesitan menos infraestructura por habitante, al ser la densidad de población mucho más alta.

Enfoque 2: Orientación Input

Este enfoque permite estimar la eficiencia de dimensionamiento de la infraestructura. El valor en la frontera tras la resolución del modelo DEA nos da la infraestructura que sería suficiente para la prestación del servicio a la población actual del municipio. El índice estimado nos proporciona el porcentaje de reducción de infraestructura que se podría realizar sin dejar de atender a la población actual.

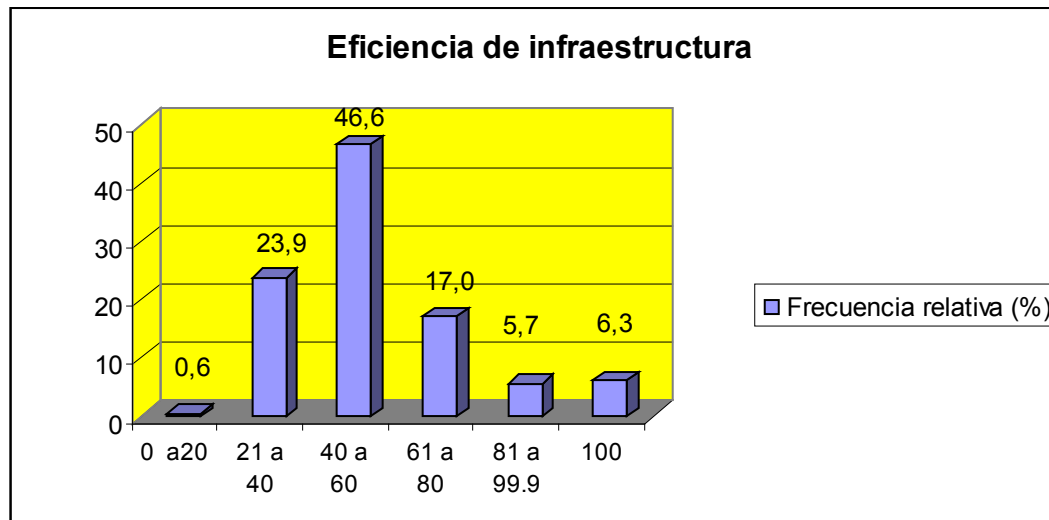
Un municipio totalmente eficiente es el que está perfectamente dimensionado para la población que tiene que atender y un municipio ineficiente está sobredimensionado en el valor que tome el índice estimado.

Tabla n.º 24. Eficiencia de dimensionamiento por estratos de población

Eficiencia Infraestructura				
Tramos de población	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
<2.500 h.	60,8	19,0	33,4	100
2.500-5000 h.	46,9	19,0	21,8	100
5.000-10.000 h.	48,6	18,3	17,7	100
>10.000 h.	59,9	19,2	23,9	100
Total	54,2	19,8	17,7	100

Según se puede ver en la tabla n.º 24, el índice medio de eficiencia de dimensionamiento toma un valor de 54,2 %, lo que supone la posibilidad de reducir la infraestructura instalada en un 45,8 %.

Gráfico n.º 13. Distribución de frecuencias de la eficiencia de dimensionamiento



El gráfico n.º 13 muestra la distribución de frecuencias de dicho índice y se aprecia que hay un 46,6 % de todos los municipios con una eficiencia entre el 40 % y el 60 %, y solo el 6,3 % son totalmente eficientes, es decir perfectamente dimensionados.

Al igual que en el enfoque anterior, se analizan los resultados dividiendo por estratos de población y realizando un contraste estadístico de diferencias de medias ANOVA. La tabla n.º 24 recoge esta información.

A la vista de los datos de dicha tabla se aprecia que las eficiencias medias son más elevadas tanto en el estrato uno como en el cuatro, resultando menos eficientes los municipios de tamaños medios. De hecho, tras los contrastes LSD entre cada dos medias, se deduce que hay diferencia significativa entre dos grupos formados el uno por el primer y cuarto estrato y el otro por el segundo y tercero.

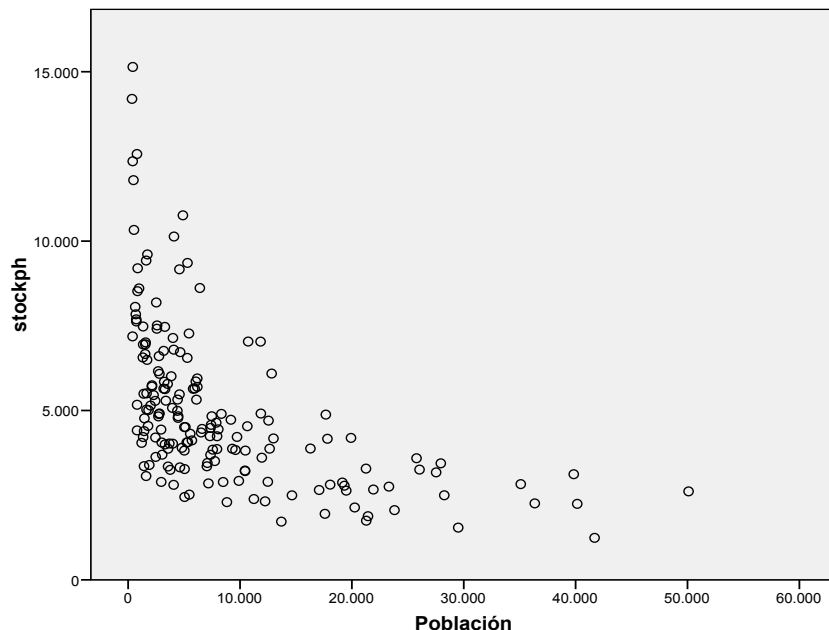
Se confirma, por tanto que los municipios pequeños de menos de 2.500 h. y los grandes de más de 10.000 h. están mejor dimensionados desde el punto de vista de la infraestructura instalada que los de tamaño medio.

3.6. Estimación del tamaño óptimo municipal

Una vez analizada la infraestructura instalada en Andalucía y su estado, resulta interesante estudiar la relación que puede haber entre dicha infraestructura y el tamaño del municipio en n.º de habitantes.

En el epígrafe 3.3, y concretamente en base el estudio de la infraestructura por habitante (tabla n.º 9) se veía claramente que esta magnitud va disminuyendo a medida que aumenta el n.º de habitantes del municipio. Así,

Gráfico n.º 14. Relación entre el stock/h. y la población



para todos los sectores, se comprueba que las medias calculadas para los cuatro estratos van disminuyendo, siendo la mayor la de los municipios de menor tamaño, y tomando cada vez un valor mas pequeño hasta tomar los valores mínimos, que se observan para el estrato de los municipios que tienen más de 10.000 habitantes.

Para profundizar en esta relación, hemos aplicado técnicas estadísticas que nos han permitido modelizarla y estimarla. En primer lugar hemos calculado la variable que engloba toda la infraestructura instalada dividida por el número de habitantes. A esta variable le denominamos Stock por habitante y la representamos en función de la variable Población mediante una gráfica conjunta de puntos (gráfico n.º 14). Se observa claramente un cambio estructural que se presenta para un valor de Población igual a 25.000 habitantes. En el pri-

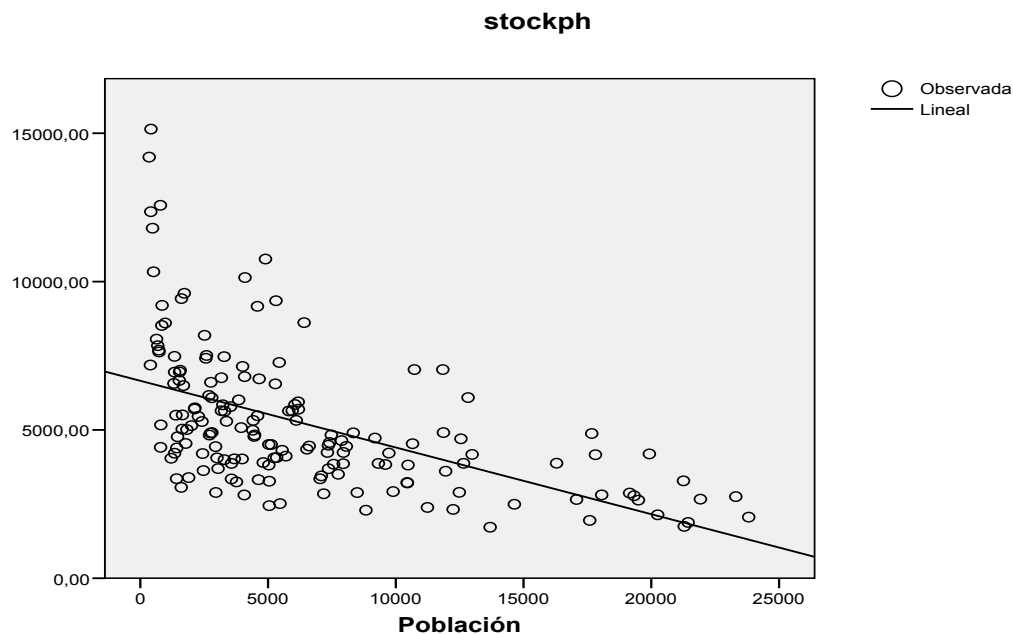
mer tramo hay una disminución clara y a partir de este valor se estabiliza.

El gráfico n.º 15 representa esta relación para el primer tramo y en ella encontramos que hay una primera estructura para municipios de menos de 25.000 habitantes donde tanto la dispersión como la media del stock por habitante va disminuyendo paulatinamente cuando aumenta el número de habitantes del municipio.

Con objeto de determinar la pauta de decrecimiento del stock/h en función de la población se estima un modelo de regresión que tras varias especificaciones alternativas decidimos que sea el siguiente modelo lineal estimado (gráfico n.º 14):

$$\text{Stph} = 6.655,9 - 0,225 * \text{Población}$$

Gráfico n.º 15. Relación entre el stock/h. y la población para P<25.000



Tras la verificación estadística del modelo con $P=0,00$ para la prueba F de Snedecor, se deduce que el coeficiente de disminución estimado para la relación es 0,225. Por tanto se concluye que para municipios menores de 25.000 habitantes, el stock por habitante disminuye en 0,225 €/h. por cada habitante que aumente la población del municipio.

Se concluye de este análisis que el stock por habitante disminuye con el aumento de la población a una tasa de 0,225 por cada habitante de aumento. Esta pauta se cumple hasta que los municipios adquieren un número de habitantes de 25.000 h. A partir de ese tamaño, no hay disminución del stock por habitante aunque aumente el tamaño del municipio.

Por tanto a partir de 25.000 h. concluimos que para Andalucía con un aumento en el tamaño del municipio desde el punto de vista de la población no se consigue la disminución del stock necesario por habitante, resultando este dato interesante para ser utilizado en el diseño de dimensionamiento de los tamaños óptimos urbanos.

4. Referencias bibliográficas



4. Referencias bibliográficas

Balaguer-Coll, M. T.; Prior, D. y Tortosa-Ausina, E. (2007): «On the determinants of local government performance: a two-stage nonparametric approach», *European Economic Review*, 51, pp. 425-451.

Beltrán, M.; Mayo, A.; Parra, F. (1996): «Análisis de la Encuesta de Infraestructura de Castilla y León a través de indicadores de síntesis», en 5º Congreso de Economía de Castilla y León, Junta de Castilla y León, Consejería de Economía y Hacienda, 1, pp. 370-376, Valladolid.

Cooper, W. W.; Seiford, L.; Tone, K. (2007): *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Springer, 2º ed.

Gobierno de La Rioja (2008): *E.L.D.I. Programa para la Evaluación y Desarrollo de las Infraestructuras Locales*, Administraciones Públicas y Política Local, Dirección General de Política Local, Logroño.

Greene, W. H. (2011): *Econometric Analysis*, MacMillan, 7ª ed.

Junta de Castilla y León, (2006): *E.D.I.L. Programa para la Evaluación y Desarrollo de las Infraestructuras Locales*, Dirección General de Administración Territorial, Consejería de Presidencia, Valladolid.

Lehmann E. L. (2010): *Elements of Large-Sample Theory (Springer Texts in Statistics)*. Springer.

MAP (2006): *E.I.E.L. Manual de instrucciones* (actualizado al 16/01/06), Secretaría de Estado de Cooperación Territorial, Dirección General de Análisis Económico de EE.LL., Madrid.

Ministerio de Economía y Hacienda (2007): *Indicadores de gestión en el ámbito del sector público*, Ministerio de Economía y Hacienda, Secretaría General Técnica, Subdirección General de Información y Documentación, Madrid.

Prieto, A. y Zofío, J.L. (2001): «Evaluating Effectiveness in Public Provision of Infrastructure and Equipment: The Case of Spanish Municipalities», *Journal of Productivity Analysis*, 15, pp. 41-58.

Prieto, A.; Zofío, J. L.; de la Puente, T. y Rodríguez, E. (2001): *Indicadores para la gestión de servicios públicos locales de Castilla y León: Salamanca*, Junta de Castilla y León, Consejería de Economía y Hacienda, Valladolid.

5. Anexos: aspectos metodológicos



5. Anexos: aspectos metodológicos

A1. Muestreo efectuado para el análisis de infraestructuras de los municipios de Andalucía

El estudio lo hemos realizado en base a un muestreo que se ha efectuado entre todos los municipios de Andalucía, con el fin de poder inferir el estado en que se encuentran las infraestructuras municipales en los sectores analizados.

El tamaño de la muestra necesario para realizar dicha inferencia se calcula mediante la fórmula siguiente aplicable a poblaciones finitas:

$$n = \frac{N}{1 + \frac{1}{N-1} \frac{z_{\alpha/2}^2 pq}{\varepsilon^2}}, \text{ donde:}$$

n es el tamaño de la muestra,
 N es el tamaño de la población
 $Z_{\alpha/2}$ es el valor de la $N(0,1)$, correspondiente a un nivel de confianza $(1-\alpha) \%$
 ε es el error de estimación admitido

A2. La base de datos EIEL

Los datos sobre el estado de la infraestructura municipal se han tomado de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales —EIEL—, Orden Ministerial APU/293/2006 de 31 de enero, correspondiente al año 2010. Para cada sector de provisión analizado, se ha tomado la información de interés que ofrece la encuesta y que refleja también el estado en que se encuentran las infraestructuras de cada municipio.

Se enumeran a continuación los sectores estudiados y las variables correspondientes:

Tabla A1. Sectores de Provisión y Variables correspondientes

Sector	Variable
Conducciones	Longitud de las conducciones
	Longitud de las conducciones con estado bueno
	Longitud de las conducciones con estado regular
	Longitud de las conducciones con estado mal
	Longitud de las conducciones con estado en ejecución
Distribución	Longitud de la red de distribución deficitaria
	Longitud de la red de distribución
	Longitud de la red de distribución con estado bueno
	Longitud de la red de distribución con estado regular
	Longitud de la red de distribución con estado mal
	Longitud de la red de distribución en ejecución
Saneamiento	Longitud de la red de saneamiento
	Longitud de la red de saneamiento (con estado bueno)
	Longitud de la red de saneamiento (con estado regular)
	Longitud de la red de saneamiento (con estado mal)
	Longitud de la red de saneamiento (en ejecución)
	Longitud de la red de saneamiento (ramal)
	Longitud de la red de saneamiento (ramal bueno)
	Longitud de la red de saneamiento (ramal estado regular)
	Longitud de la red de saneamiento (ramal estado mal)
	Longitud de la red de saneamiento (ramal en ejecución)
	Longitud de la red de saneamiento (colector)
	Longitud de la red de saneamiento (colector bueno)
	Longitud de la red de saneamiento (colector regular)
	Longitud de la red de saneamiento (colector estado mal)
Longitud de la red de saneamiento (colector ejecución)	

Pavimentación	Superficie de las calles y plazas no pavimentadas
	Superficie de las calles y plazas pavimentadas
	Superficie de las calles y plazas con estado bueno
	Superficie de las calles y plazas con estado regular
	Superficie de las calles y plazas con estado mal
	Superficie de las calles y plazas con estado en ejecución
	Superficie de las travesías no pavimentadas
	Superficie de las travesías pavimentadas
	Superficie de las travesías con estado bueno
	Superficie de las travesías con estado regular
	Superficie de las travesías con estado mal
	Superficie de las travesías con estado en ejecución
	Superficie de otros viarios no pavimentados
	Superficie de otros viarios pavimentados
	Superficie de otros viarios con estado bueno
	Superficie de otros viarios con estado regular
	Superficie de otros viarios con estado mal
	Superficie de otros viarios con estado en ejecución

A3. Base de precios

Con el fin de valorar tanto las infraestructuras municipales en buen estado como las deficitarias, se ha elaborado una base de precios que corresponde al precio de ejecución de la mejor práctica técnica. Se ha calculado el precio que tendría la ejecución de cada unidad de obra elemental y compuesta, si hubiera que hacerla nueva en el caso en que no esté hecha o si hubiera que repararla en el caso de déficit de calidad porque se en-

cuentre dicha infraestructura en alguno de los estados recogidos en la encuesta como regular o mal.

En la elaboración de la base de precios, se han tenido en cuenta dos parámetros que son esenciales para los mismos y que son:

La dureza del suelo: Según el tipo de suelo de la zona en la que se va a realizar la obra de infraestructura, el precio será distinto. Los suelos se han clasificado en Muy Suelto, Suelto, Transición, Menos Duro, Duro y Muy Duro.

Cada municipio ha sido clasificado como de un tipo de suelo tras el estudio pormenorizado de mapas geológicos de Andalucía. En la Tabla A2 se presenta un ejemplo de cálculo de la unidad “M3 De Excavación En Zanjas Incluso Transporte de Sobrantes a Vertedero” para los casos de suelo Suelto, Transición y Menos Duro.

La distancia de cada municipio al centro operativo más próximo: También se han definido los centros de actividad y se han calculado las distancias de cada municipio a los mismos, con el fin de aplicar la corrección correspondiente que penaliza los costes para aquellos municipios cuyas obras de infraestructura implican transporte adicional. Los incrementos aplicados han sido del 4 %,

y 8 % para distancias de más de 20 Km y 50 Km respectivamente.

Así cada variable contabilizada de la EIEL (tabla A1) tendrá un precio global una vez agregados todos los precios de las unidades de obra, para cada municipio, donde se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- La unidad de infraestructura que se está estudiando.
- El estado en que se encuentra.
- El tipo de suelo del municipio.
- La distancia del municipio al centro de actividad más próximo.

Tabla A2. Ejemplo de precios de Unidades de Obra para distintos suelos

9.1	M3 de excavación en zanjas incluso a vertedero						
	Unidades	Concepto (en suelo)	Precio	Parcial			
	0,1000	Hr capataz	16,95	1,70			
	0,1000	Hr peón ordinario	15,29	1,53			
	0,1000	Hr retroexcavadora 1 m3 100 cv trabajando	44,35	4,44			
	0,1000	Hr de camión volquete de 13 m3	39,79	3,98			
		Costes indirectos 2 %	11,64	0,23	Coste unitario		
Hr mo	0,3000				Mo	Ma	Mr
Hr ma	0,2000	S u e l t o	Precio	11,87	3,224	8,41	
Mo + ma	0,5000						
9.2	M3 de excavación en zanjas incluso a vertedero						
	Unidades	Concepto (en transición)	Precio	Parcial			
	0,1200	Hr capataz	16,95	2,03			
	0,1200	Hr peón ordinario	15,29	1,83			

9.1	M3 de excavación en zanjas incluso a vertedero						
	Unidades	Concepto (en suelto)	Precio	Parcial			
	0,1200	Hr retroexcavadora 1 m3 100 cv trabajando	44,35	5,32			
	0,1200	Hr de camión volquete de 13 m3	39,79	4,77			
		Costes indirectos 2 %	13,97	0,28	Coste unitario		
Hr mo	0,2400						
Hr ma	0,2400	Transición	Precio	14,24	3,87	10,10	
Mo + ma	0,4800						
9.3	M3 de excavación en zanjas incluso a vertedero						
	Unidades	Concepto (en menos duro)	Precio	Parcial			
	0,1350	Hr capataz	16,95	2,29			
	0,1350	Hr peón ordinario	15,29	2,06			
	0,1350	Hr retroexcavadora 1 m3 100 cv trabajando	44,35	5,99			
	0,1350	Hr de camión volquete de 13 m3	39,79	5,37			
		Costes indirectos 2 %	15,71	0,31	Coste unitario		
Hr mo	0,3000				Mo	Ma	Mr
Hr ma	0,3000	Menos duro	Precio	16,03	4,35		
Mo + ma	0,6000						

