

Una propuesta metodológica para la ordenación de las infraestructuras regionales

Ignacio García Lautre
Carlos Gil Canaleta
Pedro Pascual Arzoz
Manuel Rapún Gárate
Universidad Pública de Navarra

BIBLID [0213-7525 (1998); 51; 145-170]

PALABRAS CLAVE: Índices de infraestructuras, análisis multivariante, ordenación regional.

KEY WORDS: Infrastructure indexes, Multivariate analysis, Regional Ranking.

RESUMEN:

En este trabajo se propone la utilización del análisis multivariante como método para la construcción de índices sintéticos de infraestructuras, aplicado al caso de las regiones españolas. Los datos utilizados se refieren a dotaciones de infraestructuras físicas de carreteras, ferrocarriles, telecomunicaciones, sanidad y educación. En concreto, las técnicas utilizadas son el Análisis factorial en Componentes Principales y el Análisis "Cluster". Ello nos permite obtener una ordenación y agrupación de las regiones en función de sus dotaciones de infraestructuras. Los resultados constituyen un primer paso en el proceso de elaboración de índices sintéticos, si bien deben ser complementados con otras informaciones relativas a déficit y calidad de infraestructuras. En la medida que las estadísticas permitan incorporar dicha información, se podrán elaborar indicadores más completos y con mayor nivel de operatividad.

ABSTRACT:

The purpose of this paper is to propose the multivariate analysis as a useful methodology for the construction of synthetic indexes of infrastructure. We will apply this methodology to the Spanish regions. The data includes physical infrastructure of roads, railways, telecommunications, health and education. The techniques are Principal Components Factorial Analysis and Cluster Analysis. We will be able to rank and group the regions according to their infrastructure stock. The results are a first step in the process of elaboration of synthetic indexes, although they must be complemented with additional information related to deficits and quality of infrastructure. If the statistics allow the incorporation of these kind of information, it will be possible to elaborate more complex and operative infrastructure indicators.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se analiza el bien público infraestructuras un primer aspecto a considerar es su contenido, esto es, a qué nos estamos refiriendo cuando se utiliza dicho término. Esta precisión conceptual nos parece necesaria dada la vaguedad y amplitud del bien infraestructura. En este sentido, Hirschman (1958, 89) propone la siguiente definición: “*el Capital Social Fijo comprende aquellos servicios básicos sin los que no podría haber actividades productivas primarias, secundarias y terciarias. En su sentido más amplio, incluye todos los servicios públicos, desde la justicia y el orden pasando por la educación y la salud pública hasta el transporte, las comunicaciones y la oferta de energía y agua,...*”.

Al margen de las infraestructuras de carácter institucional, Hansen (1965) agrupa las distintas infraestructuras en dos grandes categorías: la *económica* –o infraestructura básica según Aschauer (1989)–, que apoya directamente a las actividades productivas, y la de carácter *social*, de las que se derivan servicios sociales y están vinculadas directamente al bienestar del consumidor e indirectamente a las actividades productivas. Esta distinción es importante, puesto que como han mostrado diversos autores, los efectos sobre la productividad y el crecimiento han resultado ser muy distintos.

La necesidad de evaluar la dotación regional de infraestructuras viene dada, entre otras, tanto por razones teóricas, para explicar las situaciones de atraso en el desarrollo; como por motivaciones prácticas, para aplicarla como criterio de distribución de fondos (FEDER, FCI, etc.).

Una vez precisado el concepto y la necesidad de evaluación, cabe plantearse cómo llevar a cabo su medición, tanto en términos cuantitativos como cualitativos. Aplicado al ámbito regional, la discusión del problema planteado en este trabajo, exige ponerse de acuerdo en las respuestas a las siguientes cuestiones: ¿qué? y ¿cómo? evaluar. Respecto a la primera, cabe la posibilidad de medir dotaciones, necesidades o *déficit* de infraestructuras. Sin embargo, hasta fechas muy recientes una dificultad a la que debíamos enfrentarnos era la ausencia de información estadística adecuada sobre dotaciones de infraestructuras.

En los años noventa, surgen distintos trabajos destinados a obtener estimaciones del stock de capital público en España, así como su composición funcional y desagregación territorial. Entre las aportaciones más relevantes, relativas a la estimación en *términos monetarios* de las dotaciones de capital público y su distribución regional en España, está la llevada a cabo en el IVIE

por Mas, Pérez y Uriel (1995). En *términos físicos*, destacan otras aportaciones metodológicas recientes en la línea de Biehl (1986) como los indicadores contruidos por Cutanda y Paricio [(1992), (1994)], Nieves y Piñero (1992), Correa y Manzanedo (1993), Carreño et al. (1992), Manzanedo y Sáinz (1993), Bueno (1993), Delgado (1995) y De Orellana-Pizarro (1995). Pese a esta abundancia de estudios, no existe un sistema de indicadores de infraestructuras bien organizado. Ello aconseja utilizar los indicadores disponibles con las debidas cauteles. En nuestro caso, nos interesan los análisis comparativos de las posiciones de las distintas regiones de acuerdo con indicadores de dotación, aunque somos conscientes de la información parcial que contienen¹.

Respecto a cómo evaluar las dotaciones de infraestructuras, a partir del trabajo de Biehl (1986), se observa un renovado interés sobre la metodología de elaboración de indicadores. En este contexto se pueden plantear métodos relativamente sencillos, como los propuestos por Biehl, hasta otros más complejos que utilizan las técnicas del análisis multivariante, entre otras².

La elaboración de indicadores regionales de infraestructuras tiene planteados algunos problemas metodológicos que no deben olvidarse. Así, de acuerdo con Cancelo y Úriz (1994), cabe destacar cuestiones tales como: la depuración del efecto tamaño; el tratamiento de las unidades de medida; la ponderación asignada a cada una de las variables observables que integran el índice y la forma funcional de la relación de agregación.

Siendo conscientes de lo anterior, el objetivo básico de este trabajo es elaborar indicadores compuestos de infraestructuras. Para ello, nos proponemos utilizar el análisis multivariante con el fin de ordenar las regiones españolas en función de sus dotaciones. Con este método puede soslayarse alguno de los problemas citados, como la ponderación asignada a cada variable. Dicho esto, somos conscientes de las limitaciones de nuestro enfoque, en la medida que toma un determinado tipo de indicador y quedan sin resolver otras dificultades metodológicas.

El contenido de este trabajo está organizado como sigue. En el apartado siguiente se propone el Análisis de Componentes Principales para construir índices compuestos de infraestructuras. A continuación, a partir de los resulta-

1. Pueden existir importantes diferencias en las dotaciones regionales, pero también en el grado de utilización de la capacidad de prestación de servicios existentes en cada tipo de infraestructura, de ahí la dificultad en la cuantificación de las capacidades necesarias o demandas de infraestructuras a nivel regional.
2. Véase Nijkamp (1986) y Cancelo y Úriz [(1993) y (1994)].

dos obtenidos, se muestra una ordenación de las regiones españolas de acuerdo con su dotación relativa. Finalmente, en el apartado de conclusiones se destacan los aspectos más relevantes.

2. MÉTODO PARA LA ELABORACIÓN DE ÍNDICES DE INFRAESTRUCTURAS

La elección del procedimiento de agregación, que sintetice la información que ofrecen las variables consideradas relevantes, es un punto esencial por su incidencia en el resultado final. Un aspecto importante es eliminar la arbitrariedad a la hora de medir la importancia de cada variable en la construcción de un índice.

Así, por ejemplo, los indicadores de dotación de infraestructuras de transporte, redes de carreteras y ferroviarias, suelen utilizar como indicador base la longitud de la red. Ahora bien, no siempre una red más larga implica mejor dotación. De ahí como ha señalado De Rus, Román y Trujillo (1995), la necesidad de introducir nuevas variables que reflejen otras características de la calidad que representa la red. En los métodos clásicos de construcción de índices compuestos, estas variables se suelen introducir como ponderaciones para homogeneizar los diferentes tipos de red.

Por tanto, si las variables o indicadores elegidos definen distintas características de la infraestructura y están medidas en distintas unidades, ¿es posible agregar el conjunto de información mediante la asignación de una ponderación a cada variable?

Una posible solución nos la proporciona la técnica multivariante de Análisis de Componentes Principales (ACP). El ACP es un procedimiento que permite reducir la dimensión de las matrices de datos y proporciona unas variables *artificiales* llamadas factores con ciertas propiedades interesantes. En presente trabajo, no se trata tanto de aplicar únicamente el ACP como técnica reductora, ya que las matrices de datos no son excesivamente grandes, sino aprovechar las propiedades de los factores en la construcción de índices. La explicación del desarrollo de la técnica puede consultarse en cualquier texto sobre el Análisis Multivariante³.

Las propiedades que hacen a los factores interesantes son las siguientes:

1. Los factores hallados son adimensionales puesto que el ACP se realiza sobre variables tipificadas. Dicha tipificación resulta imprescindible siempre que se agregan variables heterogéneas.

3. Véase, por ejemplo, Bisquerra (1989).

2. Los factores no están correlacionados dos a dos, su covarianza es nula, lo cual implica que no comparten información entre ellos.
3. El primer factor acumula el mayor porcentaje de varianza o información total, seguido del segundo y así sucesivamente hasta llegar a los últimos factores que apenas acumulan información. Esta es una característica atractiva porque permite construir índices utilizando los factores ponderados según la proporción de información total explicada. Dicha ponderación no es subjetiva sino que depende del poder explicativo de cada factor.

En resumen, el ACP, al margen de reducir la matriz de datos, es una técnica que permite asignar de forma no discrecional pesos a las variables que forman el índice, eliminando la subjetividad propia de los métodos clásicos. Por esta razón el ACP constituye un buen método para elaborar índices compuestos, que en nuestro caso aplicamos a la dotación de infraestructuras. A continuación se proponen tres procedimientos alternativos que proporcionan otros tantos tipos de indicadores.

Índices basados en la primera componente principal (Tipo 1)

¿Es posible sintetizar el conjunto potencial de información mediante un número mínimo de nuevas variables tal que expliquen una parte importante de la varianza de las primeras? Una solución clásica a este problema estadístico de reducción de la dimensionalidad la proporciona la primera componente principal. Esta componente resume la mayor cantidad de información de la matriz de datos original. En otros términos, es la que más contribuye a explicar la varianza total.

Se trata de identificar el eje principal de la nube de puntos que forman las observaciones originales y de definir el indicador como la proyección del punto correspondiente a cada región sobre dicho eje. A partir de la matriz factorial o de ponderaciones, A , los coeficientes a_{ij} indican el peso que cada variable asigna a cada factor. Cuando hay variables con saturaciones altas de un factor significa que están asociadas a ese factor. También pueden interpretarse como índices de correlación entre el factor i y la variable j , siempre que los factores sean ortogonales.

Dado que los factores son combinación lineal de las variables originales, el índice es una combinación lineal de las variables originales (Z_i), ponderando cada una de ellas por el valor que alcancen los coeficientes a_{ij} . El índice de dotaciones 1 (IDOT1) queda definido como:

$$\text{IDOT1} = a_{11} \cdot Z_1 + a_{12} \cdot Z_2 + \dots + a_{1k} \cdot Z_k$$

Índices basados en todas las Componentes Principales (Tipo 2)

Ahora este índice (IDOT2) tiene en cuenta todos los factores con lo que no se pierde información. Es el resultado de una combinación lineal de los factores, dando un peso a cada factor igual a la importancia explicativa del mismo, es decir, igual al porcentaje de varianza total que explica. Se tiene así:

$$\text{IDOT2} = \sum_{i=1}^k \frac{\text{VAR}(P_i)}{k} P_i$$

Donde P_i es el factor y $\text{VAR}(P_i)/k$ es el porcentaje de varianza total que explica P_i . Se observa que, según lo visto en el punto anterior, serán los primeros factores los que más peso tienen en el índice. Sin embargo, se puede afinar más y expresar el índice en función de las variables originales, ya que los factores son combinación lineal de las variables originales. Así:

$$\text{IDOT2} = \sum_{i=1}^k \frac{\text{VAR}(P_i)}{k} \left(\sum_{j=1}^k a_{ij} Z_j \right)$$

Se puede probar que $a_{ij} = b_{ij}/\text{VAR}(P_i)$, siendo b_{ij} el coeficiente de correlación lineal entre P_i y Z_j . Sustituyendo ese valor en la fórmula anterior y sacando factor común respecto de cada Z_j , el índice puede expresarse:

$$\text{IDOT 2} = \frac{1}{k} (b_{11} + b_{21} + \dots + b_{k1}) \cdot Z_1 + \frac{1}{k} (b_{12} + b_{22} + \dots + b_{k2}) \cdot Z_2 + \frac{1}{k} (b_{13} + b_{23} + \dots + b_{k3}) \cdot Z_3 + \dots + \frac{1}{k} (b_{1k} + b_{2k} + \dots + b_{kk}) \cdot Z_k$$

De este modo, en la construcción del índice se sigue un proceso no arbitrario, extrayendo las ponderaciones en función de la información que contienen las variables⁴.

4. Con una ligera variante, Bosch y Escribano (1988) agregaron distintas necesidades parciales de gasto para obtener un indicador de necesidad, para cada una de las categorías de gasto, de las regiones españolas. Posteriormente, siguiendo un enfoque similar, Cabrer, Mas y Sancho (1991) sugieren que la caracterización de las desigualdades regionales debe hacerse atendiendo a las distintas desigualdades en necesidades y en dotaciones, es decir, debe tener en cuenta los excesos de demanda (o *déficit*). Aplicando la misma técnica estadística construyen indicadores de *déficit* que permiten ordenar las CCAA según sus *déficit* relativos.

Índices suma ponderada de variables-indicador relevantes (Tipo 3)

Se trata de un procedimiento de agregación más simple que el anterior, ya que no se considera toda la información del conjunto de variables.

El procedimiento a seguir es el siguiente. Primero, se seleccionan los factores que acumulan mayor información (aquellos que tienen varianza mayor que la unidad). De esta manera se reduce la dimensión del problema perdiendo una cantidad de información mínima. Segundo, se eligen aquellas variables originales (Z_i) que más correlación tienen con los factores seleccionados⁵. El índice resultante (IDOT3), es una combinación lineal de las variables originales, teniendo cada una de ellas una ponderación igual al porcentaje de varianza explicada por los factores, y puede expresarse del siguiente modo:

$$IDOT3 = \frac{VAR(P_1)}{P} Z_1 + \frac{VAR(P_2)}{P} Z_2 + \dots + \frac{VAR(P_p)}{P} Z_p$$

$\frac{VAR(P_i)}{VAR(P_i)}$ $\frac{VAR(P_i)}{VAR(P_i)}$ $\frac{VAR(P_i)}{VAR(P_i)}$

$i=1$ $i=1$ $i=1$

En términos generales cabe resaltar que es difícilmente generalizable como método a utilizar. En efecto, al depender completamente de la variable más correlacionada con el factor, implícitamente estamos suponiendo que esa variable puede utilizarse como sintetizadora de las características contenidas en el resto de variables, lo que no es necesariamente cierto.

3. APLICACIÓN: DATOS Y RESULTADOS

3.1. Datos

Debido a que el concepto "infraestructura" es demasiado amplio para tratarlo como un todo, se consideran únicamente tres grupos o categorías de infraestructura económica (carreteras, ferrocarril y telecomunicaciones), y dos de infraestructura social (sanidad y educación e I+D). En cada grupo se utilizan una serie de variables cuantitativas que pretenden medir la dotación de infraestructuras de las regiones españolas. Utilizamos como variables base

5. Este método es similar al utilizado por Aznar *et al.* (1985) en el estudio que realizaron sobre la distribución del fondo nacional de cooperación municipal. Estos autores construyen un índice de necesidades municipales como una suma ponderada de los diversos factores relevantes, donde los pesos de cada factor se establecen de acuerdo con su porcentaje de variación explicada respecto al total.

distintos indicadores físicos. Los datos estadísticos empleados han sido tomados del Ministerio de Economía y Hacienda⁶.

Las variables seleccionadas para la medición de las dotaciones existentes y sobre las que se calculan los distintos índices se recogen en el anexo 1..

Los datos de infraestructuras de transporte terrestre de cada región están relativizadas por 100 kilómetros cuadrados, los de telecomunicaciones por 1000 habitantes y los de sanidad por 100.000 habitantes. Asimismo, toda la información de las infraestructuras consideradas corresponde a los años 1989 y 1990.

Para construir los índices solamente se requiere obtener la matriz factorial, esto es, la matriz de saturaciones entre las variables originales y los factores. El ACP no garantiza que todos los coeficientes de saturación o ponderación tengan signo positivo. Para resolver este problema, se han propuesto varias soluciones matemáticas equivalentes a la hora de aplicar el ACP, que se denominan rotaciones factoriales por su interpretación geométrica. Dentro de los métodos de rotación ortogonales, si existen problemas de signo en los coeficientes de saturación, la *varimax* es la más utilizada, por ser la que ofrece mayores ventajas, [Bisquerra (1989)]. En última instancia, lo que la rotación *varimax* pretende es situar los primeros componentes en torno a grupos de variables, de forma que cada uno de estos quede identificado o representado por aquellos⁷.

Al estar tipificadas las variables, el índice de dotaciones tomará valores positivos y negativos según estén por encima o por debajo de la media. Dado que los valores negativos dificultan la interpretación del índice, se ha optado por transformarlo para hacer que todos los valores sean positivos. Esta cuestión no es trivial, puesto que, como han señalado Bosch y Escribano (1988), la sensibilidad de los parámetros distributivos afecta de modo fundamental a las

6. Concretamente se considera la información siguiente: *La dotación de infraestructura del transporte en las CC.AA.* de Nieves y Piñero (1992); *Las infraestructuras de telecomunicaciones en las CC.AA.* de Correa y Manzanedo (1993); *La dotación de infraestructuras sanitarias en las CC.AA.* de Carreño *et al.* (1992); y, por último, *Infraestructuras educativas y de I+D en las CC.AA.* de Manzanedo y Sáinz (1993).
7. La rotación *varimax* consiste en hacer una rotación de los ejes condicionada a que las componentes sean ortogonales y a que el cuadrado de la varianza de los coeficientes de saturación sea máxima. Con ello se pretende que los coeficientes de asociación entre las variables y los factores sean positivos y lo más elevados posible (los valores están acotados entre -1 y +1). Esta transformación permite en algunos casos facilitar la interpretación, siempre y cuando los coeficientes de asociación sean positivos, aunque después de la rotación no se garantiza que los coeficientes de asociación sean positivos.

diferencias entre comunidades. La función de transformación utilizada, propuesta por Calsamiglia (1990), es la siguiente:

$$f(IDOT) = \begin{cases} 1 + \frac{k-1}{2} * e^{IDOT} & \text{si } IDOT < 0 \\ k - \frac{k-1}{2} * e^{-IDOT} & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

donde el parámetro k , denominado grado de progresividad, determina el rango de variación del índice transformado. Se ha utilizado un $k=100$ en todas las transformaciones.

3. 2. Resultados

Indicadores tipo 1

En primer lugar, consideramos las cinco variables relativas a carreteras. Las Tablas 1, 2 y 3 del Anexo contienen la matriz factorial y la matriz factorial rotada por el método *varimax* y muestran los coeficientes de correlación entre las variables originales y los factores. Los elementos de la matriz factorial rotada se corresponden con los *bij* señalados.

Con esta información y aplicando las fórmulas explicitadas anteriormente, se obtiene el siguiente índice de dotación de carreteras (ICAR1):

$$ICAR1 = 0,3176 * AUTOPISTA + 0,0333 * AUTOVÍA + 0,9493 * CANCHA + 0,1356 * CNORMAL + 0,0610 * CESTRECHA$$

Se ha procedido de la misma manera para calcular los índices de los grupos de infraestructura ferroviaria (IFER1), de telecomunicaciones (ITEL1), sanitaria (ISAN1) y educativa (IEDU1)⁸. Los resultados obtenidos son los siguientes:

$$IFER1 = 0,0003 * LINUSIN + 0,0474 * LINUCON + 0,9885 * LINDOCN + 0,9782 * REDEQ$$

$$ITEL1 = 0,5847 * TELEF + 0,9467 * IBERPAC + 0,2504 * TPUNTO + 0,2142 * TELEX$$

8. Las correspondientes tablas obtenidas del Análisis de Componentes Principales: valores propios, matriz factorial y rotación *varimax* también se recogen en el Anexo 2.

$ISAN1 = 0,9253 * MEDIEQ + 0,5826 * EQARSAL + 0,2956 * CAMAS - 0,012 * EQBATE$

$- 0,2132 * EQALTE + 0,1081 * CEATESAM$

$IEDU1 = 0,1398 * UNIPREES - 0,084 * UNIEGB + 0,3953 * UNIBUP + 0,0062 * UNIFP + 0,9308 * UNIVER$

Los nuevos índices obtenidos y el lugar ocupado por cada región se recogen en el Cuadro 1.

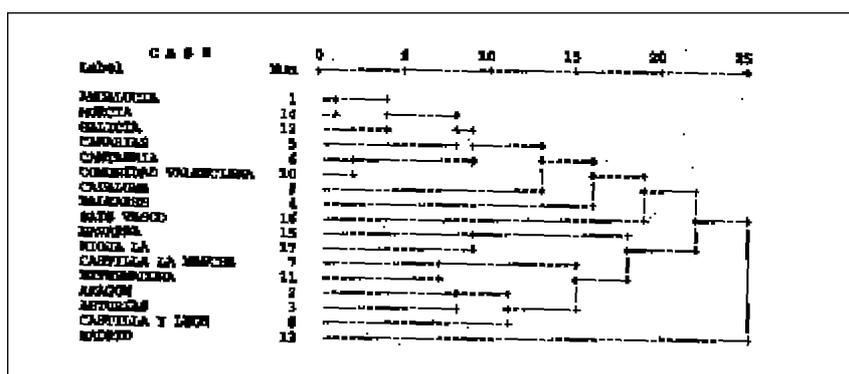
CUADRO 1
ÍNDICES BASADOS EN LA PRIMERA COMPONENTE

C. AUTÓNOMA	ICAR1 Orden K=100	IFER1 Orden K=100	ITEL1 Orden K=100	ISAN1 Orden K=100	IEDU1 Orden K=100
ANDALUCÍA	17,49 13	18,40 13	9,84 16	9,24 15	28,20 12
ARAGÓN	14,67 14	21,20 10	47,22 9	77,40 6	84,89 4
ASTURIAS	24,47 12	72,46 4	15,49 13	44,20 8	89,16 2
BALEARES	73,37 7	12,65 16	98,47 2	39,48 9	13,19 15
CANARIAS	75,36 5	12,01 17	23,75 10	47,84 7	12,04 16
CANTABRIA	83,70 3	31,41 6	58,93 7	21,73 11	56,38 8
CAST-MANCHA	9,62 17	30,78 7	21,83 11	87,68 5	6,81 17
CAST-LEÓN	11,28 15	30,44 8	21,11 12	97,12 2	81,74 5
CATALUÑA	55,67 10	92,71 3	92,22 3	10,30 14	63,68 7
C.VALENCIANA	76,18 4	51,43 5	60,98 6	8,45 16	39,30 9
EXTREMADURA	10,43 16	13,89 15	5,35 17	88,30 4	15,00 14
GALICIA	66,41 8	19,09 12	11,28 14	4,57 17	38,76 10
MADRID	56,39 9	99,86 1	98,92 1	37,47 10	96,63 1
MURCIA	33,41 11	16,86 14	9,98 15	19,96 13	29,93 11
NAVARRA	87,92 2	28,72 9	85,83 4	92,97 3	77,40 6
PAÍS VASCO	96,71 1	97,64 2	49,66 8	20,57 12	85,56 3
RIOJA, LA	73,59 6	19,77 11	68,85 5	97,73 1	21,71 13

FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: En las columnas "orden", se indica el número de orden de mayor a menor dotación.

Teniendo en cuenta los índices obtenidos, hemos utilizado el análisis "Cluster" para agrupar las regiones según su similaridad, medida en términos de distancia. La noción de distancia empleada es la euclídea y el algoritmo utilizado en este trabajo ha sido el basado en el método "Average Linkage". En este método, la distancia entre dos agrupaciones se define como la distancia media entre dos observaciones que se sitúan en grupos distintos. Además de proporcionar grupos que minimicen su varianza, una ventaja de este método es que tiende a generar agrupaciones con una varianza similar. En el dendrograma adjunto se pueden observar los grupos que se configuran y las distancias que los separan. Si se realiza una partición de orden 5, el resultado a destacar, a los efectos que aquí interesan, es la formación de dos grupos ámplios que incluyen a todas las regiones objetivo 1, si bien en el primero también se sitúan Cataluña, Baleares con Andalucía, Murcia y Galicia, entre otros.



Indicadores tipo 2

De acuerdo con el método adoptado, sólo se necesita obtener la matriz factorial. En este caso se considera la rotación varimax ya que en dicha solución se consigue, en la mayoría de los casos, una correlación positiva entre los factores y las variables originales. Esto es conveniente, ya que la relación entre el índice a construir y las variables originales es directa.

En primer lugar se procede a construir el índice sintético, a partir de las variables originales. A continuación, se obtienen las componentes y tras una rotación varimax se aplica la fórmula anteriormente citada, cuyos resultados son los siguientes:

$$\text{ICAR2} = 0,32533 \cdot \text{AUTOPISTA} + 0,23141 \cdot \text{AUTOVÍA} + 0,29320 \cdot \text{CANCHA} + 0,25493 \cdot \text{CNORMAL} + 0,21205 \cdot \text{CESTRECHA}$$

$$\text{IFER2} = 0,2592 \cdot \text{LINUSIN} + 0,2724 \cdot \text{LINUCON} + 0,1913 \cdot \text{LINDOCON} + 0,3242 \cdot \text{REDEQ}$$

$$\text{ITEL2} = 0,4902 \cdot \text{TELEF} + 0,3742 \cdot \text{IBERPAC} + 0,4042 \cdot \text{TPUNTO} + 0,4011 \cdot \text{TELEX}$$

$$\text{ISAN2} = 0,2053 \cdot \text{MEDIEQ} + 0,2301 \cdot \text{EQARSAL} + 0,3037 \cdot \text{CAMAS} + 0,2397 \cdot \text{EQBATE} + 0,1463 \cdot \text{EQALTE} + 0,2230 \cdot \text{CEATESAM}$$

$$\text{IEDU2} = 0,3116 \cdot \text{UNIPREES} + 0,1961 \cdot \text{UNIEGB} + 0,3181 \cdot \text{UNIBUP} + 0,2759 \cdot \text{UNIFP} + 0,2583 \cdot \text{UNIVER}$$

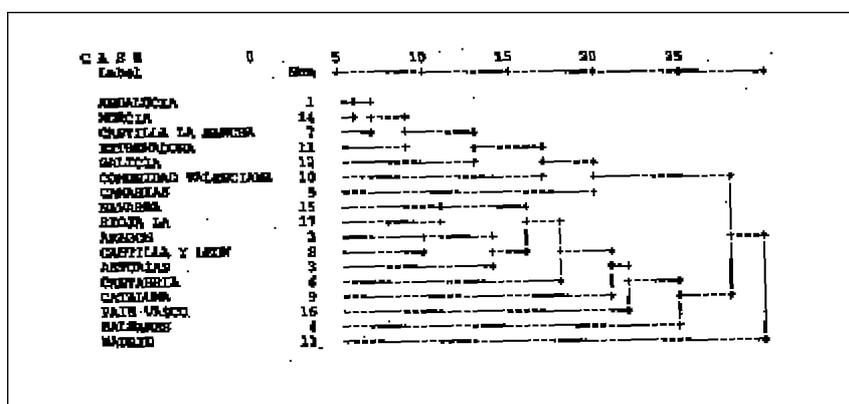
En el cuadro 2 se recogen los índices transformados y el orden que ocupa cada región.

CUADRO 2
ÍNDICES BASADOS EN TODAS LAS COMPONENTES PRINCIPALES

C. AUTÓNOMA	ICAR 2 Orden K=100	IFER 2 Orden K=100	ITEL 2 Orden K=100	ISAN 2 Orden K=100	IEDU2 Orden K=100
ANDALUCÍA	24,58 14	35,78 12	14,76 16	18,02 15	22,70 14
ARAGÓN	19,67 15	33,49 13	44,72 9	75,95 4	82,13 3
ASTURIAS	44,97 11	74,09 3	20,86 11	66,97 7	72,72 5
BALEARES	54,73 10	22,49 16	94,80 2	78,32 3	18,88 15
CANARIAS	84,35 2	19,55 17	44,80 8	66,51 8	15,26 17
CANTABRIA	60,39 8	81,90 2	42,28 10	28,37 13	70,03 6
CAST-MANCHA	18,15 16	30,85 15	15,54 14	29,98 12	17,30 16
CAST-LEÓN	24,79 13	42,02 9	20,36 12	80,69 2	84,49 2
CATALUÑA	61,84 6	72,74 5	90,59 3	48,55 10	53,77 10
C.VALENCIANA	62,35 5	56,18 6	64,70 6	13,54 17	26,52 11
EXTREMADURA	15,80 17	31,92 14	8,04 17	37,71 11	23,54 13
GALICIA	61,43 7	52,00 7	14,87 15	14,25 16	55,47 9
MADRID	78,93 3	89,04 1	98,59 1	57,79 9	61,08 8
MURCIA	28,97 12	38,03 10	15,79 13	26,26 14	25,22 12
NAVARRA	59,92 9	36,82 11	66,33 5	74,16 5	80,61 4
PAÍS VASCO	91,86 1	72,89 4	76,19 4	68,71 6	88,59 1
RIOJA, LA	62,91 4	43,80 8	63,05 7	87,12 1	62,07 7

FUENTE: Elaboración propia.

Al igual que en el caso anterior, se aplica un análisis "Cluster" para agrupar las regiones. Con el mismo orden de partición se obtienen cinco grupos bastante más homogéneos que los precedentes. El primer grupo integra una parte de las regiones objetivo 1 (Andalucía, Murcia, Castilla La Mancha, Extremadura, Galicia, Comunidad Valenciana y Canarias). El segundo reúne a las restantes regiones objetivo 1 junto con el valle medio del Ebro y Cataluña. Por último, País Vasco, Baleares y Madrid conforman grupos individuales.



Indicadores tipo 3

Una vez que se ha aplicado ACP sobre las variables originales, se eligen los factores que acumulan una varianza mayor que la unidad, que son los que tienen mayor poder explicativo. De acuerdo con la Tabla 1 del Anexo, los dos primeros factores cumplen la condición y entre los dos acumulan un 60,6% de la información total.

El siguiente paso es elegir las variables más correlacionadas con los dos primeros factores. De acuerdo con la Tabla 3 del Anexo, la variable CANCHA es la más correlada con el factor 1, mientras que CNORMAL lo está con el factor 2. Estas variables serán las que formen parte del índice, ponderadas con el porcentaje de varianza explicada de los dos factores extraídos. Las expresiones de los distintos índices son las siguientes:

$$\text{ICAR3} = 0,6550 \cdot \text{CANCHA} + 0,3449 \cdot \text{CNORMAL}$$

$$\text{IFER3} = 0,6448 \cdot \text{LINDOCON} + 0,3551 \cdot \text{LINUCON}$$

$$\text{ITEL3} = \text{IBERPAC}$$

$$\text{ISAN3} = 0,5558 \cdot \text{MEDEQ} + 0,4441 \cdot \text{CEATESAM}$$

$$\text{IEDU3} = 0,6262 \cdot \text{UNIVER} + 0,3737 \cdot \text{UNIFP}$$

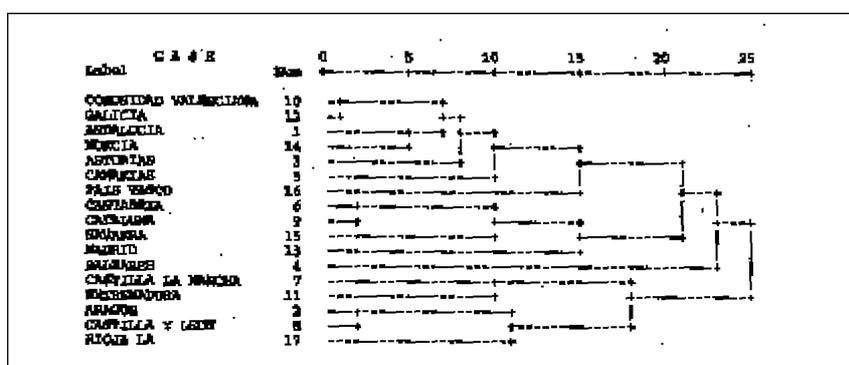
Asimismo, por las mismas razones ya explicadas, aplicamos la función de transformación precedente para que todos los valores sean positivos. Es preciso destacar que en el caso de las telecomunicaciones el índice podría coincidir con la variable IBERPAC. Esto es debido a que el primer factor acumula el 73,6% de la información, y por tanto se podrían despreciar los demás factores. Escoger esa variable como representante del factor parece razonable dado que es la que más relación tiene con él. En el Cuadro 3 se muestran los resultados obtenidos.

CUADRO 3
ÍNDICES BASADOS EN VARIABLES-INDICADOR RELEVANTES

C. AUTÓNOMA	ICAR 3 K=100	Orden	IFER 3 K=100	Orden	ITEL 3 K=100	Orden	ISAN 3 K=100	Orden	IEDU 3 K=100	Orden
ANDALUCÍA	26,97	13	34,31	12	20,44	14	22,80	15	37,93	12
ARAGÓN	21,13	14	36,54	11	44,33	9	70,65	4	81,82	2
ASTURIAS	32,35	12	61,73	5	20,47	13	42,20	11	71,32	5
BALEARES	76,66	4	24,67	16	94,54	1	66,76	5	17,80	16
CANARIAS	82,87	2	24,67	17	24,40	15	43,95	10	20,63	14
CANTABRIA	76,28	5	71,78	4	70,38	5	24,97	13	67,09	7
CAST-MANCHA	17,83	15	36,88	10	57,38	7	65,23	7	13,11	17
CAST-LEÓN	16,29	16	39,45	9	37,56	10	82,80	2	67,91	6
CATALUÑA	50,70	8	79,53	3	74,46	4	23,94	14	61,47	8
C.VALENCIANA	68,76	6	44,83	8	45,08	8	17,58	17	41,13	11
EXTREMADURA	15,95	17	24,67	14	16,85	17	70,70	3	18,29	15
GALICIA	64,82	7	32,94	13	24,74	12	18,90	16	37,76	13
MADRID	40,70	11	91,38	1	90,66	2	39,53	12	83,93	1
MURCIA	47,03	10	24,67	15	19,04	16	45,92	8	47,12	10
NAVARRA	81,77	3	50,34	7	87,02	3	65,29	6	76,11	3
PAÍS VASCO	88,17	1	85,60	2	25,35	11	47,45	9	74,31	4
RIOJA, LA	48,59	9	56,62	6	60,45	6	92,98	1	58,97	9

FUENTE: Elaboración propia.

Al igual que en los dos casos anteriores, se aplica un análisis "Cluster" para obtener agrupaciones de regiones. El principal resultado de este tercer análisis es que las cinco agrupaciones configuradas en el dendograma difieren considerablemente de las anteriores. Cabe indicar que ahora son más heterogéneas. Así, el primer grupo reúne al País Vasco con Andalucía y Galicia, entre otras regiones. Cantabria forma parte del segundo grupo junto con Cataluña, Madrid y Navarra. El tercer grupo está formado por Baleares, el cuarto por Castilla la Mancha y Extremadura y el quinto por Aragón, Castilla-León y La Rioja.



En síntesis, la aplicación del análisis multivariante nos ha permitido obtener unos indicadores de dotaciones de infraestructuras de tres tipos distintos. Una manera de contrastar los distintos indicadores obtenidos es comparar el orden que ocupan las regiones en cada uno de ellos con la ordenación que ha realizado el Ministerio de Economía y Hacienda. Para ello hemos calculado los coeficientes de Spearman, recogidos en el Cuadro 16 de Anexo, de los que puede desprenderse que los indicadores tipo 2 de las distintas infraestructuras tienen los mayores valores.

Si a lo anterior añadimos los resultados del análisis "Cluster", puede concluirse que los indicadores construidos teniendo en cuenta todas las componentes principales se presentan como los más adecuados. La clasificación de las regiones, en relación con los distintos tipos de indicadores, no difiere significativamente tal como se desprende también de los elevados coeficientes de correlación de Spearman existentes entre ellos.

Adicionalmente, para confirmar el resultado anterior, hemos aplicado la técnica de Análisis Factorial Múltiple (AFM) con el objetivo de contrastar el orden de las regiones, entre 1975 y 1995, en relación a las infraestructuras de carreteras. Más concretamente, en el año 1990, la nueva ordenación de las

comunidades apenas difiere de la obtenida anteriormente con el índice tipo 2, ICAR2. El Cuadro 4, recogido en el Anexo, ofrece dicha ordenación así como el coeficiente de Spearman entre ambas ordenaciones, que alcanza el valor de 0,95.

Por otro lado, las informaciones recogidas en los dendrogramas evidencian cómo, en general, las regiones caracterizadas por un nivel de desarrollo menor –Extremadura, Castilla-La Mancha, Galicia, Castilla y León, Andalucía y Murcia– conforman un grupo que presenta dotaciones de infraestructura inferiores a la media. Por contra, salvo alguna excepción, en el resto las regiones con una situación más favorable en materia de dotación de infraestructuras son también las que consiguen los niveles de renta superiores.

4. CONCLUSIONES

1. En primer término cabe destacar la adecuación entre el método utilizado y el objetivo básico del trabajo, consistente en la elaboración de índices compuestos de infraestructura. En muchas ocasiones, la medición del *stock* de infraestructuras implica elaborar índices que sintetizan la información proporcionada por las diversas estadísticas referidas a variables individuales de infraestructura. De este modo, los índices elaborados hacen posible las comparaciones interregionales de infraestructuras.

2. La idoneidad del uso de indicadores para medir las dotaciones de infraestructura viene determinada por la utilización que de ellos se desee hacer. La solución adoptada influye tanto en la valoración de las dotaciones, como en los análisis basados en dichas cifras. Si el objetivo es repartir fondos entre las distintas regiones, los índices propuestos pueden ser una medida aceptable de la dotación de infraestructuras de unas regiones respecto a otras. Por contra, si se utilizan, por ejemplo, para tomar decisiones de inversión, pueden resultar menos adecuados, debido a su grado de agregación y a los supuestos simplificadores que llevan implícitos. En este caso, dado nuestro interés en problemas de distribución de fondos, los índices elaborados constituyen una parte de un proceso de investigación más amplio.

3. De los resultados obtenidos, los indicadores que pueden considerarse más adecuados son los que incorporan todas las componentes principales. Se trata de los indicadores tipo 2. Los otros tipos de indicadores resultan menos adecuados en este caso. Sin embargo, ello no es óbice para que pueda obviarse el procedimiento de su obtención, ya que en condiciones estadísticas

diferentes pueden proporcionar indicadores tan válidos como los obtenidos con todas las componentes.

4. Por otra parte, y como consecuencia de lo anterior, la ordenación de las regiones españolas obtenida, en cuanto a su dotación de infraestructuras, resulta plausible y operativa. La comparación con otras ordenaciones y los tests realizados corroboran la afirmación anterior. Ciertamente, la ordenación obtenida puede ser susceptible de mejoras si se incorporan otras estadísticas relativas, por ejemplo, a la calidad y al déficit de infraestructuras, entre otros.

5. En definitiva, los indicadores obtenidos deben tomarse como una primera aproximación válida en el complejo proceso de elaboración de índices de infraestructuras regionales. Somos conscientes que estos reflejan situaciones muy heterogéneas y que su interpretación debe hacerse con las debidas cautelas. Las posibilidades de mejora dependen de dos elementos. En primer lugar, en la medida que la información estadística básica mejore en cantidad y calidad, será posible construir índices cada vez más adecuados a la realidad que pretenden representar. En segundo término, también cabe pensar en métodos alternativos de análisis estadístico, como el Análisis Factorial Múltiple, entre otros, que permitirían mejorar los resultados obtenidos hasta ahora.

ANEXO 1
VARIABLES UTILIZADAS

CÓDIGO	VARIABLE
AUTOPISTA:	kilómetros de autopistas
AUTOVIA:	kilómetros de carretera de doble calzada y autovía
CANCHA:	kilómetros de carretera mayor de 7 metros de ancho
CNORMAL:	kilómetros de carretera de 5 a 7 metros de ancho
CESTRECHA:	kilómetros de carretera menor de 5 metros de ancho.
LINUSIN :	kilómetros de línea única de ferrocarril sin electrificación
LINUCON:	kilómetros de línea única con electrificación
LINDOCON:	kilómetros de línea doble con electrificación
REDEQ:	kilómetros de línea de ferrocarril suponiendo 106 circulaciones diarias.
TELEF:	número de líneas telefónicas instaladas
IBERPAC:	transmisión de datos IBERPAC (número de circuitos)
PUNTO:	transmisión de datos p.p. (número de circuitos punto a punto)
TELEX:	telex (capacidad de abonados).
MEDIEQ:	nº de médicos equivalentes por área de salud
EQARSAL:	nº de unidades de equipamiento por área de salud
CAMAS:	nº de camas hospitalarias
EQBATE:	nº de unidades de equipo de baja y media tecnología
EQALTE:	nº de unidades de equipo de alta tecnología
CEATESAM:	nº de centros de atención especializada ambulatoria.
UNIPREES:	nº de unidades escolares de preescolar por 1000 habitantes de 0 a 5 años
UNIEGB:	nº de unidades escolares de EGB por 1000 habitantes de 6 a 13 años
UNIBUP:	nº de unidades escolares de BUP por 1000 habitantes de 14 a 17 años
UNIFP:	nº de unidades escolares de F.P por 1000 habitantes de 14 a 18 años
UNIVER:	nº de unidades escolares universitarias por 1000 habit. de 18 a 24 años.

ANEXO 2: RESULTADOS

TABLA 1
CARRETERAS. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES
 (Valores propios)

Factor	Varianza explicada	% variación	% acumulado
P1	1,98451	39,7	39,7
P2	1,04510	20,9	60,6
P3	0,99555	19,9	80,5
P4	0,64559	12,9	93,4
P5	0,32925	6,6	100,0

TABLA 2
MATRIZ FACTORIAL
 (Correlaciones factor/variable)

Indicador	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	(*) /5
AUTOPISTAS	0,88612	-0,2421	-0,1378	-0,0741	-0,0741	0,0428
C. NORMAL	0,66613	-0,4232	0,1876	0,5613	0,5613	0,2311
AUTOVIA	0,34746	0,6077	-0,6661	0,2023	0,2023	0,1300
C. ANCHA	0,78964	0,0219	0,1983	-0,5030	-0,5030	0,1591
C. ESTRECHA	0,10638	0,7039	0,6769	0,1758	0,1758	0,2988

(*) Esta columna no forma parte de la matriz

TABLA 3
MATRIZ FACTORIAL ROTADA
 (Rotación Varimax)

Indicador	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	(*) /5
AUTOPISTAS	0,3176	0,2490	0,1768	-0,0143	0,8957	0,3253
C. NORMAL	0,1356	0,9696	-0,0231	-0,0093	0,2017	0,2549
AUTOVIA	0,0333	-0,0202	0,9899	0,0197	0,1342	0,2314
C. ANCHA	0,9493	0,1415	0,0336	0,0723	0,2691	0,2932
C. ESTRECHA	0,0611	-0,0085	0,0190	0,9978	-0,0091	0,2120

(*) Esta columna no forma parte de la matriz

TABLA 4
FERROCARRIL. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES
(Valores propios)

Factor	Varianza explicada	% variación	% acumulado
P1	1,95569	48,9	48,9
P2	1,07706	26,9	75,8
P3	0,92931	23,2	99,1
P4	0,03794	0,9	100,0

TABLA 5
MATRIZ FACTORIAL
(Correlaciones factor/variable)

Indicador	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
REDEQ	0,9902	0,0199	0,0062	-0,1374
LINDOCON	0,9689	-0,1764	0,1088	0,1347
LINUCON	0,1890	0,7220	-0,6649	0,0288
LINUSIN	0,0203	0,7240	0,6894	0,0078

TABLA 6
MATRIZ FACTORIAL ROTADA
(Rotación Varimax)

Indicador	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	(*) /4
REDEQ	0,9782	0,1448	0,0321	0,1446	0,32499
LINDOCON	0,9885	-0,0573	-0,0298	-0,1360	0,19132
LINUCON	0,0474	0,9982	0,0344	0,0096	0,27243
LINUSIN	0,0003	0,0340	0,9994	0,0030	0,25921

(*) Esta columna no forma parte de la matriz

TABLA 7
TELECOMUNICACIONES. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES
(Valores propios)

Factor	Varianza explicada	% variación	% acumulado
P1	2,94551	73,6	73,6
P2	0,58538	14,6	88,3
P3	0,36082	9,0	97,3
P4	0,10829	2,7	100,0

TABLA 8
MATRIZ FACTORIAL
 (Correlaciones factor/variable)

Indicador	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
TELEF	0,9485	-0,1338	-0,1225	-0,2596
IBERPAC	0,8089	-0,5652	0,0382	0,1571
TPUNTO	0,8288	0,3105	0,4651	0,0158
TELEX	0,8393	0,3893	-0,3577	0,1262

TABLA 9
MATRIZ FACTORIAL ROTADA
 (Rotación Varimax)

Indicador	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	(*) /4
TELEF	0,58472	0,47290	0,33670	0,56665	0,49024
IBERPAC	0,94678	0,18596	0,21910	0,14497	0,37420
TPUNTO	0,25045	0,31776	0,90275	0,14611	0,40426
TELEX	0,21429	0,90939	0,31624	0,16457	0,40112

(*) Esta columna no forma parte de la matriz

TABLA 10
SALUD. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES
 (Valores propios)

Factor	Varianza explicada	% variación	% acumulado
P1	2,42047	40,3	40,3
P2	1,93394	32,2	72,6
P3	0,82824	13,8	86,4
P4	0,48096	8,0	94,4
P5	0,22068	3,7	98,1
P6	0,11571	1,9	100,0

TABLA 11
MATRIZ FACTORIAL
(Correlaciones factor/variable)

Indicador	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6
MEDIEQ	0,8662	-0,0329	-0,4202	0,1438	0,0466	0,2213
EQARSAL	0,8786	-0,2644	0,1216	0,2714	0,1760	-0,1964
CAMAS	0,5298	0,7459	-0,2434	-0,0343	-0,2971	-0,1189
EQBATE	0,1102	0,9043	-0,0134	-0,2842	0,2985	-0,0046
EQALTE	-0,4386	0,6908	0,1927	0,5386	0,0151	0,0534
CEATESAM	0,6424	0,1074	0,7350	-0,1204	-0,0994	0,1055

TABLA 12
MATRIZ FACTORIAL ROTADA
(Rotación Varimax)

Indicador	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	(*) /6
MEDIEQ	0,92354	0,08920	0,03174	-0,22120	0,25707	0,15196	0,205385
EQARSAL	0,58261	0,41212	-0,13185	-0,18445	0,04115	0,66153	0,230185
CAMAS	0,29560	0,12382	0,40552	0,12304	0,84671	0,02792	0,303768
EQBATE	-0,01299	0,07923	0,92404	0,21569	0,29815	-0,06545	0,239778
EQALTE	-0,21329	-0,06870	0,20547	0,94399	0,09575	-0,08531	0,146318
CEATESAM	0,10814	0,97582	0,08560	-0,05493	0,09245	0,13109	0,223028

(*) Esta columna no forma parte de la matriz

TABLA 13
EDUCACIÓN. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES
(Valores propios)

Factor	Varianza explicada	% variación	% acumulado
P1	2,14274	42,9	42,9
P2	1,27894	25,6	68,4
P3	0,84657	16,9	85,4
P4	0,53960	10,8	96,2
P5	0,19217	3,8	100,0

TABLA 14
MATRIZ FACTORIAL
(Correlaciones factor/variable)

Indicador	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
UNIPREES	0,6538	0,5453	-0,0101	-0,5074	-0,1319
UNIEGB	-0,0419	0,8023	0,5136	0,2929	0,0694
UNIBUP	0,8522	-0,2512	0,1280	0,3532	-0,2634
UNIFP	0,6800	0,2986	-0,6011	0,2219	0,1942
UNIVER	0,7243	-0,4306	0,4526	-0,1489	0,2506

TABLA 15
MATRIZ FACTORIAL ROTADA
(Rotación Varimax)

Indicador	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	(*) /5
UNIPREES	0,13989	0,24399	0,14734	0,94467	0,08237	0,311652
UNIEGB	-0,08495	-0,02073	0,98748	0,12805	-0,02900	0,196170
UNIBUP	0,39539	-0,26121	-0,03439	0,09354	0,87493	0,318136
UNIFP	0,00621	-0,94719	-0,02447	0,24340	0,20726	0,275918
UNIVER	0,93086	-0,00220	-0,10094	0,14345	0,32051	0,258336

(*) Esta columna no forma parte de la matriz

TABLA 16
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN (1)

infraestructura	Indicador Tipo 1	Indicador Tipo 2	Indicador Tipo 3
Carreteras	0,43	0,35	0,47
Ferrocarriles	0,94	0,65	0,83
Telecomunicaciones	0,89	0,93	0,72
Sanidad	-	0,55	-
Educación	0,94	0,87	0,96

(1) Todos los coeficientes son significativos como mínimo al 10%.

CUADRO 4
**ÍNDICE DE CARRETERAS TIPO 2 (K=100) CONSTRUÍDO MEDIANTE
 ANÁLISIS FACTORIAL MÚLTIPLE. AÑO 1990**

COMUNIDAD AUTÓNOMA	ICAR2 ACP K=100	Ranking	ICAR2(*) AFM K=100	Ranking
ANDALUCÍA	24,58	14	77,35	12
ARAGÓN	19,67	15	81,20	15
ASTURIAS	44,97	11	70,65	9
BALEARES	54,73	10	73,37	11
CANARIAS	84,35	2	24,24	4
CANTABRIA	60,39	8	71,97	10
CAST-MANCHA	18,15	16	84,50	16
CAST-LEÓN	24,79	13	80,17	14
CATALUÑA	61,84	6	23,43	3
C.VALENCIANA	62,35	5	34,50	6
EXTREMADURA	15,80	17	86,69	17
GALICIA	61,43	7	70,44	8
MADRID	78,93	3	4,77	2
MURCIA	28,97	12	78,91	13
NAVARRA	59,92	9	53,73	7
PAÍS VASCO	91,86	1	3,27	1
RIOJA, LA	62,91	4	25,99	5
<i>Coefficiente SPEARMAN</i>	0,9559			

FUENTE: Elaboración propia.

(*) Índice construido empleando las puntuaciones factoriales del Análisis Factorial Múltiple (AFM)

BIBLIOGRAFÍA

- ASCHAUER, D. A. (1989b): "Is public expenditure productive?". *Journal of Monetary Economics*, 23, pp. 177-200.
- AZNAR, A., MARTINEZ, C., SANZO, M., APARICIO, M. y TRIVEZ, F. J. (1985): *Estudio sobre la distribución del fondo nacional de cooperación municipal*, Dpto. Econometría, Universidad de Zaragoza, Federación Española de Municipios y Provincias, Madrid.
- BIEHL, D. (ed.) (1986): "The contribution of infrastructure to regional development". *Final Report of the Infrastructure Study Group*, Área de Política Regional, Comisión de las Comunidades Europeas, Parts 1 and 2, Luxemburgo.
- BISQUERRA, R. (1989): *Introducción conceptual al Análisis Multivariante. Un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP, LISREL Y SPAD*, vol. I. PPU, Barcelona.
- BOSCH, A. y ESCRIBANO, C. (1988): "Las necesidades de gasto de las Comunidades Autónomas", en *Cinco Estudios sobre la Financiación Autonómica*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, pp. 209 - 269.
- BUENO, P. (1993): *Ingeniería civil y calidad de vida*. Ponencia presentada en el II Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- CABRER, B., MAS, M. y SANCHO, A. (1991): *Necesidades, Dotaciones y Déficits en las Comunidades Autónomas*. WP-EC 91-07, Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- CALSAMIGLIA, X. (1990): "La financiación de las Comunidades Autónomas y el principio de solidaridad". *De Economía Pública*, 6, pp. 3-43.
- CANCELO, J. R. y URIZ, P. (1993): "La cuantificación de la dotación de infraestructuras: Análisis comparativo de distintas medidas". Comunicación presentada en la *XIX Reunión de Estudios Regionales*, Salamanca.
- CANCELO, J. R. y URIZ, P. (1994): "Una metodología general para la elaboración de índices complejos de dotación de infraestructuras". *Revista de Estudios Regionales*, Nº 40, 2a Época, sep.-dicien., pp. 167-188.
- CARREÑO, P., GIL, A., PIÑERO, J.M. y TEGEL, M.J. (1992): *La dotación de infraestructuras sanitarias en las Comunidades Autónomas*. SGCIP, DT nº 92008. Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CORREA, M. D. y MANZANEDO, J. (1993): *Las infraestructuras de telecomunicaciones en las Comunidades Autónomas*. SGCIP, DT nº 93006. Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.

- CUTANDA, A. y PARICIO, J. (1991): *Las dotaciones de capital público: disparidades regionales y desarrollo espacial*. Serie: La Financiación de las Comunidades Autónomas, Monografía C-1, IVIE.
- CUTANDA, A. y PARICIO, J. (1994): "Infrastructure and Regional Economic Growth: The Spanish Case". *Regional Studies*, Vol. 28, 1, pp. 69-77.
- DE ORELLANA-PIZARRO, H. (1995): "Las infraestructuras de transporte y sus efectos sobre el desarrollo regional". *Hacienda Pública Española*, N° 135, pp. 97-118.
- DE RUS, G., ROMÁN, C. y TRUJILLO, L. (1995): "Infraestructuras de transporte y convergencia real". *Papeles de Economía Española*, N° 63, pp. 234-251.
- DELGADO, M. J. (1995): *El capital público en la economía española*. Tesis Doctoral. Mimeo. Universidad Complutense de Madrid.
- HANSEN, N. M. (1965): "Unbalanced Growth and Regional Development". *Western Economic Journal*, vol. IV, N° 1, Fall.
- HIRSCHMAN, A.O. (1958): *The Strategy of Economic Development*, New Haven, CT, Yale University Press.
- MANZANEDO, J. y SAINZ, A. (1993): *Infraestructuras educativas y de I+D en las Comunidades Autónomas*. SGCIP, DT n° 93007. Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- MAS, M.; PÉREZ, F. y URIEL, E. (1995): *El "Stock" de Capital en España y sus Comunidades Autónomas (1964-1991)*. Fundación BBV, Documenta, cuatro vols., Bilbao.
- NIEVES, J. A. y PIÑERO, J. M. (1992): *Las dotación de infraestructuras del transporte en las Comunidades Autónomas*. SGCIP, DT n° 92005 Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid.
- NIJKAMP, P. (1986): "Infrastructure and regional development: a multidimensional policy analysis". *Empirical economics*, Vol. 11, pp. 1-21.