La sostenibilidad energética: indicadores macroeconómicos y sectores productivos

Energy sustainability: macroeconomic indicators and productive sectors

Alberto Martínez-Sentana, Sergio Valero-Verdú y Carolina Senabre-Blanes

Universidad Miguel-Hernandez (España)

DOI: http://dx.doi.org/10.6036/9183

Como punto de partida, el planteamiento de estrategias energéticas sostenibles se debe acometer partiendo de una serie de fundamentos. La seguridad y calidad de suministro es un concepto básico para satisfacer la demanda de energía, ésta a su vez dotada de un dinamismo creciente al ritmo de la evolución tecnológica. Por otro lado respetando el medioambiente y la biodiversidad ante el impacto que produce el uso de la energía en cualquiera de sus formas. El impulso de la economía sostenible, teniendo en cuenta la eficiencia en los procesos, en las organizaciones y en las personas, así como la responsabilidad social de los sectores productivos, como generadores de empleo. Por último, hay que garantizar la equidad social en todas sus formas, con un acceso universal a la energía a costes razonables, dinamizando a la vez los mercados energéticos, haciéndolos más eficientes y competitivos.

El problema radica principalmente en la determinación de las variables que deben monitorizarse, pero primero se ha de cuestionar su idoneidad a las diferentes coyunturas económicas, energéticas, territoriales y sociales de los diferentes territorios, es decir, no todas las variables serán las más idóneas para realizar un análisis de la situación energética en las distintas naciones teniendo en cuenta el concepto de sostenibilidad local [1]. Por tanto, ya no debemos hablar tanto de variables de sostenibilidad energética, sino de familias de variables de sostenibilidad que serán adecuadas a diferentes coyunturas de las naciones.

El modelo se desarrolla en base a tres grandes ámbitos de decisión: medioambiente (emisiones y contaminación), economía (crecimiento) y sociedad (demanda de energía), que al descender en el análisis al subsector de la sostenibilidad energética, adquieren mucha importancia dos aspectos básicos de energía: la seguridad de suministro y la regulación de los mercados. En base a estos cinco grandes ámbitos se construye un modelo de indicadores para monitorizar el cumplimiento de la sostenibilidad energética en las diferentes naciones. No obstante, se establecen diferentes umbrales que determinarán el grado de cumplimiento de los países, y se establecerán ratios de variables energéticas y de competitividad y productividad específicas.

Existen otros modelos de indicadores, planteados por diferentes organizaciones para la monitorización de datos a nivel internacional [2] y [3]. Muchos de ellos son complementarios y sirven de gran ayuda para la toma de decisiones en materia de energía. Los más cercanos al componente energético que nos ocupa son los siguientes: modelo del World Energy Council (WEC - Trilema Energético), el modelo de la Agencia Internacional de la Energía Atómica (IAEA - modelo EISD – Energy Indicators for Sustainable Development), el modelo de la International Energy Agency (IEA – OCDE) y, por último, un modelo más alejado del vector energético, pero interesante por el tratamiento que realiza sobre el concepto de la sostenibilidad: los Objetivos del Desarrollo del Sostenible (ODS – Naciones Unidas).

1. PREMISAS PARA UN MODELO DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

Se debe partir de tres premisas fundamentales. La primera premisa radica en la utilización del paradigma de la sostenibilidad débil [4], como el único posible a través del cual desarrollar una conceptualización que tenga en cuenta la fuerza transversal de la tecnología [5], que permita ampliar los límites del capital natural y hacerlo ilimitado al tiempo que sustituible, aspecto éste último que, mediante el paradigma fuerte del desarrollo sostenible no es posible razonarlo ya que plantea un capital natural efímero y limitado. Por

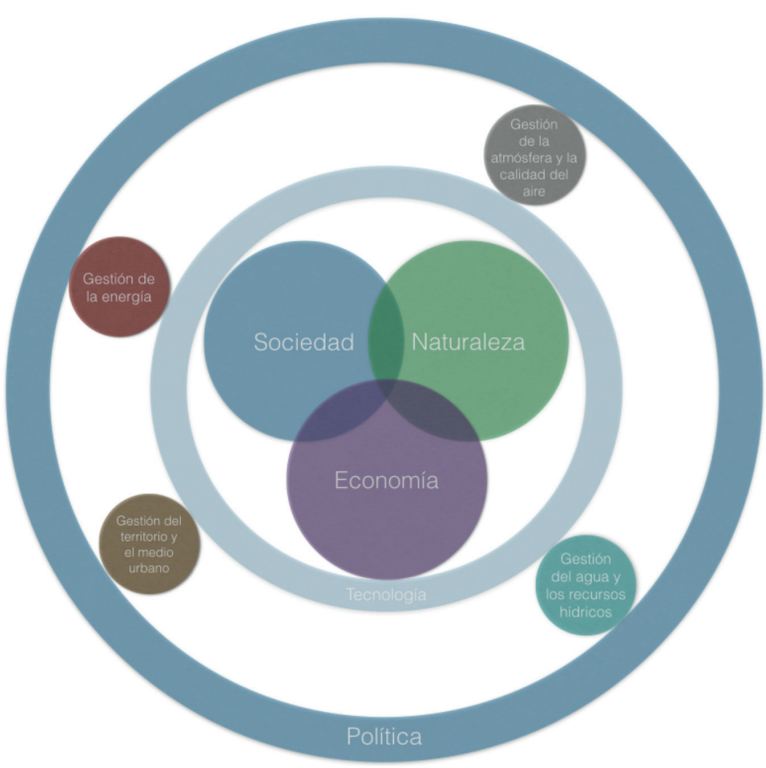


Figura 1: Contextualización de la sostenibilidad energética

tanto también la disociación entre las tres dimensiones del desarrollo sostenible sólo podría concebirse mediante el paradigma de la sostenibilidad débil en la conceptualización del desarrollo sostenible.

La segunda premisa se establece en que la sostenibilidad energética subyace al desarrollo sostenible, es decir, la sostenibilidad energética se encuentra en una capa diferente a la definida por las tres dimensiones del desarrollo sostenible: economía, naturaleza y sociedad. No existirá desarrollo sostenible sin una sostenibilidad energética que permita dicho desarrollo (coexistente también con los subsistemas: gestión del territorio, gestión atmosférica y calidad del aire, gestión del agua y los recursos hídricos), [6]. Por tanto, para que exista desarrollo sostenible, también debe existir esa sostenibilidad en los cuatro subsistemas alrededor de las tres dimensiones (Figura 1).

La tercera premisa consiste en la idoneidad de los indicadores a las diferentes coyunturas económicas, energéticas, territoriales y sociales de los diferentes territorios es decir, no todos los indicadores serán los más idóneos para realizar un análisis de la situación energética en las distintas naciones, teniendo en cuenta el concepto de sostenibilidad local [1], ya que se pueden llegar a obtener conclusiones y definir políticas que no serán replicables.

Los indicadores aquí definidos se adecúan por tanto a una determinada coyuntura energética, territorial, social y económica. Satisfacer la evaluación, por ejemplo, de espacios vulnerables, zonas rurales en países desarrollados, o áreas industriales y su impacto en la biodiversidad, debería definirse a través de nuevos indicadores, quizá enfocados a variables más operativas como consumo de biomasa, grado de despoblación o incluso índices de deforestación, aspecto que sobrepasa los objetivos de este artículo.

2. ESTRUCTURA DE LA GOBERNANZA PARA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

Por tanto, si trasladamos el análisis de las tres dimensiones del desarrollo sostenible hacia sus descriptores homólogos en el plano de la sostenibilidad energética aparecen tres grandes ámbitos donde enmarcar los indicadores: emisiones y contaminación (medioambiente), crecimiento (economía) y demanda de energía (sociedad), y que como al final del artículo se explicará, servirán para la validación del modelo a través de la disociación de variables pertenecientes a estas tres grandes dimensiones. Por otro lado, descendiendo en el análisis al subsector de la sostenibilidad energética, aparecen y adquieren mucha importancia: la seguridad de suministro y la regulación y los mercados.

Como se puede observar en la Figura 2, se debe tener en consideración dos nuevos ámbitos en la toma de decisiones para la gobernanza: por un lado el concepto de seguridad de suministro, de importancia estratégica para el sector de la energía y del que parten grandes áreas como el transito de energía, la logística de aprovisionamiento, la gestión técnica de las redes e infraestructuras, los parámetros de calidad establecidos para cada una de las diferentes formas de energía, y lo que es más importante, como indicador y preocupación fundamental de las políticas energéticas de muchos países europeos: el **Grado de Autoabastecimiento o la Dependencia Energética Exterior**, que será la principal variable a considerar en el modelo.

Por otro lado, respecto a la regulación de los mercados, adquiere mucha relevancia los instrumentos de gestión sostenible de la energía: desde el nivel mayorista con la estructura de formación de precios desde la oferta, hasta el minorista con la regulación de la tarifa de acceso o las fórmulas de gestión de la demanda en los diferentes sectores intensivos en consumo de energía (transporte, industria, comercio, servicios, edificación,...). Si bien es cierto que existen todavía muchos interrogantes en la manera que afectará la gestión de la información en el comportamiento de los mercados y los nuevos escenarios regulatorios (autoconsumo),

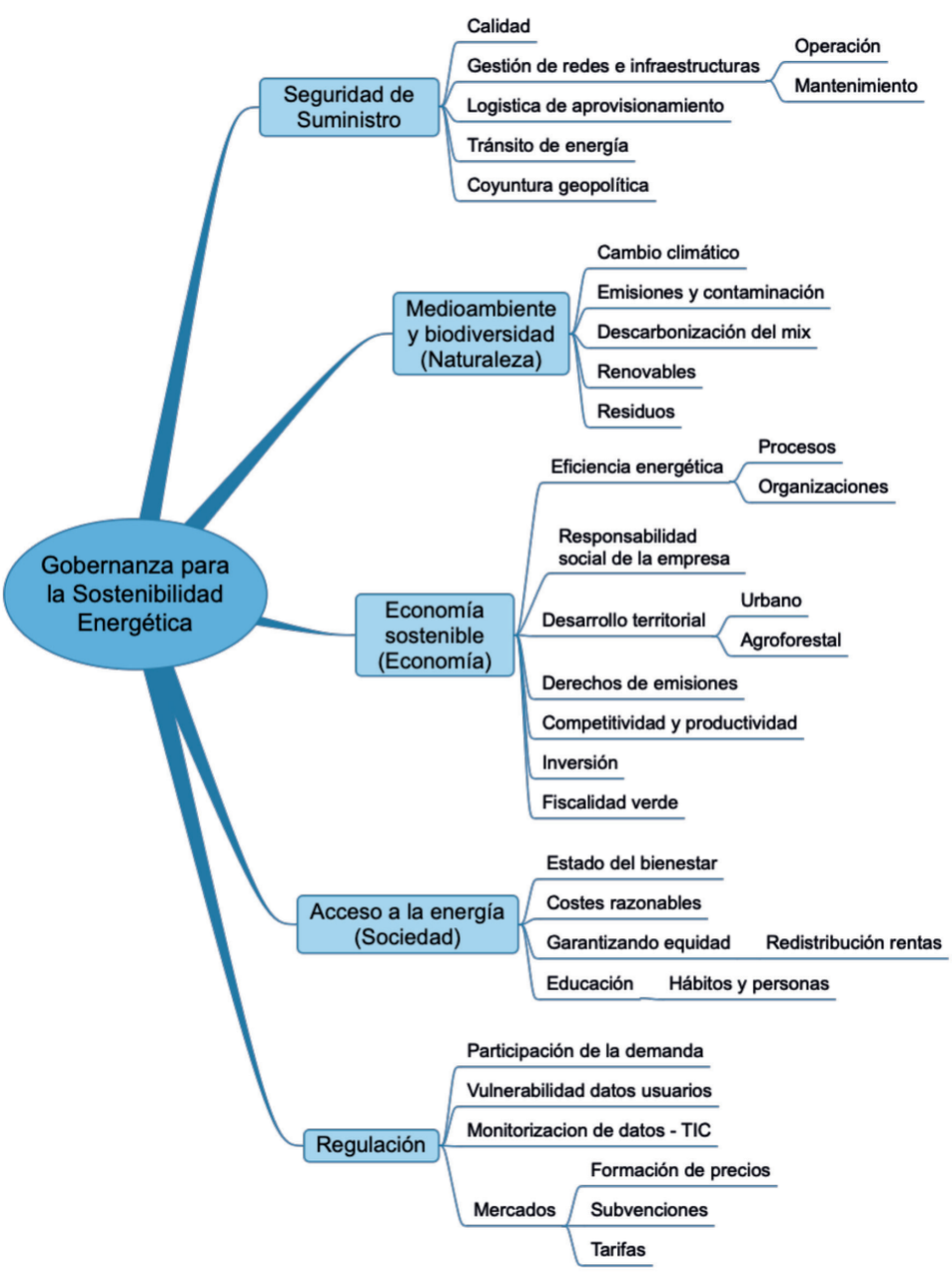


Figura 2: Estructura de gobernanza para la sostenibilidad energética

sin lugar a dudas será el sector eléctrico el que podrá beneficiarse de una gran dinamización con una buena gestión de las tecnologías existentes que puede llevar hacia un nuevo paradigma. Por tanto como indicador fundamental de agregación se define la **Intensidad Técnica del sistema energético**.

Como tercer gran ámbito dentro de la gobernanza para la sostenibilidad energética se define la protección del medioambiente y el clima en todas sus facetas, que agrega todas aquellas acciones que deben hacer sostenible nuestra biodiversidad: supervisando las consecuencias del cambio climático, potenciando la reducción de las emisiones y la contaminación, impulsando la descarbonización del mix, desarrollando las energías provenientes de fuentes renovables, definiendo nuevas políticas de reciclado de residuos, e implantando y desarrollando instrumentos de gestión ambiental como la Huella Ecológica. Por ello debe existir un indicador agregado, que en este caso se tendrá en cuenta por su diversificación y por su reconocimiento internacional: **Intensidad de Emisiones de CO_2**.

Respecto al cuarto gran ámbito, la economía sostenible, recoge las acciones de impulso a la inversión, política territorial e hídrica, políticas de eficiencia, fiscalidad, financiera y de mejora de la competitividad de las empresas que permitan un marco estable para promover inversiones, sobretodo, desde el sector privado. Pero exigen también esfuerzos en materia de desarrollo de productos y servicios que tenga en cuenta el ciclo de vida completo desde la concepción y el diseño hasta la desaparición, requiriendo de una cultura de la eficiencia a todos los niveles. Para monitorizar este importante ámbito, el parámetro que determinará la desagregación en el paradigma energético será la **Intensidad Energética de la Economía**.

Respecto al quinto gran ámbito, el de la sociedad y el acceso en equidad a la energía, es el núcleo del desarrollo sostenible ya que sin un acceso a la energía no puede existir progreso humano y mucho menos si se produce en condiciones de insostenibilidad. Es importante recordar que existen grandes contrastes en el mundo en relación con el acceso a la energía. Por último, destacar la iniciativa de Naciones Unidas sobre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible [2], entre el que se encuentra el de garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. Entre otros, como indicador principal sobre el que establecer la desagregación resultará muy acertado determinar el Índice de Progreso Social corregido por el Indice de Desarrollo Humano (IDH), como representante de este ámbito.

3. SELECCIÓN DE PAÍSES ANALIZADOS. CONSIDERACIONES PREVIAS EN LOS INDICADORES

Una variable interpretada de manera aislada pueden inducir a error, por ejemplo, respecto a la Intensidad Energética de la Economía, países como Nigeria, Kazakstán o Zambia tienen los índices más elevados del mundo, pero en otros ámbitos (derechos humanos, empleo, desarrollo tecnológico, estado del bienestar) se encuentran muy por detrás de otros países desarrollados con índices de intensidad energética mucho menores [1]. También es importante observar los indicadores en términos relativos: consumo energético per cápita, intensidad energética de la economía, intensidad de emisiones, PIB per cápita, etc..., que resultarán muy adecuados para realizar comparaciones entre naciones.

Además, ante la existencia además de aspectos geopolíticos muy diferenciados en otros continentes como la existencia de muy diferentes grados de compromisos medioambientales o el diferente nivel de protección de los derechos humanos, se debe enmarcar el análisis en un continente concreto de referencia.

Finalmente, se tendrá en cuenta también la perspectiva de coyuntura territorial: el modelo de transporte y movilidad, aspectos poblacionales (superficie de vivienda per cápita, sector residencial y terciario), distribución de PIB, y aspectos relacionados con el nivel de uso de la tecnología, que permitirá establecer también similitudes aplicando el concepto de sostenibilidad local, que facilitarán la comparativa de indicadores y obtener patrones de comportamiento según las siguientes variables.

- Población,
- PIB y PIB per cápita,
- Contribución de los sectores productivos al PIB,
- Actividad de transporte: modelo de transporte, distancia recorrida per cápita,
- Superficie de vivienda per cápita,
- Valor añadido bruto manufacturas u otros sectores económicos.
- Acceso a la electricidad y al agua por parte de la población (%),
- Asequibilidad de la energía (US$/kWh)
- Desigualdad en salarios o nivel de pobreza
- Coberturas sanitaria, educacional y de servicios sociales
- Estado de las infraestructuras y comunicaciones
- Coyuntura en materia de defensa y derechos humanos
- Intensidad energética de la economía (ktep/US$)
- Intensidad de emisiones (kCO2/US$) emisiones per cápita (kCO2/per capita)

Por tanto, los países comparables serán aquellos que tengan sus parámetros de coyuntura enmarcados en agrupaciones en función de las variables anteriores. El rango de naciones definidos para el estudio y en base a esos parámetros son: Alemania, Francia, Italia, Reino Unido y España.

4. DEFINICIÓN DE INDICADORES. ÍNDICE GENERAL DE SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

En los apartados anteriores se ha realizado una descripción general de todas las variables que enmarcan un conjunto de indicadores que representan la sostenibilidad energética desde las dimensiones del desarrollo sostenible. En este apartado se establece la formulación del Índice General de la Sosteniblidad Energética [6].

La expresión matemática que define el Índice General de Sostenibilidad Energética y que agrega todos los indicadores generales una vez normalizados es la siguiente:

$$IGSE_t^i = \frac{IEE_t^i}{140} + DEE_{UE}{}_t^{\,i} + \left(100 - IT_{SE}{}_t^{\,i}\right) + \frac{GEI_{PIBt}^i}{0{,}4} + \left(100 - IPS_{C}{}_t^{\,i}\right) \quad (1)$$

Donde:

$IGSE_t^i$, Índice General de Sostenibilidad Energética

IEE_t^i, Intensidad Energética de la Economía (ktep/€)

$DEE_{UE}{}_t^{\,i}$, Dependencia Energética Exterior (%)

$IT_{SE}{}_t^{\,i}$, Intensidad Técnica del sistema energético (%)

$$Definido\ como\ IT_{SE} = \frac{Consumo\ Final\ de\ Energía\ (ktep)}{Consumo\ de\ Energía\ Primaria\ (ktep)}$$

$GEI_{PIB}{}_t^{\,i}$, Intensidad de Emisiones de GEI ($kgeCO_2$/€)

$IPS_{C}{}_t^{\,i}$, Índice de Progreso Social corregido (%)

La normalización de indicadores [6] se realiza con el fin de conseguir su agregación en un Índice General de Sostenibilidad Energética (IGSE) con el criterio

siguiente: a una mayor sostenibilidad corresponderá un menor índice, es decir, cuanto menor sea el indicador, mayor sostenibilidad.

Siguiendo este razonamiento, los indicadores se han normalizado atendiendo a los siguientes criterios:

A. Indicadores que ya expresaban un valor porcentual decreciente indicativo de mejora de la sostenibilidad: no se establece ninguna normalización.
B. Indicadores que expresaban un valor porcentual creciente indicativo de mejora de la sostenibilidad: se establece la inversión según la expresión $(100-X_i)$ donde X_i es el indicador sin normalizar.
C. Indicadores que expresaban el valor de la variable a la que representaban: se establece el rango de observación máximo sobre el cual se establece un ratio porcentual.

Para finalizar, en la tabla siguiente se recogen los valores finales del Índice General de Sostenibilidad Energética (IGSE) para las anualidades 2014-2017. El mejor comportamiento sostenible lo presenta Reino Unido, seguido de Francia e Italia. A la cola de sostenibilidad tendríamos a Alemania y España.

Criterio de normalización	Indicador General	Rango	Expresión de Normalización
A	DEE_{UE}	-	DEE_{UE}
C	IEE	90-140	IEE/140
B	IT_{SE}	0-100	$100-IT_{SE}$
C	GEI_{PIB}	0,15-0,40	$(GEI_{PIB})/0,4$
B	IPS_C	0-100	100-IPSc

Tabla 1: Normalización de indicadores generales del IGSE

5. LA DISOCIACIÓN DE LOS TRES PILARES. VALIDACIÓN DEL MODELO

Es ampliamente reconocido que el desarrollo sostenible consta de tres dimensiones íntimamente relacionadas: medioambiente, economía y sociedad [7] y [8], donde cualquier variación en una de ellas afecta de manera significativa a las otras dos [9] y además, se encuentran estrechamente interrelacionadas.

Por tanto, la premisa fundamental del desarrollo sostenible será desvincular esa dependencia y por consiguiente, que la variación en una de las dimensiones influya de manera sostenible en el desarrollo y evolución de las adyacentes. A través del seguimiento de una selección de variables se evalúa la disociación de los tres ámbitos principales vistos hasta ahora: demanda de energía, crecimiento económico y emisiones [10] (Figura 3) que son homólogos a las dimensiones del desarrollo sostenible (naturaleza, economía y sociedad). A los que añadimos los dos nuevos ámbitos específicos de la sostenibilidad energética: regulación de mercados y equidad social.

El concepto teórico en el que se sostiene la validación se denomina desmaterialización, al reducir el consumo de energía aumentando el crecimiento, debe acompañar la reducción del volumen de residuos y emisiones generadas. Como conclusión: será fuente de sostenibilidad producir y por tanto generar valor añadido reduciendo el consumo de energía, que debe acompañarse de una reducción del volumen de residuos y emisiones generadas: sólo entonces habrá sostenibilidad.



Figura 3: Los tres pilares de la sostenibilidad energética

2014	Alemania	España	Francia	Italia	Reino Unido	2015	Alemania	España	Francia	Italia	Reino Unido
DEEue	61,94	72,75	46,24	75,81	46,77	**DEEue**	62,23	72,94	46,00	77,03	37,50
IEE/140	82,00	87,26	88,60	70,26	67,83	**IEE/140**	81,14	87,09	89,04	72,31	67,56
100-IT	28,65	30,64	40,05	20,57	28,00	**100-IT**	28,20	32,24	39,94	22,06	27,53
$GEI_{PIB}/0,4$	72,61	68,27	42,31	54,24	53,38	**$GEI_{PIB}/0,4$**	69,99	70,15	41,35	54,16	44,69
100-SPIc	18,15	24,23	20,45	25,26	20,10	**100-SPIc**	18,00	23,94	20,37	25,06	20,13
	263,35	**283,15**	**237,65**	**246,14**	**216,08**		**259,55**	**286,36**	**236,69**	**250,62**	**197,42**

2016	Alemania	España	Francia	Italia	Reino Unido	2017	Alemania	España	Francia	Italia	Reino Unido
DEEue	63,71	71,49	47,36	77,65	35,68	**DEEue**	63,91	73,94	48,59	76,98	35,35
IEE/140	80,11	85,32	86,53	70,99	65,41	**IEE/140**	79,04	86,36	84,78	72,19	63,11
100-IT	27,20	30,84	38,10	21,66	25,24	**100-IT**	26,68	32,87	37,81	22,67	24,58
$GEI_{PIB}/0,4$	67,20	63,92	40,22	52,21	45,41	**$GEI_{PIB}/0,4$**	63,85	63,75	40,01	50,85	45,53
100-SPIc	17,67	23,60	20,11	24,85	19,55	**100-SPIc**	17,60	23,29	20,00	24,24	19,71
	255,89	**275,17**	**232,31**	**247,35**	**191,29**		**251,08**	**280,22**	**231,19**	**246,92**	**188,29**

Tabla 2: Resumen de resultados del IGSE para las anualidades 2014-2017

Sostenibilidad	Crecimiento Económico Sostenible	Seguridad de suministro y demanda de energía			Mercados y Regulación*	Emisiones		Equidad social	Rtdo.
	IEE-PIB	DEE-CEP	DEE-PIB	PIB-CEP	IT-IEE	PIB_{PC}-IE	PIB-E	SPI_C-GINI	
UK	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	
Francia	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	
Italia	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	
Alemania	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	
España	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	

Tabla 3: Resumen del estudio de comportamientos sostenibles en función de la disociación de variables

Para la validación del modelo se ha realizado el seguimiento de variables durante una década, relativas a los cinco grandes ámbitos descritos en el punto anterior, buscando la disociación de variables (emisiones-crecimiento-demanda). Estudiando las correlaciones de las variables dentro de cada uno de los cinco ámbitos y analizando si su relación es sostenible o no, se han obtenido los siguientes resultados cualitativos (Tabla 3).

Se han utilizado variables relativas a la Intensidad Energética de la Economía (IEE), Dependencia Energética Exterior (DEE), Consumo de Energía Primaria (CEP), Intensidad Técnica del sistema energético (IT), Producto Interior Bruto (PIB), Producto Interior Bruto per cápita (PIB_{PC}), Emisiones de GEI (IE), Intensidad de Emisiones de GEI (IE) e Índice de Progreso Social (SPI) y la Desigualdad (GINI) para cada nación, correlacionados bidimensionalmente y analizando si su evolución correspondía con un comportamiento sostenible o no sostenible. Los resultados devuelven que Reino Unido es el país más sostenible, seguido de Francia e Italia. A la cola de esta clasificación se encontraría Alemania y España.

Por último, haciendo referencia a factores determinantes de sostenibilidad en los sectores productivos y más concretamente en el sector industrial, teniendo en consideración que serán críticos los tres grandes ámbitos de la sostenibilidad energética: contaminación, crecimiento y demanda de energía, se pueden establecer correlaciones entre las siguiente variables referidas a dicho sector: Valor Añadido Bruto vs Consumo Final de Energía, Intensidad de Emisiones vs Consumo Final de Energía, y por último y dado que el vector eléctrico supone un importante flujo energético: Consumo Final de Electricidad vs Valor Añadido Bruto. Analizando esta última correlación los países que muestran sostenibilidad son Francia y Reino Unido [6].

6. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se establece un modelo de indicadores idóneos a partir del concepto de Sostenibilidad Energética en cinco grandes ámbitos en base a los cuales realizar la desagregación de indicadores. Estos cinco grandes ámbitos son: la seguridad de suministro, la regulación de la demanda y los mercados, el acceso en equidad a la energía, el impulso del crecimiento y el desarrollo económico sostenible, y el respeto por el medioambiente y la biodiversidad.

Se propone un modelo caracterizado por el Índice General de Sostenibilidad Energética (IGSE) compuesto por los indicadores generales definidos para cada uno de los cinco ámbitos representativos de la sostenibilidad energética. Cuanto menor sea el valor del IGSE, mayor será la sostenibilidad obtenida.

Se ha realizado la validación del modelo aplicando la teoría de la desmaterialización a través de un análisis de correlación para justificar la disociación de los pilares crecimiento-emisiones-demanda con carácter cualitativo. No existe ningún otro modelo que ofrezca una validación del mismo utilizando la teoría de la desmaterialización.

El IGSE permite superar la interpretación de los indicadores de manera independiente, ya que tiene en cuenta los múltiples ámbitos de la sostenibilidad energética. Por ejemplo, la Intensidad Energética de la Economía (IEE), no resulta un indicador que por sí solo pueda evidenciar un comportamiento sostenible o no de los países y de su actividad. Ya que una evolución positiva de este indicador puede no significar una mejora de las condiciones de sostenibilidad energética del país, sino de una simple reducción de la demanda de energía ante un escenario, por ejemplo, de crisis económica.

Además, las diferentes coyunturas económicas, energéticas, territoriales y sociales de los diferentes países, hacen que el modelo deba adaptarse, es decir, no todas las variables serán las más idóneas para realizar un análisis de la situación energética en las distintas naciones. El modelo plantea también el concepto de sostenibilidad local, seleccionando las naciones comparables como aquellas que tengan sus parámetros de coyuntura dentro de unos límites de variables de agrupación determinadas.

REFERENCIAS

[1] Naredo, J.M. (1996) Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. La construcción de la ciudad sostenible. Madrid

[2] UN (2016) - Sustainable Development Goals [on-line]. Sustainable Development Goals. 17 Goals to Transform our World 2016 [Consulted in 2017]. Available at: http://www.un.org/sustainabledevelopment/

[3] World Energy Council. (2014). Energy Trilemma Index. Benchmarking the sustainability of national energy systems. World Energy Council. London: World Energy Council.

[4] Norton, B. G. (1992). Sustainability, Human Welfare and Ecosystem Health . (T. W. Press, Ed.) Environtmental Values , 97-111.

[5] Fernandez-Baldor, A. (2012). Technologies for Freedom: a technological model to a human and sustainable development. Desafíos de los Estudios del Desarrollo: Actas del I Congreso Internacional de Estudios del Desarrollo.

[6] Martinez, A. (2017) Análisis de Indicadores Macroeconómicos para la Sostenibilidad Energética. Tesis Doctoral. Universidad Miguel Hernández.

[7] Ghosh, N. (2008). The road from economic growth to sustainable develoment: How was it traversed?

[8] Munasinghe, M. (1992). Environmental economics ans sustainable development. UN Earth Summit.

[9] Lior, N. (2010). Sustainable energy development: The present (2009) situation and possible paths to the future. Energy , 3976-3994.

[10] Vera, I. (2005). Indicators for sustainable energy development: an initiative by the International Atomic Energy Agency. Natural Resources Forum , 274-283.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada a través del proyecto "Subvenciones para Grupos de Investigación Consolidables AICO/2018/102", de la Dirección General de Universidad, Investigación y Ciencia de la Consellería de Educación, Investigación, Cultura y Deporte de la Generalitat Valenciana.

MATERIAL SUPLEMENTARIO

https://www.revistadyna.com/documentos/pdfs/_adic/9183-1.pdf