

18. UNA PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE INDICADORES DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LOS MUNICIPIOS ANDALUCES¹

JUAN DE DIOS JIMÉNEZ AGUILERA
ÁNGELES SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ
ROBERTO MONTERO GRANADOS
RAFAEL LÓPEZ ARREDONDO ²

1. Introducción

El desarrollo es sostenible o sustentable cuando es económicamente eficiente, institucionalmente democrático y pluralista, socialmente equitativo y ambientalmente equilibrado. Este concepto lleva implícito la necesidad de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer a las generaciones futuras (Informe Brundtland³). Si bien este es el concepto más difundido de desarrollo sostenible, no es el único y existen aportaciones desde diferentes disciplinas científicas⁴. No obstante, la mayoría de los autores encuadran

1 Citar como: Jiménez Aguilera, J. D.; Sánchez Domínguez, A.; Montero Granados, R.; López Arredondo, R. (2013). “Una propuesta de elaboración de indicadores de desarrollo sostenible en los municipios andaluces”. En: Camacho Ballesta, J. A. y Jiménez Olivencia, Y. (eds.). *Desarrollo Regional Sostenible en tiempos de crisis*. Vol. 2, cap. 18, pág. 315-344. Ed. Universidad de Granada, Granada. ISBN 978-84-338-5559-6. [<http://hdl.handle.net/10481/27516>]

2 Departamento de Economía Aplicada. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Granada.

3 De título “Nuestro futuro común” es un documento publicado en 1982 y más conocido como “Informe Brundtland”, elaborado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, creada por las Naciones Unidas y presidida por Gro Brundtland, la primer ministro de Noruega. El informe Brundtland consolida una visión crítica del modelo de desarrollo adoptado por los países industrializados e imitado por las naciones en desarrollo, destacando la incompatibilidad entre los modelos de producción y consumo vigentes en los primeros y el uso racional de los recursos naturales y la capacidad de soporte de los ecosistemas. A partir de su publicación El informe Brundtland se ha convertido en referencia mundial para la elaboración de estrategias y políticas de desarrollo ecológicas.

4 Vid. el capítulo 2 de Castro Bonaño (2004) donde se analizan las aportaciones al concepto de

el desarrollo sostenible en torno a tres conceptos o subsistemas, a saber, económico, social y ambiental. En esta línea destacan los tres pilares del desarrollo sostenible propuesto por Munasinghe (1993), que distingue entre sostenibilidad medioambiental, económica y social; o el concepto de sostenibilidad urbana de Camagni (1998, p. 108) como “balance entre los tres medios que constituyen la estructura profunda de la sociedad”, a saber, medio económico, medio social, y medio físico, natural y urbanizado.

Disponer de indicadores relevantes, pertinentes y factibles de construir, integrados en un sistema permanente de evaluación y revisión servirá de base para la definición y construcción de políticas públicas. Es aquí donde los indicadores de desarrollo sostenible deben permitir por medio de la simplificación de procesos complejos entender el estado actual, identificar su meta final, y determinar el progreso que se ha alcanzado hacia esta meta. En este marco se han puesto en práctica diversas iniciativas tales como la Estrategia Europea de Desarrollo Sostenible (EEDS) de Eurostat que elabora indicadores de desarrollo sostenible, entendiendo por tal la conciliación de aspectos sociales, económicos, medioambientales e institucionales; el Banco Público de Indicadores Ambientales del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino de España, que tiene por objeto la elaboración y difusión de la información ambiental en el marco de la Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente; o la elaboración en Andalucía de las Bases para un Sistema de Indicadores de Medio Ambiente Urbano en 2001.

En este trabajo, a partir de veintinueve indicadores de desarrollo sostenible de cuatro áreas temáticas (renta y empleo, población y capital humano, entorno natural y consumo, producción y tráfico) agrupadas a su vez en los subsistemas económico-social y ambiental (cuadro 1), se ha construido un índice sintético de desarrollo sostenible en 2009 para los municipios andaluces agrupados en las treinta y cuatro unidades territoriales establecidas en el Plan de Ordenación Territorial de Andalucía (POTA), aprobado en noviembre de 2006. En el POTA (título IV, capítulo 2) se recoge una zonificación de Andalucía en unidades territoriales (grupo de municipios) en cuya delimitación se tienen en cuenta tanto factores físicos (medio natural, usos primarios del suelo) como urbanos y económicos (tramas y redes de ciudades, áreas de influencia urbana). Las unidades territoriales delimitadas toman como criterio básico las estructuras urbanas intermedias entendidas desde sus componentes básicos, los núcleos urbanos y las características socioterritoriales de sus ámbitos municipales.

Para la construcción de indicadores sintéticos se utiliza el Análisis de Componente Principales (ACP). La información estadística procede del Instituto de Estadística de Andalucía y de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

2. Construcción de indicadores sintéticos con ACP

Un índice sintético o global es una función matemática de indicadores parciales de la forma $I=F(X_1, X_2, \dots, X_n)$, donde n es el número de indicadores parciales que aportan información sobre el objeto a medir, esto es, sobre el desarrollo sostenible, y “ m ” es el número de municipios, unidades territoriales, países, etc. Así, existirá una matriz X de observaciones de orden “ $m \times n$ ”, en la que el elemento x_{ji} representará el estado en el que se encuentra el indicador i en el territorio j . En esta matriz de observaciones X , los com-

ponentes que se relacionen negativamente con el desarrollo sostenible deben recogerse con signo negativo y los que mantengan una relación positiva con signo positivo. De esta forma, los aumentos (o disminuciones) de los valores de cualquier indicador parcial se corresponden con una mejora (o empeoramiento) del desarrollo sostenible.

Otro aspecto a tener en cuenta en la construcción de indicadores sintéticos es la depuración del efecto tamaño. En general, cuanto mayor es el municipio mayores son los valores de las variables observables, por tanto, para relativizar los valores observados, basta con expresar las variables como ratios dividiendo por la población o por la superficie, según que sus respectivos valores crezcan a medida que aumenta la población o la superficie (*vid.* Cancelo de la Torre y Uriz Tomé, 1994).

En el cuadro 1 se detallan los veintinueve indicadores simples o de primer nivel de los que se ha partido en este trabajo que han sido elaborados teniendo en cuenta la depuración del efecto tamaño o escala, y se recoge el signo con el que se ha introducido cada indicador simple en el modelo. En el anexo 1 se recogen las fichas técnicas de los indicadores simples.

Para la elaboración de un indicador de desarrollo sostenible IDS de las treinta y cuatro unidades territoriales de Andalucía se ha utilizado el análisis de componentes principales (ACP), una técnica de análisis multivariante que permite la estimación de conceptos que no son directamente medibles (variables latentes) y sobre los que influyen una gran cantidad de variables. Dado que en ACP se calculan combinaciones lineales de las variables originales expresadas en unidades de medida diferentes, las variables deben estar tipificadas. Pero, como demuestran Uriel y Aldós (2005, pp. 383-385), no es suficiente con tipificar las variables, es necesario eliminar el efecto tamaño o escala, ya que el método de componentes principales es sensible a dicho efecto.

En este trabajo se ha aplicado el ACP en dos fases o etapas⁵. En la primera etapa se ha pasado de veintinueve indicadores simples a cuatro indicadores por áreas temáticas: renta y empleo (IRE), población y capital humano (IPCH), entorno natural (IEN) y consumo, producción y tráfico (ICPT). En la segunda etapa, se ha integrado la información de los cuatro indicadores por áreas temáticas en el índice sintético de desarrollo sostenible IDS (cuadro).

Para la elaboración de los cuatro indicadores por áreas temáticas se ha aplicado el ACP y, a partir de los componentes extraídos, se ha calculado el indicador según la propuesta de Peters y Butler et al (1970), como la suma de los componentes principales ponderados por la raíz cuadrada de la varianza de cada componente:

$$I_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^r Z_{rj} * \sqrt{\lambda_r}}{\sum_{i=1}^r \sqrt{\lambda_r}} \quad (1)$$

Donde k se refiere al indicador de cada etapa o fase (en la primera fase k=1,2,3 y 4; en la segunda fase k=1); j=1, 2, ..., m representa las 34 unidades territoriales, r es el número de componentes o factores extraídos (Z) en cada ACP. La varianza de un componente principal λ es el autovalor o raíz característica asociada a dicho componente.

5 En esta misma línea de estimación de indicadores sintéticos por etapas sucesivas, puede consultarse Castro Bonaño (2004) y Escobar (2006).

Al multiplicar cada componente por la proporción de la raíz cuadrada de su varianza, se da respuesta de forma objetiva a una de las mayores dificultades que plantea la elaboración de índices sintéticos, esto es, la ponderación asignada a cada variable observable en el índice sintético⁶.

Una vez elaborados los cuatro indicadores por área temática, para calcular el índice sintético de desarrollo sostenible IDS, se vuelve a aplicar el ACP a aquellas variables o indicadores simples que tengan una correlación significativa (mayor correlación) con los indicadores obtenidos en la fase anterior (indicadores por áreas). De esta forma se intenta minimizar la subjetividad en la selección de los indicadores que conforman el índice sintético global. Una vez obtenidos los componentes o factores del ACP se calcula el índice sintético de desarrollo sostenible IDS aplicando la fórmula (1).

3. Resultados de los indicadores por áreas temáticas

El ACP se ha realizado con SPSS. Para la selección del número de componentes principales o factores se ha aplicado el método de media aritmética o regla Kaiser, seleccionando aquellos componentes cuya raíz característica (autovalor) excede a la unidad ($\lambda_j > 1$), es decir, aquellos factores que en promedio expliquen más de una variable. En todos los casos se han extraído los componentes principales rotados, con el método de rotación varimax que minimiza el número de variables que tienen saturaciones altas en cada factor y simplifica la interpretación de las variables observadas.

Elaboración de indicadores por áreas temáticas

Para analizar la pertinencia de la aplicación del ACP al conjunto de variables observadas (indicadores simples de este trabajo), se han realizado dos contrastes: el contraste de esfericidad de Barlett y la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer y Olkin. El contraste de esfericidad de Barlett prueba si las variables del trabajo están correlacionadas entre sí o no. Si no lo estuvieran no existirían factores comunes, por tanto no tendría sentido aplicar el ACP (el número de factores sería igual al número de variables). Concretamente se comprueba si el determinante de la matriz de correlaciones de las variables es distinto de uno, es decir si la matriz de correlaciones es distinta de la matriz identidad. El contraste es el siguiente:

$$H_0: |R| = 1 \text{ (las variables están incorreladas)}$$

$$H_1: |R| \neq 1 \text{ (las variables están correladas)}$$

El test se basa en la distribución chi cuadrado, de modo que valores altos llevarían a rechazar la hipótesis nula (H_0). Esto es, cuando el p-valor sea 0,000 puede concluirse que existe correlación significativa entre las variables, de modo que es pertinente la aplicación del ACP a las variables originales (Pérez López, 2005, p. 508).

Por su parte, Kaiser-Meyer y Olkin definen la medida KMO de adecuación global al modelo factorial basada en los coeficientes de correlación observados de cada par de variables y en sus coeficientes de correlación parcial. Esta medida tomará valores

6 En García Lautre et al (1998) se recogen otras propuestas alternativas para obtener índices sintéticos a partir del ACP.

CUADRO 1. INDICADORES DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LAS UNIDADES TERRITORIALES DE ANDALUCÍA

INDICADORES SIMPLES	INDICADORES POR ÁREAS	SUBSISTEMAS
+RE1 Renta per cápita +RE2 Tasa de crecimiento de la renta per cápita +RE3 N° líneas telefónicas por cada 1000 habitantes +RE4 N° líneas de RDSI por cada 1000 habitantes +RE5 N° líneas de ADSL por cada 1000 habitantes +RE6 N° de pantallas de cine por cada 100.000 habitantes +RE7 Tasa de empleo -RE8 Tasa de paro	Renta y empleo (IRE)	Socio-económico
-PO1 Densidad de población +PO2 Tasa de crecimiento demográfico -PO3 Tasa de mortalidad infantil -PO4 Tasa de dependencia demográfica de la 3ª edad +PO5 % Población de menos de 15 años +PO6 Participación electoral -PO7 Tasa de analfabetismo +PO8 % Población que ha completado al menos 2º grado sobre la población de 15 o más edad +PO9 N° de bibliotecas por cada 100.000 habitantes	Población y capital humano (IPCH)	
+EN1 % Superficie de monte maderable -EN2 % Superficie con erosión elevada o muy elevada -EN3 Terreno improductivo +EN4 Porcentaje de superficie de zonas verdes y espacios de ocio +EN5 Densidad zonas verdes y espacios de ocio (Has por cada 1000 habitantes) +EN6 Espacios Naturales Protegidos	Entorno natural (IEN)	Ambiental
-CO1 Residuos urbanos -CO2 Consumo de energía eléctrica per cápita -CO3 Intensidad energética de la economía -CO4 N° de turismos por cada 1000 habitantes (densidad de coches) +CO5 Utilización de vehículos menos contaminantes +CO6 N° Autobuses por cada 1000 turismos	Consumo, producción y tráfico (ICPT)	

El signo que precede a los indicadores simples indica el signo con el que son introducidos en el ACP.

Fuente: Elaboración propia.

entre 0 y 1, de modo que valores de KMO por debajo de 0,5 no serán aceptables, considerándose inadecuados los datos para un análisis factorial. Para valores superiores a 0,5 se considera aceptable la adecuación de los datos a un modelo de análisis factorial (Pérez López, 2005, pp. 500-501).

Una vez que se realiza el ACP, el primer elemento que debe observarse es el determinante de la matriz de correlaciones de las variables. Un valor pequeño del determinante indica que el grado de intercorrelación entre las variables es muy alto, condición inicial que debe cumplir el ACP (Pérez López, 2005, p. 508).

El cuadro 2 recoge los resultados de los contrastes anteriores sobre la adecuación de la muestra al ACP para los cuatro indicadores IRE, IPCH, IEN e ICPT. Estos datos muestran que es pertinente aplicar los cuatro ACP, dada la adecuación de los cuatro bloques de indicadores simples a sus respectivos ACP.

CUADRO 2. CONTRASTES DE IDONEIDAD DE LA APLICACIÓN DEL ACP (IRE, IPCH, IEN, ICPT)

CONTRASTES	IRE	IPCH	IEN	ICPT
Medida de adecuación muestral KMO	0,512	0,643	0,660	0,563
Prueba de esfericidad de Barlett				
Chi-cuadrado aproximado	170,603	250,737	53,600	43,091
Gl.	28	36	15	15
Sig. p-valor	0,000	0,000	0,000	0,000
Determinante matriz de correlaciones	0,003	0,000	0,158	0,240

Para el área de renta y empleo (IRE) se han obtenido 3 componentes o factores que explican el 81,376% de la varianza del fenómeno que quiere estudiarse, renta y empleo en el subsistema socio-económico (cuadro 3). Concretamente el primer factor explica 2,951 variables que en términos relativos representa explicar el 36,889% de la varianza, el segundo factor explica 1,833 variables (el 22,909% de la varianza) y el tercer factor explica 1,726 variables (el 21,579% de la varianza).

CUADRO 3. RESULTADOS DEL ACP ROTADA, IRE

VARIABLES	COMPONENTES ROTADOS(A)			COMUNALIDADES
	1	2	3	
RE1	0,895	0,091	-0,034	0,811
RE2	0,160	-0,251	0,798	0,725
RE3	-0,037	0,943	-0,045	0,893
RE4	0,887	0,344	0,104	0,915
RE5	0,516	0,770	0,061	0,863
RE6	0,790	-0,121	0,153	0,662
RE7	0,577	0,101	0,757	0,917
RE8	-0,337	0,368	0,689	0,724
Autovalores	2,951	1,833	1,726	Total 6,510
% Varianza	36,889	22,909	21,579	Acumulada 81,376

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

(a) La rotación ha convergido en 6 iteraciones.

La matriz de componentes (columnas 2-4 y filas 2-9 del cuadro) recoge el coeficiente de correlación entre las variables y cada componente, con un rango de variación (-1,1). Puede comprobarse que el factor 1 tiene una correlación alta con las variables renta per capita (RE1) y nº de líneas de RDSI (RE4). El factor 2 está muy correlacionado con la variable nº de líneas telefónicas (RE3) y el factor 3 está correlacionado con la tasa de crecimiento de la renta per capita (RE2).

La comunalidad es la proporción de variabilidad de cada variable explicada por los “r” componentes o factores extraídos. Antes de la extracción, la comunalidad de cada variable es la unidad, e interesa que después de la extracción siga siendo alta. Las comunalidades obtenidas (última columna y filas 2-9 del cuadro) muestran que la cantidad de información explicada por el modelo estimado contenida en cada una de las variables es muy alta, destacando las variables tasa de empleo (RE7) y nº de líneas de RDSI (RE4).

El programa SPSS facilita los factores calculados como combinaciones lineales de las variables originales. A partir de estos factores y aplicando la fórmula (1) se ha obtenido el indicador de renta y empleo en las treinta y cuatro unidades territoriales de Andalucía. Al estar tipificadas las variables, los indicadores construidos tomarán valores positivos y negativos. Para facilitar su interpretación se ha aplicado una transformación matemática para que todos los valores sean positivos. La función de transformación utilizada, propuesta por Calsamiglia (1990), es la siguiente:

$$f(I) = \begin{cases} 1 + \frac{(q-1)}{2} e^I; & \text{si } I < 0; \text{ siendo } q = 100 \\ q - \frac{(q-1)}{2} e^{-I}; & \text{si } I > 0; \text{ siendo } q = 100 \end{cases} \quad (2)$$

donde I es el valor del indicador obtenido en cada territorio tras aplicar la fórmula (1).

El cuadro 4 muestra los resultados alcanzados en IRE. Las unidades territoriales aparecen ordenadas de mayor a menor valor en el indicador de renta y empleo, distinguiendo entre las unidades que se sitúan por encima y por debajo de la media. Se ha calculado también el coeficiente de variación de Pearson que permitirá comparar la disparidad territorial en los diferentes índices calculados.

El IRE mide básicamente el desarrollo económico, esto es, encuadrado en el subsistema económico cuyos objetivos primeros serían para Camagni et al. (1998) la búsqueda de beneficios y crecimiento económico. Sobre esta base, los resultados alcanzados en el IRE son muy coherentes. Los municipios más dinámicos desde el punto de vista económico son los de la Costa del Sol, Poniente Almeriense y Levante almeriense y los centros regionales de cinco provincias andaluzas (los centros regionales incluyen la capital y los municipios del área metropolitana).

CUADRO 4. ORDENACIÓN TERRITORIAL SEGÚN IRE

POSICIÓN	UNIDAD TERRITORIAL	IRE
	Sobre la media	
1	Costa del Sol	91,22
2	Poniente Almeriense	86,59
3	Centro Regional de Granada	79,18
4	Levante almeriense	77,58
5	Centro Regional de Sevilla	74,60
6	Centro Regional de Málaga	73,79
7	Centro Regional de Almería	72,47
8	Costa Occidental de Huelva	63,06
9	Centro Regional de Córdoba	62,49
10	Centro Regional de Jaén	62,47
11	Centro Regional de Huelva	54,83
12	Costa de Granada	54,53
13	Vélez-Málaga y Axarquía	52,92
	Bajo la media	
14	Centro Regional de Bahía de Algeciras	47,62
15	Montoro	45,44
16	Centro-Norte de Jaén	44,16
17	Campaña y Subbético de Córdoba-Jaén	44,05
18	Cazorla, Segura, Las Villas y Mágina	42,72
19	Depresiones de Antequera y Granada	41,51
20	Sureste árido-Almanzora	40,45
21	Centro Regional de Bahía Cádiz-Jerez	39,60
22	Vega del Guadalquivir	37,20
23	Sierra de Aracena	36,02
24	Aljarafe-Condado-Marismas	35,93
25	Campaña y Sierra Sur de Sevilla	35,82
26	Altiplanicies Orientales	34,65
27	Valle del Guadiato-Los Pedroches	34,60
28	Alpujarras-Sierra Nevada	33,61
29	Sierra Norte de Sevilla	31,45
30	Andévalo y Minas	28,68
31	La Janda	27,18
32	Serranías de Cádiz y Ronda	26,90
33	Costa Noroeste de Cádiz	25,40
34	Bajo Guadalquivir	24,24
	MEDIA	48,91
	Coefficiente de variación de Pearson (%)	38,76

Fuente: Elaboración propia.

En el área de población y capital humano (IPCH) se han obtenido también 3 componentes o factores que explican el 80,425% de la varianza de aspectos demográficos y de capital humano en el subsistema socio-económico (cuadro 5). Concretamente el primer factor explica 3,073 variables que en términos relativos representa explicar el 34,148% de la varianza, el segundo factor explica 2,739 variables (el 30,429% de la varianza) y el tercer factor explica 1,426 variables (el 15,848% de la varianza).

CUADRO 5. RESULTADOS DEL ACP ROTADA, IPCH

VARIABLES	COMPONENTES ROTADOS(A)			COMUNALIDADES
	1	2	3	
PO1	-0,804	-0,263	-0,045	0,717
PO2	0,109	0,375	0,746	0,709
PO3	-0,075	-0,094	0,902	0,828
PO4	0,404	0,867	0,029	0,916
PO5	0,104	0,960	0,053	0,935
PO6	-0,562	-0,371	-0,077	0,459
PO7	0,921	0,247	-0,030	0,909
PO8	0,950	0,097	-0,036	0,914
PO9	-0,411	-0,799	-0,207	0,851
Autovalores	3,073	2,739	1,426	Total 7,238
% Varianza	34,148	30,429	15,848	Acumulada 80,425

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

(a) La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

La matriz de componentes (columnas 2-4 y filas 2-10 del cuadro 5) recoge el coeficiente de correlación entre las nueve variables y cada uno de los tres componentes. Puede comprobarse que el factor 1 tiene una correlación alta con las variables PO7 y PO8 que miden el capital humano de las unidades territoriales. El factor 2 está muy correlacionado con la variable PO5, porcentaje de población mas joven (de menos de 15 años) y el factor 3 está muy correlacionado con la tasa de mortalidad infantil (PO3).

Las comunalidades obtenidas (última columna y filas 2-10 del cuadro 5) muestran que la cantidad de información explicada por el modelo estimado contenida en cada una de las variables es muy alta para todos los indicadores simples excepto para participación electoral (PO6). Destacan cuatro variables con valores superiores a 0,9 (porcentaje de población de menos de 15 años PO5, tasa de dependencia de la 3ª edad PO4, porcentaje de población que al menos ha completado estudios de 2º grado PO8 y la tasa de analfabetismo PO7).

El cuadro 6 muestra los resultados en el IPCH –una vez aplicada la transformación matemática de la ecuación (2)– que engloba aspectos demográficos y del capital humano. Por encima de la media se sitúan todos los centros regionales de Andalucía y los municipios de la costa.

CUADRO 6. ORDENACIÓN TERRITORIAL SEGÚN IPCH

POSICIÓN	UNIDAD TERRITORIAL	IPCH
	Sobre la media	
1	Centro Regional de Sevilla	78,10
2	Centro Regional de Huelva	78,07
3	Costa del Sol	77,57
4	Centro Regional de Málaga	76,09
5	Centro Regional de Bahía Cádiz-Jerez	75,91
6	Centro Regional de Bahía de Algeciras	73,35
7	Costa Occidental de Huelva	72,35
8	Costa Noroeste de Cádiz	69,50
9	Poniente Almeriense	69,05
10	Centro Regional de Almería	67,09
11	Centro Regional de Granada	64,61
12	Centro Regional de Córdoba	64,36
13	Costa de Granada	61,68
14	Bajo Guadalquivir	57,97
15	Levante almeriense	53,21
16	Centro Regional de Jaén	53,11
17	Serranías de Cádiz y Ronda	52,08
	Bajo la media	
18	Vélez-Málaga y Axarquía	50,01
19	Vega del Guadalquivir	49,23
20	Aljarafe-Condado-Marismas	48,57
21	Campaña y Sierra Sur de Sevilla	45,75
22	La Janda	45,23
23	Centro-Norte de Jaén	41,11
24	Campaña y Subbético de Córdoba-Jaén	41,05
25	Andévalo y Minas	37,88
26	Valle del Guadiato-Los Pedroches	36,54
27	Sierra Norte de Sevilla	35,51
28	Sureste árido-Almanzora	29,66
29	Montoro	28,60
30	Altiplanicies Orientales	27,56
31	Cazorla, Segura, Las Villas y Mágina	26,53
32	Depresiones de Antequera y Granada	26,51
33	Sierra de Aracena	15,76
34	Alpujarras-Sierra Nevada	10,29
	MEDIA	51,17
	Coefficiente de variación de Pearson (%)	37,78

Fuente: Elaboración propia.

Según muestra el cuadro 7, en el área entorno natural (IEN) se han obtenido 2 componentes que explican el 64,675% de la varianza de los aspectos del entorno natural y superficie del subsistema ambiental incorporados en el modelo y que influyen en el desarrollo sostenible de un territorio. El primer factor explica 2,322 variables que en términos relativos representa explicar el 38,696% de la varianza y el segundo factor explica 1,559 variables (el 25,979% de la varianza).

CUADRO 7. RESULTADOS DEL ACP ROTADA, IEN

VARIABLES	COMPONENTES ROTADOS(A)		COMUNALIDADES
	1	2	
EN1	0,123	0,817	0,682
EN2	-0,239	0,662	0,495
EN3	-0,779	0,155	0,631
EN4	0,914	-0,162	0,862
EN5	0,888	0,016	0,788
EN6	-0,138	0,634	0,421
Autovalores	2,322	1,559	Total 3,881
% Varianza	38,696	25,979	Acumulada 64,675

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

(a) La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

La matriz de componentes (columnas 2-3 y filas 2-7 del cuadro 7) recoge el coeficiente de correlación entre los seis indicadores simples de entorno natural y los dos factores extraídos. El factor 1 tiene una elevada correlación con las variables relativas a zonas verdes y espacios de ocio sobre la superficie total y población de las unidades territoriales (EN4 y EN5). El factor 2 está correlacionado con el indicador simple EN1 (porcentaje de superficie de monte maderable).

Las comunalidades obtenidas (última columna y filas 2-7 del cuadro 7) muestra que en el caso de dos indicadores simples (EN6 espacios naturales protegidos y EN2 porcentaje de superficie con erosión elevada o muy elevada) la proporción de variabilidad de estos dos indicadores explicada por los dos factores extraídos es baja.

El cuadro 8 recoge la ordenación territorial en el IEN, una vez aplicada la transformación matemática de la ecuación (2). En este indicador, en el que se valoran aspectos relativos al capital natural de los municipios, se sitúan por encima de la media municipios de una gran riqueza en biodiversidad y recursos naturales tales como Alpujarras-Sierra Nevada (basados en una agricultura de montaña especialmente difícil), Cazorla, Segura, Las Villas y Mágina (muy densamente arbolados), Sierra de Aracena y Sierra Norte de Sevilla (áreas caracterizadas por un uso agroforestal bastante homogéneo, un débil poblamiento rural y bajas densidades, así como por la ausencia de núcleos urbanos de tamaño medio).

CUADRO 8. ORDENACIÓN TERRITORIAL SEGÚN IEN

POSICIÓN	UNIDAD TERRITORIAL	IEN
	Sobre la media	
1	Costa del Sol	95,14
2	Costa Occidental de Huelva	89,03
3	Aljarafe-Condado-Marismas	81,14
4	Centro Regional de Bahía de Algeciras	76,26
5	Alpujarras-Sierra Nevada	73,28
6	Andévalo y Minas	71,73
7	Sierra de Aracena	71,42
8	Levante almeriense	67,65
9	Centro Regional de Huelva	67,04
10	Cazorla, Segura, Las Villas y Mágina	64,58
11	Centro Regional de Granada	62,72
12	Sureste árido-Almanzora	62,03
13	Sierra Norte de Sevilla	56,66
14	Centro Regional de Sevilla	54,52
15	Poniente Almeriense	51,36
16	Costa Noroeste de Cádiz	49,98
	Bajo la media	
17	Altiplanicies Orientales	45,42
18	Centro Regional de Almería	40,69
19	Vega del Guadalquivir	39,37
20	Centro Regional de Bahía Cádiz-Jerez	39,20
21	La Janda	38,24
22	Centro-Norte de Jaén	36,66
23	Costa de Granada	35,55
24	Serranías de Cádiz y Ronda	35,42
25	Valle del Guadiato-Los Pedroches	33,56
26	Centro Regional de Córdoba	32,55
27	Montoro	29,48
28	Centro Regional de Málaga	28,36
29	Vélez-Málaga y Axarquía	26,72
30	Depresiones de Antequera y Granada	23,96
31	Campaña y Sierra Sur de Sevilla	22,17
32	Bajo Guadalquivir	22,17
33	Campaña y Subbético de Córdoba-Jaén	20,83
34	Centro Regional de Jaén	19,88
	MEDIA	48,96
	Coefficiente de variación de Pearson (%)	43,41

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en el área consumo, producción y tráfico (ICPT) se han obtenido 2 componentes que explican el 64,675% de la varianza de los aspectos relativos al consumo, producción y tráfico que afectan al subsistema ambiental y por tanto determinan el nivel de desarrollo sostenible de un territorio (cuadro 9). El primer factor explica 2,322 variables que en términos relativos representa explicar el 38,696% de la varianza y el segundo factor explica 1,559 variables (el 25,979% de la varianza).

CUADRO 9. RESULTADOS DEL ACP ROTADA, ICPT

VARIABLES	COMPONENTES ROTADOS(A)		COMUNALIDADES
	1	2	
CO1	0,410	-0,553	0,473
CO2	0,911	-0,083	0,836
CO3	0,897	0,150	0,828
CO4	0,401	-0,468	0,380
CO5	0,196	0,829	0,726
CO6	0,022	0,633	0,401
Autovalores	2,002	1,642	Total 3,644
% Varianza	33,372	27,359	Acumulada 60,731

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

(a) La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

La matriz de componentes (columnas 2-3 y filas 2-7 del cuadro 9) muestra que el factor 1 tiene una elevada correlación con las variables relativas a la utilización de energía eléctrica tanto para el consumo como para la producción (CO2 y CO3), mientras que el factor 2 está muy correlacionado con el tráfico sostenible (utilización de vehículos menos contaminantes, CO5). Respecto a las comunalidades extraídas (última columna y filas 2-7 del cuadro) habría que destacar que en el caso de tres indicadores simples (densidad de coches CO4, nº de autobuses por cada 1000 turismos CO6 y residuos urbanos CO1) la proporción de variabilidad de estos dos indicadores explicada por los dos factores extraídos es baja.

Los resultados registrados por el ICPT, una vez aplicada la transformación matemática de la ecuación (2), se recogen en el cuadro 10. Este índice engloba variables o indicadores simples que intentan medir la interferencia que el consumo y producción tienen en el ambiente. De ahí que los comportamientos que generan externalidades negativas en el medio ambiente se incorporan con signo negativo al modelo (variables CO1, CO2, CO3 y CO4), mientras que aquellas actitudes que favorezcan el desarrollo sostenible (utilización de vehículos menos contaminantes CO5 y de autobuses CO6) se introducen con signo positivo.

CUADRO 10. ORDENACIÓN TERRITORIAL SEGÚN ICPT

POSICIÓN	UNIDAD TERRITORIAL	ICPT
	Sobre la media	
1	Centro Regional de Almería	87,69
2	Centro Regional de Granada	83,44
3	Centro Regional de Málaga	83,18
4	Centro Regional de Córdoba	79,07
5	Sierra de Aracena	78,59
6	Costa Occidental de Huelva	75,12
7	Valle del Guadiato-Los Pedroches	70,54
8	Depresiones de Antequera y Granada	70,05
9	Altiplanicies Orientales	69,74
10	Alpujarras-Sierra Nevada	67,79
11	Campaña y Subbético de Córdoba-Jaén	64,96
12	Cazorla, Segura, Las Villas y Mágina	62,72
13	Centro Regional de Bahía Cádiz-Jerez	62,48
14	Centro Regional de Jaén	60,94
15	Vélez-Málaga y Axarquía	59,83
16	Campaña y Sierra Sur de Sevilla	56,05
17	Poniente Almeriense	55,39
18	Centro Regional de Sevilla	54,57
	Bajo la media	
19	La Janda	43,54
20	Bajo Guadalquivir	42,61
21	Serranías de Cádiz y Ronda	41,66
22	Costa del Sol	41,04
23	Levante almeriense	38,82
24	Costa Noroeste de Cádiz	35,20
25	Aljarafe-Condado-Marismas	33,18
26	Costa de Granada	31,31
27	Vega del Guadalquivir	29,61
28	Sureste árido-Almanzora	26,93
29	Montoro	26,01
30	Andévalo y Minas	25,68
31	Centro-Norte de Jaén	24,25
32	Sierra Norte de Sevilla	21,96
33	Centro Regional de Huelva	18,50
34	Centro Regional de Bahía de Algeciras	7,48
	MEDIA	50,88
	Coefficiente de variación de Pearson (%)	43,10

Fuente: Elaboración propia.

4. El índice de desarrollo sostenible (IDS)

La última fase del trabajo se centra en la construcción del índice sintético de desarrollo sostenible (IDS) que reúna toda la información relevante de las áreas de renta y empleo (IRE), población y capital humano (IPCH), entorno natural (IEN), y consumo, producción y tráfico (ICPT). Para elaborar el IDS se aplica ACP a los indicadores simples más correlacionados con los cuatro indicadores por áreas temáticas obtenidos en el epígrafe anterior. El cuadro 11 recoge los resultados del análisis de correlación bilateral realizado. Los resultados muestran que los indicadores simples RE2, RE8, PO3, EN2, EN6, CO1 y CO4 no registran una correlación significativa al 1% bilateral con sus respectivos índices de áreas, de modo que estos siete indicadores simples o variables no serán incorporados para la elaboración del IDS.

CUADRO 11. CORRELACIÓN ENTRE LOS INDICADORES SIMPES Y LOS INDICADORES POR ÁREAS TEMÁTICAS (IRE, IPCH, IEN, ICPT)

INDICADORES SIMPES	CORRELACIÓN PEARSON (SIG. BILATERAL) IRE	CORRELACIÓN PEARSON (SIG. BILATERAL) IPCH	CORRELACIÓN PEARSON (SIG. BILATERAL) IEN	CORRELACIÓN PEARSON (SIG. BILATERAL) ICPT
RE1	0,633** (0,000)			
RE2	0,385* (0,025)			
RE3	0,452** (0,007)			
RE4	0,833** (0,000)			
RE5	0,787** (0,000)			
RE6	0,546** (0,001)			
RE7	0,832** (0,000)			
RE8	0,323 (0,062)			
PO1		-0,705** (0,000)		
PO2		0,633** (0,000)		
PO3		0,293 (0,092)		
PO4		0,809** (0,000)		
PO5		0,682** (0,000)		
PO6		-0,628** (0,000)		
PO7		0,738** (0,000)		
PO8		0,663** (0,000)		
PO9		-0,852** (0,000)		
EN1			0,613** (0,000)	
EN2			0,235 (0,181)	
EN3			-0,504** (0,000)	
EN4			0,604** (0,000)	
EN5			0,697** (0,000)	
EN6			0,295 (0,090)	
CO1				-0,067 (0,705)
CO2				0,619** (0,000)
CO3				0,765** (0,000)
CO4				-0,016 (0,926)
CO5				0,702** (0,000)
CO6				0,441** (0,009)

* La correlación es significativa al 0,05 bilateral.

**La correlación es significativa al 0,01 bilateral.

FUENTE: Elaboración propia.

Por tanto, se realiza el ACP a los veintidós indicadores simples restantes. La información del cuadro 12 muestra que la muestra resultante es adecuada para aplicar el ACP.

CUADRO 12. CONTRASTES DE IDONEIDAD DE LA APLICACIÓN DEL ACP PARA CALCULAR IDS

CONTRASTES	IDS
Medida de adecuación muestral KMO	0,538
Prueba de esfericidad de Barlett	
Chi-cuadrado aproximado	856,044
Gl.	231
Sig. p-valor	0,000
Determinante matriz de correlaciones	1,07E-015

El ACP realizado extrae seis componentes que explican un elevado porcentaje de varianza (83,948%) del fenómeno que quiere estudiarse, el desarrollo sostenible (cuadro 13). Del análisis de la matriz de componentes rotada (filas 2-23 y columnas 2-7 del cuadro 13) puede deducirse el nombre o interpretación de los componentes o factores, es decir, la información que resumen de la muestra de variables. Esta tarea no siempre es fácil, ni siquiera posible. Para que un factor sea fácilmente interpretable, debe reunir las siguientes características (vid. Terrádez Gurrea, 2011, p. 3):

1. La correlación entre componentes y variables deben ser próximas a la unidad en valor absoluto.
2. Una variable debe tener coeficiente de correlación elevado solo en un componente.
3. No deben existir componentes con coeficientes de correlación similares.

Tal y como muestra el cuadro 13, los seis componentes extraídos reúnen las tres características anteriores. El primer factor que explica aproximadamente 5,118 variables (23,264% de la varianza) tiene una correlación muy alta con el porcentaje de población que ha completado al menos estudios de 2º grado (PO8) y con la renta per capita (RN1). A este primer factor se le podría denominar “capital humano y renta”. El segundo factor explica 4,093 variables (18,605% de la varianza) tiene una correlación muy alta con el porcentaje de población menor de 15 años (PO5) y la tasa de dependencia de la 3ª edad (PO4), de modo que se le podría etiquetar como “estructura demográfica por edades”. El tercer factor explica 3,549 variables (16,130% de la varianza) tiene una correlación muy elevada con el porcentaje de superficie de zonas verdes y espacios de ocio (EN4) y con la densidad de zonas verdes y espacios de ocio (EN5), por tanto este factor representa “zonas verdes y espacios de ocio”. El cuarto factor explica 2,157 variables (9,803% de la varianza) tiene una correlación muy alta con la intensidad energética (CO3) y con el consumo de energía per capita (CO2), se podría denominar “consumo de energía”, puesto que la intensidad energética es el consumo de energía por unidad monetaria de renta. Los factores 5 y 6 se refieren al mismo concepto “consumo sostenible”, ya que están muy relacionados, respectivamente, con el número de autobuses por cada 1000 turismos (CO6) y la utilización de vehículos menos contaminantes (C05).

CUADRO 13. RESULTADOS DEL ACP ROTADA, IDS

VARIABLES	COMPONENTES ROTADOS(A)						COMUNALIDADES
	1	2	3	4	5	6	
RN1	0,917	0,259	-0,004	0,049	-0,061	0,194	0,951
RN3	0,201	-0,719	0,539	0,119	-0,059	0,172	0,895
RN4	0,787	0,237	0,443	-0,018	-0,060	0,278	0,953
RN5	0,478	-0,096	0,712	-0,034	0,008	0,200	0,787
RN6	0,427	0,533	0,287	0,191	0,458	0,088	0,802
RN7	0,273	0,467	0,325	-0,159	0,009	0,666	0,868
PO1	-0,751	-0,270	-0,292	-0,227	0,006	0,025	0,775
PO2	0,125	0,477	0,117	-0,376	-0,338	-0,079	0,519
PO4	0,331	0,863	0,217	-0,056	0,037	0,072	0,911
PO5	0,184	0,892	0,028	0,057	-0,155	0,047	0,859
PO6	-0,347	-0,467	-0,251	0,092	-0,434	0,418	0,773
PO7	0,840	0,248	0,224	-0,179	0,246	0,062	0,914
PO8	0,943	0,074	0,183	-0,116	0,114	0,107	0,965
PO9	-0,492	-0,742	-0,112	-0,056	0,124	0,057	0,827
EN1	-0,142	-0,353	0,016	-0,368	0,668	-0,063	0,731
EN3	-0,133	0,045	-0,744	0,133	0,188	-0,335	0,738
EN4	0,329	0,183	0,868	0,010	0,011	-0,124	0,911
EN5	0,002	0,255	0,848	-0,218	0,214	-0,090	0,886
CO2	-0,379	-0,117	-0,077	0,868	-0,060	0,032	0,921
CO3	0,295	0,073	-0,150	0,910	-0,075	0,066	0,952
CO5	0,231	-0,142	0,053	0,196	0,202	0,767	0,743
CO6	0,147	-0,025	-0,043	0,036	0,856	0,168	0,786
Autovalores	5,118	4,093	3,549	2,157	1,947	1,605	Total
% Varianza	23,264	18,605	16,130	9,803	8,851	7,294	Acumulada 83,948

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

(a) La rotación ha convergido en 7 iteraciones.

En cuanto a la bondad del ajuste, una suposición básica subyacente al Análisis Factorial es que la correlación observada entre las variables puede atribuirse a factores comunes. Por consiguiente, las correlaciones entre variables pueden deducirse o reproducirse a partir de las correlaciones estimadas entre las variables y los factores. A fin de determinar el ajuste del modelo, pueden estudiarse las diferencias entre las correlaciones observadas (como se dan en la matriz de correlación de entrada) y las correlaciones reproducidas (como se estiman a partir de la matriz factorial). Estas diferencias se conocen como *residuos*. Si el modelo factorial es adecuado entonces estos residuos deben ser pequeños. En el modelo analizado para elaborar el índice sintético de desarrollo sostenible (IDS), solo existe un 20% de residuos superiores a 0.05, lo

cual indica que el modelo factorial estimado se ajusta a los datos, es decir la bondad del modelo es elevada.

A partir de los seis factores extraídos en el ACP se calcula el valor del IDS en las treinta y cuatro unidades territoriales de Andalucía, como suma de los factores ponderados por la raíz cuadrada de sus respectivos autovalores (ecuación 1). A los valores obtenidos se les aplica la transformación matemática de la ecuación (2) para evitar los valores negativos y facilitar la interpretación. El cuadro 14 recoge los resultados.

CUADRO 14. ORDENACIÓN TERRITORIAL SEGÚN IDS

POSICIÓN	UNIDAD TERRITORIAL	IDS
	Sobre la media	
1	Costa Occidental de Huelva	79,69
2	Costa del Sol	78,44
3	Centro Regional de Málaga	75,57
4	Poniente Almeriense	72,38
5	Centro Regional de Almería	71,56
6	Centro Regional de Sevilla	71,00
7	Centro Regional de Granada	70,60
8	Centro Regional de Bahía Cádiz-Jerez	68,03
9	Centro Regional de Córdoba	64,25
10	Levante almeriense	59,18
11	Costa Noroeste de Cádiz	55,09
12	Centro Regional de Jaén	54,40
	Bajo la media	
13	Vélez-Málaga y Axarquía	48,74
14	Centro Regional de Huelva	47,43
15	Bajo Guadalquivir	47,00
16	Campaña y Sierra Sur de Sevilla	46,85
17	Campaña y Subbético de Córdoba-Jaén	46,30
18	La Janda	45,29
19	Depresiones de Antequera y Granada	45,00
20	Sierra de Aracena	43,08
21	Aljarafe-Condado-Marismas	42,85
22	Costa de Granada	42,75
23	Alpujarras-Sierra Nevada	39,38
24	Centro-Norte de Jaén	38,78
25	Centro Regional de Bahía de Algeciras	38,55
26	Serranías de Cádiz y Ronda	38,43
27	Cazorla, Segura, Las Villas y Mágina	37,83
28	Vega del Guadalquivir	37,40
29	Altiplanicies Orientales	36,92
30	Valle del Guadiato-Los Pedroches	35,45
31	Montoro	30,76
32	Andévalo y Minas	30,24
33	Sureste árido-Almanzora	27,71
34	Sierra Norte de Sevilla	26,37
	MEDIA	49,80
	Coefficiente de variación de Pearson (%)	31,42

Fuente: Elaboración propia.

De las doce unidades territoriales que se sitúan por encima de la media en cuanto a índice de desarrollo sostenible, nueve se sitúan en el litoral. Estas unidades presentan una dinámica de crecimiento demográfico basado en tres procesos paralelos y parcialmente coincidentes en el espacio: el desarrollo de economías urbanas, industriales y comerciales; la expansión del turismo (Costa del Sol); y el crecimiento de la agricultura intensiva de cultivos protegidos (Poniente Almeriense). En los casos de las restantes Unidades, estos tres procesos de transformación se solapan, creando territorios menos especializados en conjunto con usos mixtos urbanos, turísticos y agrícolas (Costa Occidental de Huelva; costa Noroeste de Cádiz; Levante almeriense; y Vélez-Málaga-Axarquía que está prácticamente en la media del IDS).

También por encima del nivel medio del IDS se encuentran los Centros Regionales que se corresponden con las ciudades principales y sus entornos metropolitanos. Si bien las grandes ciudades de Andalucía por su densidad de población y concentración industrial generan las mayores externalidades negativas para el medio ambiente (residuos, contaminación, consumo de energía, densidad de vehículos, etc.), siguen siendo polos de desarrollo económico y social, aspectos que resume el primer componente, y tal y como se refleja en los índices de renta y empleo (IRE) y de población y capital humano (IPCH), donde los centros regionales ocupan las primeras posiciones.

Por debajo de la media en el IDS se encuentran los municipios del Valle del Guadalquivir: unidades territoriales de Bajo Guadalquivir; Aljarafe- Condado; Vegas del Guadalquivir; Campiña de Sevilla; Campiñas y Subbético de Córdoba y Jaén; y Norte de Jaén. Son unidades inmersas en un mundo y un paisaje agrícola con tres componentes esenciales: el regadío (Vegas y Bajo Guadalquivir), las campiñas cerealistas (Campiña de Sevilla) y las campiñas olivíferas (Córdoba y Jaén). Las Unidades de Aljarafe-Condado y Campiñas y Subbético de Córdoba y Jaén presentan un esquema de uso algo más diversificado, pero basado en su mayor parte en la alternancia de tierras de secano y olivares con el añadido de viñedo y zonas regables. Las Unidades del Valle se caracterizan por la importante presencia de ciudades grandes y medias (en muchos casos antiguas agrocidades en evolución), con tendencias demográficas en general ligeramente positivas o incluso dinámicas (por ejemplo, las ciudades del Sur de Córdoba).

Los municipios de Sierras y Valles Béticos (Serranía de Ronda-Sierra de Cádiz; Antequera-Loja; Alpujarras; Montes y Altiplanicies Orientales; Sureste Árido; y Sierras de Mágina, Cazorla, Segura y Las Villas) han registrado valores medios-bajos en el IDS. Se trata de un conjunto de unidades territoriales con un soporte físico-ambiental muy diverso, comprensivo de la riqueza histórica, ecológica y territorial del mundo Bético: Las Unidades forestales densamente arboladas (Serranía de Ronda y Sierra de Cádiz o Cazorla, Segura y Las Villas) se contraponen a Unidades caracterizadas por un medio árido y subdesértico (como el Sureste almeriense o las Altiplanicies granadinas). Las Unidades con una importante base agrícola de regadío (como Antequera-Loja) contrastan con otras Unidades basadas en una agricultura de montaña especialmente difícil (Alpujarras).

Por último, en las posiciones más bajas se encuentran las unidades territoriales de Andévalo, Sierra Norte de Sevilla y Guadiato-Pedroches. Son Unidades inmersas en un territorio caracterizado por un uso agroforestal bastante homogéneo, un débil poblamiento rural y bajas densidades, así como la ausencia de núcleos urbanos de tamaño medio (con las importantes excepciones de Pozoblanco y Valverde del Camino).

5. Conclusiones

A partir de veintinueve variables de diferentes áreas temáticas de las dimensiones claves del desarrollo sostenible (económica, social y ambiental), con la técnica de análisis multivariante ACP se ha estimado un índice sintético de desarrollo sostenible IDS. El IDS es una variable latente que refunde la mayor parte de la información de todas las variables en una sola cifra. En términos generales, el análisis realizado ha posibilitado identificar los factores que mayor incidencia tienen en el desarrollo sostenible de los municipios andaluces: 1º capital humano y renta, 2º estructura demográfica por edades, 3º zonas verdes y espacios de ocio, 4º consumo de energía, y 5º consumo sostenible.

El IDS ha permitido establecer una ordenación del territorio andaluz en cuanto a nivel de desarrollo sostenible en 2009. Los resultados también han posibilitado la identificación de un conjunto de unidades territoriales que pueden ser clasificadas como relativamente homogéneas de acuerdo al índice de desarrollo sostenible. Concretamente de mayor a menor nivel de desarrollo sostenible se situarían 1º las unidades territoriales de la costa, 2º los centros regionales, 3º los municipios del Valle del Guadalquivir, 4º los municipios de Sierras y Valles Béticos, y 5º las unidades territoriales de Andévalo, Sierra Norte de Sevilla y Guadiato-Pedroches.

El índice de desarrollo sostenible elaborado puede constituir una herramienta útil para diferenciar qué factores son más importantes en cada unidad territorial para fomentar la gestión pública de fomento del desarrollo sostenible.

6. Referencias bibliográficas

- CALSAMIGLIA, X. (1990). “La financiación de las Comunidades Autónomas y el principio de solidaridad”. *De Economía Pública*, 6: 3-43.
- CAMAGNI, R.; CAPELLO, R. y NIJKAMP, P. (1998). “Toward sustainable city policy: an economy- environment technology nexus”. *Ecological Economics*, 24: 103-118.
- CANCELO DE LA TORRE, J. R. y URIZ TOMÉ, P. (1994). “Una metodología general para la elaboración de índices complejos de dotación de infraestructuras”. *Estudios Regionales*, 40: 167-188.
- CASTRO BONAÑO, J. M. (2004). *Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Una aplicación para Andalucía*. Instituto de Estadística de Andalucía, Consejería de Economía y Hacienda, Sevilla.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (2001). *Bases para un Sistema de Indicadores de Medio Ambiente Urbano en Andalucía. Experiencias internacionales en la medición de la sostenibilidad en las ciudades*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (2007). *Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- ESCOBAR, L. (2006). “Indicadores sintéticos de calidad ambiental: un modelo general para grandes zonas urbanas”. *Eure*, vol. XXXII, nº 96: 73-98.

- GARCÍA LAUTRE, I.; GIL CANALETA, C.; PASCUAL ARZOZ, P. y RAPÚN, M. (1998). "Una propuesta metodológica para la ordenación de las infraestructuras regionales". *Estudios Regionales*, 51: 145-170.
- IEA (2011). *Sistema de Información Municipal de Andalucía (SIMA)*. Instituto de Estadística de Andalucía, Consejería de Economía y Hacienda, Sevilla.
- MUNASINGHE (1993). "Environmental Economics and Sustainable". *Development. Environmental Paper*, 3. World Bank. Washinton DC.
- PENA TRAPERO, J. B. (1977). *Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines (Una aplicación al caso español)*. INE. Madrid.
- PENA TRAPERO, J. B. (2009). "La medición del bienestar social: una revisión crítica", *Estudios de Economía Aplicada*, 27-2: 299-324.
- PÉREZ LÓPEZ, C. (2005). *Métodos estadísticos avanzados con SPSS*. Thomson. Madrid.
- PETERS, W. S. y BUTLER, J. Q. (1970). "The construction of regional economic indicators by principal components". *Annals of Regional Science*, 4: 1-4.
- TERRÁDEZ GURREA, M. (2011): *Análisis de Componente Principales*, http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf (activo 20 abril 2011)
- URIEL, E. y ALDÓS, J. (2005). *Análisis multivariante aplicado*. Thomson. Madrid.
- ZARZOSA ESPINA, P. (1996). *Aproximación a la medición del bienestar social*. Secretariado de publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Valladolid. Valladolid.

7. Anexo 1. Fichas técnicas de los indicadores simples

RENTA Y EMPLEO

Renta per cápita= $(1/2)*(1/1000)$
1 IRPF: rentas netas declaradas (euros) 2007 2. Población total Padrón 2008 (1 de enero)
FUENTE: IEA-SIMA
Al objeto de eliminar los efectos de la crisis económica se ha tomado el dato de 2007. La renta per cápita (miles de euros por persona) es un indicador de desarrollo económico y de bienestar. Su relación con el desarrollo sostenible viene dada porque la renta per cápita determina la capacidad de consumo y de utilización de los recursos.

Tasa de crecimiento de la renta per cápita= $\frac{(1/2) - (3/4)}{(3/4)} * 100$
1 IRPF: rentas netas declaradas (euros) 2008 2. Población total Padrón 2009 (1 de enero) 3 IRPF: rentas netas declaradas (euros) 2007 4. Población total Padrón 2008 (1 de enero)
FUENTE: IEA-SIMA
Al objeto de eliminar los efectos de la crisis económica se ha medido en 2007. Al no disponer de la información del PIB por municipio, se utiliza como aproximación la variable “rentas netas declaradas”. La tasa de crecimiento de la renta per cápita mostraría el crecimiento económico de una unidad territorial en el periodo de tiempo analizado. Por sí solo no mide el desarrollo sostenible pero es un indicador sumamente importante porque su evolución determina y está determinada por el comportamiento de otros parámetros como la producción y productividad de los diferentes sectores, la inversión, la presión sobre los recursos renovables y no renovables, y el uso de energía, entre otros.

Número de líneas telefónicas por cada 1000 habitantes= $(1/2)*1000$
1 Número de líneas telefónicas 2009 2 Población total Padrón 2009 (1 de enero)
FUENTE: IEA-SIMA
Es un indicador de la capacidad de consumo y de actividad económica.

Número de líneas de RDSI por cada 1000 habitantes= $(1/2)*1000$
1 Número de líneas de RDSI 2009 2 Población total Padrón 2009 (1 de enero)
FUENTE: IEA-SIMA
Las líneas RDSI se utilizan para la transmisión de voz en empresas (por ejemplo red Ibercom) y en menor medida en la actualidad para la transmisión de datos (Internet). Es un indicador de actividad económica.

Número de líneas de ADSL por cada 1000 habitantes= $(1/2)*1000$
1 Número de líneas de ADSL 2009 2 Población total Padrón 2009 (1 de enero)
FUENTE: IEA-SIMA
Las líneas ADSL se utilizan fundamentalmente para la transmisión de datos (Internet). Es un indicador de actividad económica y de consumo.

Número de pantallas de cine por cada 100.000 habitantes= $(1/2)*100000$
1 Número de pantallas de cine 2009 2 Población total Padrón 2010 (1 de enero)
FUENTE: IEA-SIMA
Indicador de infraestructuras de ocio-cultura y de capacidad de consumo Se incluyen las pantallas que proyectan con películas de 35 mm y, por lo tanto, no aparecen en el presente censo las salas X ni los cines tipo IMAX, que utilizan otro formato distinto al anteriormente mencionado.

Tasa de empleo= $(1/2)*100$
1 Población ocupada (Censo 2001) 2 Población total (Censo 2001)
FUENTE: IEA-SIMA
La tasa de empleo muestra el porcentaje de personas que se encuentran ocupadas sobre el total de la población. El empleo constituye un vínculo destacado entre el desarrollo económico y el social, ya que representa la principal fuente de ingresos de la población. Su importancia para el desarrollo sostenible radica, por lo tanto, en su relación con el bienestar de las personas. Esta tasa muestra el grado en que el sistema económico absorbe a la población.

Tasa de paro= $(1/2)*100$
1 Paro registrado (gestión SISPE) 2007 2 Población por grupos de edad del Padrón 1 de enero de 2008 (población de 15 a 64 años)
FUENTE: IEA-SIMA
Al objeto de eliminar los efectos de la crisis económica se ha tomado el dato de 2007. Indicador de interrelación de lo económico a lo social. Este indicador mide la proporción de la población económicamente activa que se encuentra desocupada y que busca empleo activamente. Asimismo este indicador refleja el déficit cuantitativo de empleo que surge de las dificultades del sistema económico para absorber la mano de obra disponible. Dado que los ingresos laborales son la principal fuente de ingresos de los hogares, la tasa de desocupación es de vital importancia para analizar la calidad de vida de los hogares y detectar aquellos que se encuentran en situación de pobreza.

POBLACIÓN Y CAPITAL HUMANO

Densidad de población= $1/2$ (habitantes por Km ²)
1 Población total Padrón 2009 (1 de enero) 2. Extensión superficial (en kilómetros cuadrados)
FUENTE: IEA-SIMA
Es un indicador de presión sobre un territorio y sus recursos.

Tasa de crecimiento demográfico = $(1+2+3-4-5)/(7-6)$
1 Crecimiento vegetativo 2009 (nacimientos-defunciones) 2 Inmigración interior total (destino cualquier municipio andaluz y origen cualquier punto de España) 2009 3 Inmigraciones procedentes del extranjero (origen cualquier país extranjero y destino un municipio andaluz) 2009 4 Emigración interior total (origen un municipio andaluz y destino cualquier lugar de España) 2009 5 Emigraciones al extranjero (origen un municipio andaluz y destino el extranjero) 2009 6 Población total Padrón 2009 (1 de enero) 7 Población total Padrón 2010 (1 de enero)
FUENTE: IEA-SIMA
Indicador de sostenibilidad. Mide el ritmo al que la población aumenta (o disminuye) durante un periodo de tiempo. El crecimiento demográfico es considerado un elemento clave para la sostenibilidad en el largo plazo. Es fundamental conocer el crecimiento de la población para la formulación de políticas públicas de naturaleza económica, social y ambiental, esto es, estimar las demandas de servicios básicos como salud, saneamiento y empleo, así como para analizar otros factores que afectan la sostenibilidad, tales como la producción de alimentos, el deterioro ambiental, la educación, las condiciones de trabajo y vivienda, entre otros.

Tasa de mortalidad infantil= $(1/2)*1000$ Nº de niños muertos por cada 1000 nacidos vivos
1 Defunciones por grupo de edad (defunciones menos de 1 año) 2009 2 Nacidos vivos por residencia materna 2009

FUENTE: IEA-SIMA
Indicador de desarrollo socioeconómico. Se considera buen indicador de desarrollo socioeconómico general por su asociación entre características socioeconómicas y demográficas (tales como nivel de ingreso, tamaño y estructura familiar, educación de la madre, situación nutricional, entre otros). También es un indicador de la disponibilidad, utilización y calidad de la atención en salud.
Tasa de dependencia demográfica de la 3ª edad=Población total de 65 años y mas/Población total de 15 a 64 años
Población por grupos de edad del Padrón 2009
FUENTE: IEA-SIMA
Expresa el número de personas que potencialmente deben sostener económicamente a las personas en edad de jubilación. Este indicador tiene importancia para el desarrollo sostenible y en especial en España donde se observa un envejecimiento de la población. Una dependencia demográfica alta aumenta la necesidad de ingresos de la población potencialmente activa para que la población inactiva pueda mantener su calidad de vida. Define la línea de base para la toma de decisiones sobre políticas orientadas a la tercera edad.
Porcentaje de población de menos de 15 años= $(1/2)*100$
1 Población por grupos de edad del Padrón 2009 (población de menos de 15 años) 2 Población total del Padrón 2009
FUENTE: IEA-SIMA
Este indicador tiene importancia para el desarrollo sostenible y en especial en España donde se observa un envejecimiento de la población. Define la línea de base para la toma de decisiones sobre políticas orientadas a la infancia.

Participación electoral= $(1/2)*100$ en porcentaje
1 Elecciones al Parlamento de Andalucía: Votos, 2008 (votos emitidos+votos nulos+votos en blanco) 2 Elecciones al Parlamento de Andalucía: Censo electoral, 2008
FUENTE: IEA-SIMA
Relación entre la cantidad de electores que emitieron su voto y el total de electores habilitados en las elecciones al Parlamento de Andalucía de 2008. Indicador de sostenibilidad y de buen gobierno. La participación electoral es una forma de participación política que busca, por medio de la emisión del sufragio, influir en la determinación de cargos públicos de carácter representativo. Y, en este sentido, el voto es una de las máximas expresiones democráticas en tanto las elecciones se constituyen como el canal formal de acceso al poder. La periodicidad de las elecciones, la competencia electoral y la alternancia en los cargos son algunos de los modos de medir el desarrollo democrático de un país.
Tasa de analfabetismo= $(1/2)*100$ Porcentaje de analfabetos.
1 Población según nivel de estudios Censo 2001 (analfabetos+sin estudios) 2 Población por grupos de edad Censo 2001 (15 años y mas)
FUENTE: IEA-SIMA
Porcentaje que representa la población que ha completado al menos 2° grado sobre la población de 15 o mas edad= $(1/2)*100$
1 Población según nivel de estudios Censo 2001 (2° grado y 3° grado) 2 Población por grupos de edad Censo 2001 (15 años y mas) 2° Grado: EGB, ESO, Bachiller Elemental, FP, Grado Superior. 3° Grado: Diplomatura, Licenciatura y Doctorado.
FUENTE: IEA-SIMA
Indicador de desarrollo. La educación es un proceso que permite alcanzar el pleno potencial de las personas y las sociedades. Este indicador provee una medida de la población de más de 15 años capacitada por una educación secundaria y universitaria. Esta educación extendida a la mayor cantidad de personas es importante para lograr mayores niveles de productividad, al mismo tiempo que proporciona mejores oportunidades para el acceso al mercado laboral.

Número de bibliotecas por cada 100.000 habitantes= $(1/2)*100000$
1 Número de bibliotecas públicas 2009 2 Población total Padrón 2010 (1 de enero)
FUENTE: IEA-SIMA
<p>Indicador de infraestructuras públicas culturales. Indica la importancia que el Estado asigna a la provisión de servicios culturales a través de la generación de infraestructura física y social, cuyo objetivo no solo es reproducir valores culturales sino también, generar espacios permanentes de inclusión social.</p> <p>Indicador de sostenibilidad.</p> <p>Según la Ley 8/1983, de 3 de noviembre, de Bibliotecas, se entiende por biblioteca de uso público en Andalucía todos aquellos centros bibliotecarios de competencia autonómica y titularidad pública, así como los de titularidad privada que reciban de los poderes públicos subvenciones o ayudas en cuantía superior a la mitad de su presupuesto ordinarios o disfruten de beneficios fiscales.</p> <p>La biblioteca de uso público se configura como institución mediante la cual la Junta de Andalucía, el resto de los poderes públicos y las entidades privadas ponen a disposición de los ciudadanos un conjunto organizado de libros, publicaciones periódicas, registros sonoros y audiovisuales y otros registros culturales y de información. Su finalidad será el desarrollo cultural, la enseñanza, investigación, información, educación permanente y el enriquecimiento del ocio, en beneficio de la Comunidad.</p> <p>Se contabilizan únicamente las Bibliotecas Públicas Municipales, Públicas Provinciales y la Biblioteca de Andalucía, que está ubicada en Granada. El resto, bibliotecas universitarias, bibliotecas dependientes del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, bibliotecas de archivos, bibliotecas de museos, bibliotecas centrales (la titularidad es de las Consejerías), etc., no se incluyen.</p>

ENTORNO NATURAL

Porcentaje de superficie de monte maderable = $1/2 [(1/2)*0,01*100]$
1 Distribución general de la tierra por aprovechamiento 2009 (monte maderable, en hectáreas) 2. Extensión superficial 2003 (en kilómetros cuadrados)
FUENTE: IEA-SIMA
<p>Monte maderable: todo terreno con una cubierta forestal, es decir, con árboles cuyas copas cubren más del 20 por 100 de la superficie del suelo, y que se utiliza para producción de madera o mejora del medio ambiente, y en el que el pastoreo está más o menos limitado. Se incluyen también las superficies temporalmente rasas por corta o quemas, así como las zonas repobladas para fines forestales aunque la densidad de las copas sea inferior al 20 por 100. Comprende los terrenos cubiertos de pinos, abetos, chopos, hayas, castaños, robles, eucaliptos y otros árboles destinados a la producción de madera.</p> <p>Los bosques cumplen múltiples funciones ecológicas, socioeconómicas y culturales. Proporcionan recursos como productos madereros y no madereros; albergan una gran biodiversidad de hábitat, especies y genes; regulan el régimen hidrológico y mantienen la fertilidad y estructura del suelo. Intervienen además en los ciclos de nutrientes (nitrógeno, fósforo, etc.) y en el ciclo del carbono a través del cual regula las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono influyendo en la mitigación del calentamiento global.</p>

Porcentaje de la superficie con erosión elevada o muy elevada
Suelos según la erosión 2006 (elevada+muy elevada, en porcentajes)
FUENTE: IEA-SIMA
<p>Erosión es la remoción y pérdida del suelo de su lugar de origen, ocasionada principalmente por el agua, el viento, los cambios de temperatura y la actividad biológica. Es un proceso continuo y muy lento que se produce naturalmente y se conoce como erosión normal, geológica o natural. El hombre, a través de sus actividades acelera la pérdida de los suelos produciendo erosión inducida. La degradación es el efecto causado por la erosión, entendiéndose ésta como la pérdida de la capacidad de producción de la tierra.</p> <p>La finalidad de este indicador es poner de manifiesto la proporción de tierras degradadas por erosión. Este fenómeno afecta la calidad de los ecosistemas, limita la capacidad productiva de las tierras y es la principal causa de degradación irreversible en zonas húmedas y desertificación en zonas con aridez. El avance de la erosión, además, genera serias consecuencias sociales, culturales y económicas.</p>
Porcentaje de superficie de terrenos improductivos $[(1/2)*0,01*100]$
1 Distribución general de la tierra por aprovechamiento 2009 (Terrenos improductivos, en hectáreas)
2 Extensión superficial 2003 (en kilómetros cuadrados)
FUENTE: IEA-SIMA
Porcentaje de superficie de zonas verdes y espacios de ocio $=(1/2) [(1/2)*0,01*100]$
1 Usos del suelo 2007 (zonas verdes y espacios de ocio, en hectáreas)
2 Extensión superficial (en kilómetros cuadrados)
FUENTE: IEA-SIMA
Densidad de superficie de zonas verdes y espacios de ocio $=(1/2)*1000$ (hectáreas por cada 1000 habitantes)
1 Usos del suelo 2007 (zonas verdes y espacios de ocio, en hectáreas)
2 Población total Padrón 2009 (1 de enero)
FUENTE: IEA-SIMA
Espacios Naturales Protegidos $=(1/2)*100$
1 Superficie en Km2 de Espacios Naturales Protegidos 2007
2 Extensión superficial en Km2, 2003
FUENTE: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

Este indicador mide el porcentaje que los Espacios Naturales Protegidos (ENP) representan sobre la superficie total. Es una expresión elemental de la protección y de la importancia que se le asigna a la diversidad biológica desde el ámbito institucional. La superficie total de ENP de cada municipio se ha obtenido sumando la superficie de los distintos tipos de espacios naturales que facilita la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (Inventario de Espacios naturales de Andalucía, 2007). Los diferentes ENP en Andalucía son (1) parque nacional, (2) parque natural, (3) paraje natural, (4) reserva natural, (5) monumento natural, (6) paisaje protegido y (7) parque periurbano. La diferencia puede justificarse por la gestión que se realiza de ellos, esto es, se clasifican en función de la administración que los gestiona, o por el grado de protección que tienen.

CONSUMO, PRODUCCIÓN Y TRÁFICO

Residuos urbanos=(1/2)
Muestra la cantidad de recursos generado por habitante durante un año.

1 Residuos urbanos: cantidad 2008 (toneladas por año)
2 Población total Padrón 2009 (1 de enero)

FUENTE: IEA-SIMA

Indicador de sostenibilidad.
Los residuos urbanos son los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos. La cantidad de residuos urbanos que generan (directa o indirectamente) los habitantes de un área refleja las condiciones de producción y consumo de la sociedad. Los residuos repercuten a largo plazo en la salud humana y el ambiente. Dichas repercusiones se intensifican cuando las instalaciones de recuperación y disposición final de los residuos urbanos no cumplen con los requisitos mínimos de impermeabilidad de los suelos donde se emplazan, ni con las distancias a las napas freáticas, a los cursos de aguas superficiales, a los centros urbanos u otras áreas susceptibles de recibir los impactos derivados de estas instalaciones.

Consumo de energía eléctrica per cápita=1/2

1 Consumo de energía eléctrica 2009 (megavatios por hora)
2 Población total Padrón 2009 (1 de enero)

FUENTE: IEA-SIMA

Es un indicador de la capacidad de consumo actual, pero con efectos medioambientales futuros. La energía es un bien esencial de la vida moderna, tanto a nivel de desarrollo industrial como de calidad de vida en general. Tradicionalmente ha sido concebida como el motor de la economía, sin embargo, su producción y utilización plantean presiones sobre el medioambiente, tanto desde el punto de vista de los impactos generados durante la explotación del recurso, como la contaminación resultante de sus residuos o emisiones finales. Cabe destacar la importante contribución del sector generador de energía a las emisiones de gases de efecto invernadero. El consumo aparente per capita refleja tan solo una aproximación a la disponibilidad interna de energía, su valor real depende de múltiples factores económicos, sociales y geográficos. Su uso como indicador de sostenibilidad está ligado a su evaluación simultánea con otros indicadores de desarrollo económico y uso final de la energía.

Intensidad energética de la economía= $(1/2)*1000$
1 Consumo de energía eléctrica 2009 (megavatios por hora) 2 IRPF: rentas netas declaradas (euros) 2008
FUENTE: IEA-SIMA
Este indicador (miles de megavatios por hora y por euro) establece una relación entre el consumo de energía y el desarrollo económico. Si bien la energía es esencial para el desarrollo social y económico de los países, su proceso de producción como también de consumo generan impactos sobre el ambiente. La contaminación del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero son dos de los impactos más significativos. Utilizar eficientemente la energía y desacoplar el desarrollo económico del consumo energético (particularmente del de combustibles fósiles) resulta esencial para el desarrollo sostenible.
Número de turismos por habitante = $(1/2)$
1 Parque de vehículos 2009 (nº turismos) 2 Población total Padrón 2010 (1 de enero)
FUENTE: IEA-SIMA
Es un indicador de desarrollo económico o de capacidad de consumo actual con efectos medioambientales.
Utilización de vehículos menos contaminantes por cada 10.000 vehículos = $(1/2)*10000$
1 Parque de vehículos por tipo y combustible 2009 (nº furgonetas otros combustibles + nº de turismos otros combustibles) 2 Parque de vehículos 2009 (nº furgonetas + nº turismos)
FUENTE: IEA-SIMA
Es un indicador que recoge la interrelación del desarrollo económico con el medio ambiente. Se calcula el porcentaje de turismos y furgonetas que utilizan como medio de combustible el gas natural y la electricidad sobre el total de turismos y furgonetas. Se ha sumado número de turismos y número de furgonetas por considerar que su tamaño es más homogéneo (téngase en cuenta que el resto de vehículos son camiones, autobuses, motocicletas, ciclomotores y tractores), y porque estas dos categorías de vehículo representan el 78% del número de vehículos totales en Andalucía en 2009 (fuente:DGT).
Número de autobuses por cada 1000 turismos= $(1/2)*1000$
1 Parque de vehículos 2009 (nº autobuses) 2 Parque de vehículos 2009 (nº turismos)
FUENTE: IEA-SIMA
Indicador de consumo sostenible.