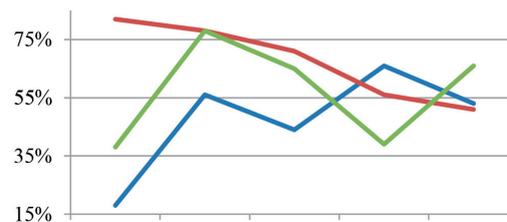


Sostenibilidad: ¿cómo contribuyen las empresas de servicios energéticos? (ESE)



Sustainability: how energy service companies (ESCO) contribute?



Jesús Morcillo-Bellido¹, Bernardo Prida-Romero¹ y Javier Martínez-Belotto²

¹ Universidad Carlos III de Madrid. Escuela Politécnica Superior. Dpto. Ingeniería de Organización. Avda. de la Universidad, 31 - 28911 Leganés (Madrid)

² Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos. Calle Goya, 47 - 28001 Madrid

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8658> | Recibido: 22/11/2017 • Evaluando: 22/11/2017 • Aceptado: 06/02/2018

ABSTRACT

• Sustainability is currently a common term used more and more frequently in the academic literature and in the public communications of companies. This is an indicative that suggests that more and more sustainability is understood as a challenge that involves not only environmental aspects, but also as an integrative concept including economic, environmental and social aspects that should be a key pillar of the most highly innovative and advanced companies in the twenty first century. This study has been developed over several years, collecting detailed information on more than two hundreds different ESCO projects (Energy Service Company) in Spain, during five years (2010 to 2014). The aim of this research is related to obtain a better understanding of an issue that is a concern: to what extent these projects that are seeking the efficient reduction of energy from collaboration between companies, could contribute to the integrated vision of sustainability, as a platform for the integration of economic and environmental.

• **Keywords:** Sustainability, energy service projects, ESCO organizations.

RESUMEN

Sostenibilidad es actualmente un término común empleado cada vez con mayor frecuencia en la literatura académica y en las comunicaciones públicas de las empresas. Esto es indicativo que hace pensar que cada vez más se entiende la sostenibilidad como un desafío que involucra no sólo aspectos ambientales, sino también como un concepto integrador que incluye aspectos económicos, ambientales y sociales que deberían ser un pilar clave de las empresas más innovadoras y avanzadas del siglo XXI. Este trabajo se ha desarrollado a lo largo de varios años, recogiendo información detallada sobre más de doscientos proyectos ESE diferentes (Empresa de Servicios Energéticos) en España, desarrollados durante cinco años (2010 a 2014). El objetivo de esta investigación está relacionado con una mejor comprensión de un tema que preocupa: en qué medida estos proyectos, que buscan la reducción eficiente de la energía de la colaboración entre empresas, contribuyen o no a la visión integrada de sostenibilidad, como plataforma para la integración de los resultados económicos y ambientales.

Palabras clave: Sostenibilidad, proyectos de servicios energéticos, organizaciones ESE.

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de llevar a cabo prácticas que no pongan en peligro el medioambiente es relativamente nueva, pero ha ganado relevancia rápidamente. Según autores como Chouinard et al. [1] el problema es que generalmente es más barato comprar un producto o servicio que tenga un impacto perjudicial en el medioambiente porque el coste generado adicional -mediante el impacto ambiental- no suele transferirse directamente al precio de venta del proveedor. La globalización y el consumo mundial han aumentado en las últimas décadas y han contribuido a un crecimiento sin precedentes de la economía mundial y a una disminución relativa de la pobreza mundial ([2], [3], [4]). Con base en este cambio económico, grandes áreas geográficas como China, Vietnam y Malasia han logrado crecer hasta niveles desconocidos hasta ahora ya que están realizando muchas actividades industriales previamente realizadas por Europa / América del Norte. Esto ha provocado un cambio importante en las cadenas de suministro mundiales [5].

El término "sostenibilidad" se ha convertido en un tema común en la literatura económica dentro del *management* y de la gestión de las operaciones de la empresa [6] durante la última década del siglo XX, derivado directamente de la definición original establecida por la conocida Comisión Brundtland [7]. A partir de esa publicación se ha considerado que los ángulos económicos, ambientales y sociales conforman toda una plataforma que se ha denominado en la literatura sostenibilidad integral, lo que corresponde a la idea de tener en cuenta la priorización simultánea en los tres resultados (económico, ambiental y social) en la estrategia de gestión de la empresa, lo que significa un cambio claro de la visión anterior centrada principalmente en los objetivos económicos. Conceptualmente, la sostenibilidad se deriva del concepto amplio de desarrollo sostenible. Para Shrivastava [9], la sostenibilidad como énfasis ambiental está relacionada con la gestión de la calidad total desde el punto de vista ambiental, de las estrategias competitivas sostenibles y su impacto en la corporación. Siguiendo a Starik y Rands [10] la sostenibilidad es la capacidad de una o más entidades, ya sea individual o colectivamente, para sobrevivir y florecer a largo plazo. La sostenibilidad de un negocio podría definirse como "la capacidad de realizar negocios con el objetivo a largo plazo de mantener el bienestar de la economía, el medioambiente y la sociedad" ([11], [12]).

Ya en 2004, aproximadamente el 68% de las 250 compañías globales más importantes publicaban sus informes de sostenibilidad, que incluían aspectos relacionados con los ángulos mencionados anteriormente y el 80% de los temas abordados en estos

informes estaban vinculados a la cadena de suministro [13]. En esta línea se ha publicado un estudio que incluye más de tres mil entrevistas *on line* a ejecutivos de negocios en todo el mundo que concluye que los tres temas principales para la sostenibilidad son: i) reducción del consumo de energía, ii) reducción de residuos en la cadena de suministro, y iii) responsabilidad social corporativa. El primer aspecto está relacionado con las mejoras en la gestión de la energía y el impacto ambiental a través de menores emisiones de CO₂, el segundo también está relacionado con el medio ambiente y la reducción de costes y el tercero está vinculado a las actividades sociales.

En cuanto al tema de la eficiencia energética, se ha desarrollado un tipo de relación de colaboración que ha demostrado ser una forma de mejorar la eficiencia energética, siendo así uno de los agentes en la sostenibilidad económica y ambiental. Hay compañías que hacen acuerdos con otras organizaciones para optimizar su gestión energética, garantizar el nivel de servicio, mejorar los costes integrales y obtener un resultado integral mucho mejor que actuando solos en los temas energéticos. Estas empresas se denominan "empresas de servicios energéticos" o "ESE" e invierten en tecnologías e instalaciones más eficientes, las mantienen y las financian con el objetivo de lograr la máxima eficacia y garantizar el nivel de servicio acordado [15]. Esas empresas podrían ser en la práctica un camino hacia la sostenibilidad [16].

Dentro de la estrategia de la Unión Europea, existe un claro apoyo a las relaciones colaborativas entre organizaciones privadas y / o públicas para lograr un ahorro significativo de energía (generalmente entre 30% y 60%) mediante "proyectos de servicios energéticos" integrados ([17]; [18], [19]). Esas relaciones solían organizarse bajo diferentes tipos de contratos: a) Contrato de suministro de energía (ESC), en el que la ESE proporciona al cliente energía transformada (calefacción, agua caliente, etc.), b) Contrato de rendimiento energético (EPC) con dos alternativas: i) "ahorro compartido" cuando la ESE respalda el riesgo técnico pero el cliente mantiene el riesgo financiero, ii) "Ahorro garantizado", el cliente asume el riesgo de crédito, c) *Build-Own-Operate-Transfer (BOOT)*, cuando ESE diseña, construye, financia y opera el equipo instalado durante el contrato, y d) el Contrato de Energía Integrado (IEC) este modelo combina EPC y ESC [20]. El número total de empresas que llevan a cabo este tipo de proyectos en España no está claro, ya que no hay datos oficiales, según algunos autores, el número de empresas de ESE en España podría oscilar entre 200 y 300 ([21], [22], [23]). Se ha demostrado que las ESE son una forma eficiente de mejorar la gestión del servicio de energía ([24], [25]) y teniendo en cuenta su impacto en términos de ahorro de energía, se podría estimar un impacto claro en términos de sostenibilidad, aunque pocos estudios han cuantificado su impacto económico y ambiental ([26], [27]). Asimismo, algunos estudios muestran su impacto en asuntos sociales [28]. El estudio de esta relación (a través de una muestra de proyectos ESE) es definitivamente una oportunidad para saber en qué esta relación cooperativa está agregando valor [29].

2. OBJETIVO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Los autores de este trabajo están interesados en obtener un conocimiento más profundo sobre el impacto de la sostenibilidad de los proyectos ESE españoles durante el período 2010-2014, y especialmente sobre algunas cuestiones específicas como: i) cómo estos proyectos colaborativos contribuyen a la sostenibilidad, con respecto al impacto económico (energía ahorro) y reducción de emisiones de CO₂, ii) qué tipo de modelo de negocio se aplica

en los proyectos de ESE en España, y características de este tipo de proyectos en España (aplicación, propiedad, recuperación financiera, ...). Los autores han utilizado métodos de investigación cualitativa, como el análisis de datos secundarios [30], que autores como [31] y [32] consideran apropiado para la exploración de aspectos innovadores en la gestión organizacional, como podría considerarse la sostenibilidad de la empresa.

Los datos se han obtenido a través del análisis de 223 proyectos ejecutados como proyectos ESE en España desde 2010 a 2014. Se ha estimado que la cantidad de proyectos analizados dentro de la muestra representa alrededor del 11% del total de proyectos de ESE ejecutados durante este período de tiempo en España. El estudio también combina la participación directa de un autor en proyectos ESE, que podrían considerarse como *action research* ([33], [34]), siendo una fuente de información correcta que ayuda a una mejor comprensión de los datos y puede enriquecer el resultado del estudio. Esta actividad de *action research* se ha utilizado para la recopilación de datos de proyectos y, en algunos casos, como filtro para evitar la recogida inadecuada de datos (por ejemplo: evitando datos no comparables). También se han realizado un par de entrevistas con los ejecutivos de Endesa y Philips para aclarar y volver a verificar algunos resultados del estudio antes de su publicación.

Los proyectos fueron realizados por más de 80 compañías. Como los proyectos suelen tener un plazo de maduración, los autores definen como criterios de selección los proyectos con "fecha de inicio" durante el período 2010-2014. Como consecuencia, solo fue posible realizar un análisis de resultados de datos reales de 43 proyectos (alrededor del veinte por ciento de la muestra), mientras que del resto la recopilación de datos se realizó sobre la base de los resultados planificados publicados. Los autores pudieron verificar durante el estudio, con base en el análisis de los proyectos ya terminados durante el período estudiado, que había desviaciones muy pequeñas entre la realidad y los resultados previstos. Dado que el plazo promedio del proyecto es de diez años, este un factor que podría poner en peligro las conclusiones del estudio porque solo 43 proyectos finalizaron durante el período. Pero como se ha demostrado en los proyectos terminados, la desviación entre los resultados reales y las previsiones es mínima, por lo que las conclusiones basadas en resultados reales más planificados podrían considerarse como correctas.

Para cada proyecto individual, se han extraído los siguientes datos para el estudio (ver Tabla 1).

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. ¿QUÉ ES UN PROYECTO ESE EN ESTE ESTUDIO?

Del análisis de los datos de los proyectos es posible inferir que la inversión promedio por proyecto ascendió a 1,75 millones de euros. El 39% sigue un modelo EPC, el 18% aplica un modelo IEC, el 7% aplica el modelo ESC y otro 28% el resto de alternativas. Analizando los datos de proyectos EPC, la mayoría de ellos (85%) pertenecen al modelo de negocio de ahorro garantizado, mientras que el resto siguen el modelo de ahorro compartido. Dentro del modelo de ahorro garantizado, el cliente suele obtener financiación directa de las instituciones financieras. Esas características podrían demostrar que España está cerca de otros mercados maduros, ya que significa que los bancos están bien establecidos y familiarizados con la financiación de los proyectos ESE [35]. Las principales diferencias encontradas entre el modelo de ahorro garantizado y el modelo de ahorro compartido se reflejan en la Tabla 2.

Dato	Comentarios
Tipo de propiedad	Público o privado
Aplicación /segmento	Actividad (ej: oficina, hoteles, hospitales...)
Tecnología	Tipo de tecnología aplicada (ej: iluminación)
Tipo de acuerdo	Tipo de contrato aplicado (ej: modelo EPC)
Duración del proyecto	Duración prevista (o real) del proyecto
Presupuesto	Presupuesto del proyecto
Ahorros (real/previsto)	Ahorros de energía (kWh /CO ₂ toneladas por año)
Dimensión del proyecto	223 (aprox. 20% terminados)
Tiempo de la investigación	5 años (2010-2014)
Entrevistas	Endesa (ESE Project Director) / Philips (Lighting Director/ Uno de los autores (action research)

Tabla 1: Datos recogidos para el estudio. Fuente: elaboración propia

	Ahorros compartidos	Ahorros garantizados
¿Hay ahorros mínimos garantizados?	NO	SI
¿Quién soporta el riesgo?	ESE	ESE
¿Quién desembolsa la inversión inicial?	ESE	Cliente
¿Quién soporta el riesgo de financiación?	ESE/Cliente	ESE/Cliente
¿Quién soporta el préstamo en su balance?	ESE/Cliente	Cliente

Tabla 2: Diferencias entre los diferentes tipos de ESE. Fuente: elaboración propia

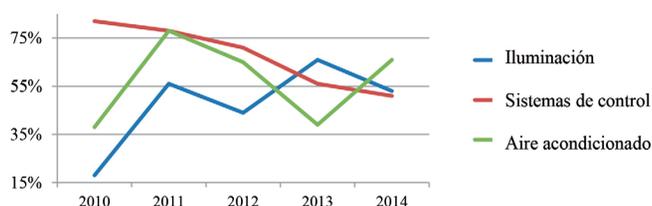


Fig. 1: Tendencias en el uso de las diferentes tecnologías. Fuente: elaboración propia

La razón principal por la que el modelo de ahorro garantizado sea el más aplicado es porque los ahorros están garantizados por contrato durante la duración del proyecto y, por lo tanto, este aspecto hace que el modelo sea mucho más interesante y seguro para los clientes. Los contratos de ahorro garantizados también incluyen sanciones para ESE en caso de no cumplir los objetivos de ahorro acordados. Estas cláusulas conducen a un esfuerzo de la ESE para hacer cumplir su contrato, introduce innovación tecnológica e implementa sistemas de monitorización y control para llevar a cabo un mantenimiento preventivo y exhaustivo que les permita alcanzar los objetivos comprometidos.

3.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO Y DISCUSIÓN

A partir del análisis de la muestra, las aplicaciones de ESE más comunes en España son: aire acondicionado (64%), sistemas control (54%) e iluminación (49%). Los proyectos ESE en España tienen una característica específica con respecto a otros países europeos: la segunda tecnología más utilizada son los "sistemas de control o de gestión" (principalmente basados en sistemas para monitorizar y controlar los procesos energéticos). Por lo general, los estudios en Europa no mencionan los sistemas de control como una tecnología separada, pero en esta investigación se ha decidido mantener esta categoría diferenciada ya que en España hay proyectos ESE que solo implementan sistemas de gestión. Esos sistemas de control sirven no solo para verificar el ahorro, sino también para analizar el consumo y detectar errores en los sistemas.

Según la muestra analizada, a lo largo de los años se tiende a utilizar diferentes tecnologías combinadas en el mismo proyecto. Como se muestra en la Figura 1, la tecnología de iluminación está creciendo a lo largo del tiempo, mientras que el aire acondicionado y la tecnología ACS han ido disminuyendo. Por otro lado, los sistemas de gestión han experimentado un crecimiento discontinuo, pero manteniendo una tendencia creciente, convirtiéndose en la tecnología más aplicada.

Dentro de este estudio, los autores han analizado la rentabilidad de las diferentes categorías de proyectos de ESE según la tecnología utilizada. En la Tabla 3, se muestran dos parámetros para cada tecnología: el presupuesto promedio por proyecto invertido de acuerdo con la tecnología y el porcentaje de ahorros logrados.

Siendo "n" el número de proyectos identificados en la muestra, las tecnologías más utilizadas (iluminación, aire acondicionado y ACS) son aquellas con menor inversión de dinero y mayores ahorros logrados, por lo que su implementación podría esperarse desde un punto de vista económico. Los sistemas de control obtienen un alto nivel de ahorro. Las dos tecnologías, altamente intensivas en capital (energía solar y equipos), son también las que tienen la relación más baja en términos de ahorro. El retorno de la inversión es el criterio principal para decidir la selección de tecnología.

Es relevante resaltar la baja rentabilidad obtenida por la aplicación de energía solar, generalmente a través de la instalación de paneles solares, en un país como España. Encontramos que la razón principal de este hecho podría fundamentarse en que existe una controversia legal [36], que afecta directamente a su implantación y ha creado una incertidumbre general, tanto en los inversores como en los consumidores.

Para complementar algunas tecnologías con otras y obtener mejores resultados, los proyectos se implementan utilizando varios tipos de tecnologías. Según la muestra, en aproximadamente la mitad de los proyectos analizados, solo se utiliza una tecnología, mientras que en el 46% de los proyectos, se aplican dos o tres tecnologías (ver Figura 2).

En cuanto a la combinación de tecnologías, las siguientes son las combinaciones más comunes. Para cada categoría, se han elegido las tres combinaciones más comúnmente utilizadas (ver Tabla 4).

Se puede observar que la tecnología común son los sistemas de gestión. El aire acondicionado es la única tecnología aplicada en casi todo tipo de combinaciones. Conocer las tecnologías que se combinan podría ayudar a una ESE a ampliar su gama de actividades. Por ejemplo, si una ESE solo está involucrada en la im-

Tecnología	Presupuesto medio por proyecto		Ahorros	
	n	€	n	%
Iluminación	60	4.401.633,66	42	35%
Aire acondicionado	77	4.324.323,27	46	33%
Sistemas de control	63	3.795.442,28	40	31%
Equipos industriales	6	15.566.840,83	5	18%
Control de edificios	14	9.078.912,90	7	39%
Energía solar	14	29.579.580,25	7	22%

Tabla 3: Ahorro económico por tecnología. Fuente: elaboración propia

Número de tecnologías utilizadas

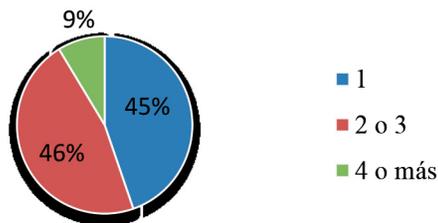


Figura 2: Relación entre proyectos y tecnología aplicada. Fuente: elaboración propia

Numero de tecnologías	Primera combinación	Segunda combinación	Tercera combinación
2 [n=59]	Aire acondicionado + Sistemas de control (42%)	Iluminación+ Sistemas de control (31%)	Aire acondicionado + Iluminación (19%)
3 [n=42]	Aire acondicionado + Sistemas de control + Iluminación (69%)	Aire acondicionado + Sistemas de control + Energía solar (12%)	Aire acondicionado + Iluminación + control de edificio (7%)

Tabla 4: Combinación de las tecnologías más aplicadas. Fuente: elaboración propia

plementación de sistemas de calefacción, es preferible expandir su negocio utilizando sistemas de control, en lugar de implementar sistemas de iluminación.

Los sistemas de control son muy relevantes en los proyectos ESE en España. Esto demuestra que es una tecnología que, además de tener su propia función, complementa perfectamente diferentes tipos de tecnologías (como iluminación y aire acondicionado). El pico en los sistemas de control muestra que el mercado aún no ha alcanzado la cima, ya que el primer paso es controlar el proyecto y obtener conclusiones sobre el ahorro real y potencial.

En el sector público, los proyectos llevados a cabo en los municipios son predominantes. El número de licitaciones públicas es mucho más elevado en los municipios que en otro tipo de entidades [37]. Según la muestra, en el sector público la mayoría de los proyectos se centran en la renovación del alumbrado público y los sistemas de control. Mientras que en el sector privado predominan los proyectos en el segmento de ocio (sistemas de calefacción y renovación de ACS). Dentro del sector privado, hay tres segmentos de mercado que representan más de la mitad del mercado: edificios de oficinas (21%), industria (20%) y residencial (18%). Los datos reflejan el alto potencial del segmento residencial y la falta de atención al mismo. En España, el sector de los servicios predomina como el principal segmento del mercado y, en comparación con otros mercados internacionales, muestra el potencial aún alto del sector de servicios.

Las principales áreas de aplicación de los proyectos ESE son edificios de oficinas, entretenimiento, hospitales, escuelas y alumbrado

público (especialmente ayuntamientos) como se indica en la Figura 3.

Los datos reflejan que de los 223 proyectos analizados, el 76% de ellos se han llevado a cabo en el sector de servicios. Es notable destacar que los proyectos dentro del sector industrial significan un gran ahorro anual promedio por proyecto (1.174 MWh), más del doble del ahorro que se puede lograr en el sector de servicios (499 MWh).

Dentro del sector servicios, los proyectos llevados a cabo en los municipios representan el 26% del total, el sector de la salud o la educación significa otro 18%. El resto de los proyectos del sector de servicios se concentran en el sector del ocio (17%) y en el sector de oficinas, que representa el 15%

Durante el período analizado (5 años), el 56% del valor del proyecto se llevó a cabo en el sector privado, mientras que el 44% restante se invirtió en el sector público, aunque en los últimos dos años el sector público tanto en número de proyectos como en el valor (ver Gráfico 4) debido a la financiación pública para mejorar la gestión del ahorro de energía (especialmente en los municipios) a nivel nacional.

Las grandes empresas (más de 250 empleados) han llevado a cabo el 58% de los proyectos analizados. Pero esta cifra no es tan abrumadora como en otros países (Francia o el Reino Unido), donde más de dos tercios del mercado está controlado por grandes empresas. Las medianas y pequeñas empresas españolas gestionan una importante cuota de mercado. Sin embargo, al comparar la

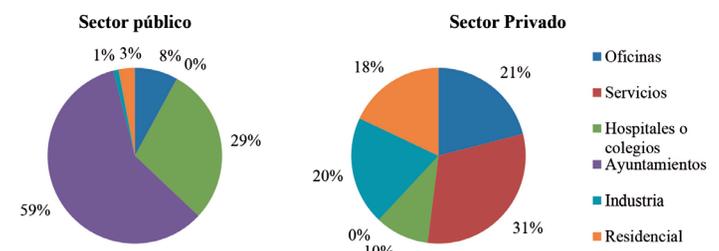


Figure 3: Proyectos ESE según la propiedad. Fuente: elaboración propia

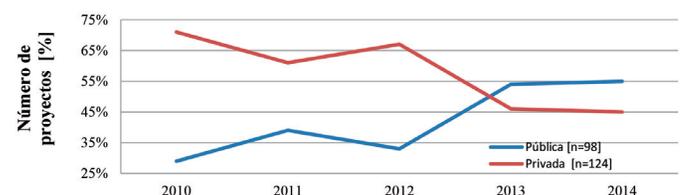


Figura 4: Tendencia de los proyectos ESE (sector público/sector privado). Fuente: elaboración propia

diferencia en la inversión de la empresa, las grandes empresas invierten por proyecto en promedio 2,5 veces más que las pymes. La participación de mercado de las grandes empresas en el sector público de ESE es mucho más alta que en el sector privado, mientras que las pymes tienen más probabilidades de desarrollar proyectos

en el sector privado. La causa podría encontrarse en las altas barreras para adaptarse a las estructuras y metodologías requeridas por las entidades gubernamentales, donde los procesos solían ser lentos e ineficientes, conduciendo en algunos casos en largos procesos de negociación o incluso proyectos parados después de muchos meses de duro trabajo. Estos procesos implican altos costos de transacción, por lo que significa un aumento de los costos en este tipo de negocios, ya que los ingresos solo se obtienen mucho más tarde de lo que se realiza la inversión.

3.3. IMPACTO FINANCIERO Y DURACIÓN DE LOS PROYECTOS

En cuanto a la duración del contrato, a partir de los datos obtenidos en la muestra es posible concluir que la duración promedio de ESE es de casi diez años. La razón que parece explicar por qué los contratos de eficiencia energética suelen tener una duración tan larga podría explicarse por el período de recuperación prolongado requerido para estas inversiones. Dentro del grupo de proyectos analizados en la muestra, la recuperación financiera para alcanzar el punto de equilibrio fue de casi ocho años. La diferencia de dos años le sirve al proyecto ESE para obtener los ingresos necesarios, suficientes para superar el punto de equilibrio antes de que la instalación (incluidas todas las inversiones adicionales) vuelva al control del cliente. De los datos recopilados se ha estudiado la llamada "tasa de rendimiento financiero" de los proyectos en la muestra estudiada: esta relación mide la relación entre el "valor presente neto promedio" del proyecto y la "inversión promedio" necesaria para llevarlo a cabo, obteniendo como resultado una proporción promedio de 0.34 (o 34%) sobre la inversión.

Aunque esta tipología de proyectos tiene un índice de rentabilidad aceptable, la larga duración de los contratos se considera una gran barrera para el desarrollo del mercado. En comparación con los contratos llave en mano, que hacen las empresas de ingeniería, una vez que termina el trabajo ambas partes se desconectan. Para evitar esta situación y dejar claras las reglas del juego, el contrato se basa en un consumo base, acordado por ambas partes, y este será el punto de referencia para los acuerdos contractuales. Por otro lado, existen dos ventajas competitivas claramente diferenciadas para entender el modelo de ESE y que justifican la larga duración de los contratos, estos son:

- i. El contrato de ESE incluye un servicio de mantenimiento, medición y verificación y control de ahorro de energía. La ESE es la primera entidad interesada y responsable de alcanzar los niveles de ahorro acordados por contrato. De esta forma, no incurre en ningún tipo de penalización garantizando que el ahorro de energía también asegure el retorno de la inversión y su propio beneficio.
- ii. El proyecto ESE realiza, total o parcialmente, a la inversión. De esta forma, el cliente no tiene que respaldar la inversión inicial del proyecto.

3.4. IMPACTO EN SOSTENIBILIDAD

Para medir el llamado impacto de la sostenibilidad, es necesario medir los resultados de los proyectos en términos de impacto económico (ahorro de energía) y reducción de emisiones de CO₂. Con base en los datos de los proyectos analizados, es posible estimar la contribución de estas muestras de proyectos de ESE a la sostenibilidad a través de su impacto económico y ambiental:

a) Impacto del ahorro de energía (visión económica)

Se ha analizado el impacto de ahorro de energía en la muestra (energía consumida antes y después de la implementación del pro-

yecto ESE, a partir de la base de datos de los proyectos) y se deduce que el consumo promedio de energía por proyecto y por año ha bajado de 2168 MWh a 1344 MWh, esto significa una disminución promedio de 824 MWh / por año (- 38%). El potencial de ahorro de energía de este tipo de proyectos es muy importante. El consumo anual de electricidad en España en 2016 fue de 265,000 GWh, y en base a la hipótesis de que cada ESE lleva a cabo 10 proyectos por año, se podría estimar que el ahorro total alcanzable en España -sólo por el desarrollo de proyectos ESE- podría estar entre 1 % a 2% del consumo anual de electricidad.

b) Impacto en las emisiones de CO₂ (visión ambiental)

Para calcular el impacto en la sostenibilidad en términos de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera, se ha procedido a utilizar la información proporcionada en los propios proyectos y cuando no ha sido posible debido a la falta de datos dentro de los archivos del proyecto, se ha utilizado el llamado "factor de emisión", que es una relación que permite transferir ahorros de kWh a toneladas de CO₂ equivalentes [38]. El factor de emisión establecido por el Ministerio de Industria español pasa de 0,399 a 0,5 kg de CO₂ / kWh, dependiendo de la fuente de energía utilizada para producir electricidad, lo que permite estimar un monto de reducción de emisiones durante la duración promedio de ESE (diez años) un proyecto promedio de un valor entre 3.288 y 4.120 toneladas de CO₂ (329 a 412 toneladas de reducción de CO₂ por año / proyecto promedio).

c) Impacto social

Como se establece en los objetivos, esta investigación se ha centrado tanto en los ángulos de sostenibilidad económica y ambiental. Un futuro estudio será realizado por los autores para evaluar el impacto social de los proyectos ESE.

4. CONCLUSIONES

Con base en el análisis de los datos, es posible concluir que los proyectos ESE en España consiguen unos significativos ahorros económicos y contribuyen a la sostenibilidad ambiental. Esta contribución a la sostenibilidad se demuestra a través de los importantes resultados en el ahorro de energía que, como promedio por proyecto, representan anualmente 38% de reducción en el consumo de energía, así como una importante cantidad de toneladas de CO₂ no emitidas a la atmósfera como contaminación. Respecto al tercer eje de sostenibilidad (impacto social) este tema será estudiado en una investigación específicamente dedicada al tema.

Los proyectos sueñen ser gestionados por grandes empresas y pymes, sin embargo, las grandes empresas están más centradas en los contratos públicos que las pymes. La razón principal podría explicarse por la gran burocracia en las entidades públicas que en muchos casos aumenta los costes operativos y se invierte tiempo tratando de comprender procedimientos complejos. Esto no se compensa fácilmente a través de la recuperación financiera del proyecto. Dentro de las aplicaciones principales, es muy destacable la importancia del aire acondicionado y la iluminación (principalmente alumbrado público).

El mercado español de ESE todavía no se considera maduro con respecto a otros países europeos como Alemania, Francia o el Reino Unido. La principal barrera detectada es una notable desconfianza en el modelo de ESE. Tanto las empresas privadas como los municipios tienen una notoria desconfianza en el modelo porque sienten incertidumbre debido a su propia falta de conocimiento sobre lo que realmente se podría esperar de estas relaciones a

largo plazo. La desconfianza sobre estas relaciones colaborativas de la de la gestión energética: i) en el sector público se tiende a pensar que los entes públicos perderán el control de la energía que consumen, y ii) mientras tanto en el sector privado hay un cierto recelo porque se desconfía que un agente externo pueda manejar los procesos de energía de la empresa. En opinión de muchos ejecutivos de empresas, esto puede conducir a una pérdida de competitividad al brindar información privilegiada a la ESE. Ciertas herramientas, como ISO 5000, podrían ser una forma adecuada de difundir el potencial de ahorro de energía y promover soluciones adecuadas como el tipo de proyectos de ESE.

Esta desconfianza no tiene evidencia real ni fundamento y suele ser debida a la falta de información por parte del cliente. Sin lugar a dudas, la promoción por parte de los organismos públicos relevantes, como IDAE, la difusión de buenas prácticas por ANESE y la difusión de casos de éxito de todo tipo de sectores, como los utilizados para llevar a cabo este análisis, ayudarán a un mayor conocimiento del modelo y podrá contribuir a convertir el sector de proyectos ESE en España en un mercado de alto crecimiento.

Con base en el análisis de los datos, es posible inferir que los proyectos colaborativos tipo ESE han contribuido significativamente a mejorar la sostenibilidad económica y ambiental de las empresas españolas que han implementado este tipo de proyectos, sin embargo, parece relevante señalar la necesidad de una mayor publicidad de los proyectos que estimule la entrada de nuevos actores en este tipo de proyecto, así la necesidad de buscar nuevas soluciones, tanto en los ángulos tecnológicos como organizacionales, para permitir que los proyectos tipo ESE continúe proporcionando mejoras incrementales en términos de sostenibilidad, ya que aún no ha alcanzado todo su potencial.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Chouinard Y, Ellison J, Ridgway R (2011). The sustainable economy. Harvard Business Review, October, p. 52-61. <https://hbr.org/2011/10/the-sustainable-economy>

[2] Norberg J (2003). Globalization and poverty. Friedrich Naumann Foundation. www.noexperiencenecessarybook.com/53Q5l/globalisation-and-the-poor-friedrich-naumann-stiftung-f-r-die.html

[3] Norberg, J. (2005). In defence of global capitalism. Academic Foundation. ISBN: 1930865473

[4] Olivieri L (2005). Globalización para reducir la pobreza, ¿el modelo chino?. Real Instituto Elcano. Área de Cooperación al Desarrollo, Dt/30, 2-36. <http://biblioteca2012.hegoa.efaber.net/system/ebooks/15041/original>

[5] Govindan K, Azevedo S, Carvalho H, Cruz-Machado V (2014). Impact of supply chain management practices on sustainability. Journal of Cleaner Production. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.068>

[6] Carter CR, Rogers D (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. International Journal of Physical Distribution & Logistic Management, vol. 38 No. 5, p. 360-367. ISSN: 0960-0035

[7] World Commission on Environment and Development (1987). Our Common Future, Oxford University Press, New York, p.8-10. <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

[8] Elkington J (1998). Cannibals with forks: The Triple Bottom Line of the 21st Century, New Society Publishers, Stoney Creek, CT. DOI: <https://doi.org/10.1002/tqem.3310080106>

[9] Shrivastava, P. (1995). The role of corporations in achieving ecological sustainability. Academy of management review, 20(4), 936-960. DOI: <https://doi.org/10.5465/AMR.1995.9512280026>

[10] Starik, M., & Rands, G. P. (1995). Weaving an integrated web: Multilevel and multisystem perspectives of ecologically sustainable organizations. Academy of Management Review, 20(4), 908-935. DOI: <https://doi.org/10.5465/AMR.1995.9512280025>

[11] Hassini, E., Surti, C., & Searcy, C. (2012). A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics. International Journal of Production Economics, 140(1), 69-82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.042>

[12] Moneva, J. M., Archel, P., & Correa, C. (2006, June). GRI and the camouflaging of corporate unsustainability. In Accounting forum (Vol. 30, No. 2, pp. 121-137). Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.accfor.2006.02.001>

[13] KPMG (2005). KPMG International Survey of Corporate Responsibility Reporting 2005, University of Amsterdam. https://commdev.org/userfiles/files/1274_file_D2.pdf

[14] McKinsey (2012). Capturing value from sustainability. Mc Kinsey Global Survey, p. 12-19

[15] Vine E (2005). An international survey of energy service company (ESCO) industry, Energy Policy nº 33, p. 691-704. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.09.014>

[16] Morcillo J, Prida B (2015). ESCO's formation as key factor for Smart Cities: Spain case analysis. Independent Journal of Management & Production, , Vol. 6 (4), p. 866-884. ISSN-e 2236-269X

[17] Morcillo-Bellido J., Prida-Romero B., Martínez-Belotto J. (2018). Sustainability Leveraged by Energy Service Projects (ESCO) in Spain: Analysis 2010-14. In: Viles E., Ormazabal M., Lleó A (eds). Closing the Gap Between Practice and Research in Industrial Engineering. Lecture Notes in Management and Industrial Engineering. Springer, Cham. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58409-6>

[18] Langlois P, Hansen S (2012). World ESCO outlook. Fairmont press. DOI: 978-1466558144

[19] Bertodi P, Rezessy S (2005). European Energy Service Companies Status Report 2005. European commission, Joint Research Center publications. <http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/european-energy-service-companies/further-reading>

[20] Bleyl J (2012). ESCO market development: business models, innovations and lessons learned. Presented at IEA DSM Workshop, April 2012, Trondheim. http://www.kompetenzzentrum-contracting.de/fileadmin/uploads_redaktion/PDF/Literature

[21] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. IDAE (2015). Informe anual. <http://www.idae.es/>

[22] D'Andretta A (2014) Key enablers for the future of Smart Cities. Philips Lighting publishing. <http://www.lighting.philips.com/main/systems/connected-lighting/connected-lighting-for-smart-cities.html>

[23] Wagner, L. (2010). Energy Service Companies (ESCO) Monetization of energy efficiency. The Mora Associates, 2010, p. 1-8. <http://www.moraassociates.com/reports/1002%20ESCO.pdf>

[24] Gustavsson, M., Ellegård, A. (2004). The impact of solar home systems on rural livelihoods. Experiences from the Nyimba Energy Service Company in Zambia. Renewable energy, 29(7), 1059-1072. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2003.11.011>

[25] Bertoldi, P., Rezessy, S., Vine, E. (2006). Energy service companies in European countries: Current status and a strategy to foster their development. Energy Policy, 34(14), 1818-1832. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.01.010>

[26] Hannon, M. J., Foxon, T. J., Gale, W. F. (2013). The co-evolutionary relationship between Energy Service Companies and the UK energy system: Implications for a low-carbon transition. Energy Policy, 61, 1031-1045. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.009>

[27] Vine, E., Hamrin, J., Eyre, N., Crossley, D., Maloney, M., Watt, G. (2003). Public policy analysis of energy efficiency and load management in changing electricity businesses. Energy policy, 31(5), 405-430.

[28] Lee, M. K., Park, H., Noh, J., Painuly, J. P. (2003). Promoting energy efficiency financing and ESCOs in developing countries: experiences from Korean ESCO business. Journal of Cleaner Production, 11(6), 651-657. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00110-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00110-5)

[29] De la Calle Vicente A, Barinaga A, Gietz JC (2016). "La colaboración como estrategia en la cadena de suministro: una visión metodológica". Dyna Management. Vol. 4. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/MN7809>

[30] Yin R K (1994). Case study research: design and methods. Beverly Hill, Sage. ISBN-10: 1452242569

[31] Eisenhardt K M (1989) Building theories from case research. Academy of Management Review, vol. 14, No. 4: 532-550. <http://www.jstor.org/stable/258557>

[32] Gummesson E (1991) Qualitative methods in management research. London: SAGE Publications Ltd. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-methods-in-management-research/book10142>

[33] Coghlan D, Coughlan P (2008) Action Learning and Action Research (ALAR): A Methodological Integration in Inter-Organizational Setting. Systemic Practice & Action Research, vol. 21, nº 21, p. 97-104. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11213-007-9086-0>

[34] Real Decreto Ley 6/2010. Government of Spain. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-5879>

[35] Bertoldi P, Boza-Kiss B, Panev S et al. (2014) ESCO Market Report 2013. JRC Science and Policy Reports. European Commission. Report EUR-26691 EN. DOI: <https://doi.org/10.2790/24203>

[36] Real Decreto Ley 900/2015. Gobierno de España. https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-10927

[37] A3E - Asociación de Empresas de Eficiencia Energética (2014). <http://www.asociacion3e.org/>

[38] MINETUR (2016) http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/propuestas/Documents/2014_03_03_Factores_de_emision_CO2_y_Factores_de_paso_Efinal_Eprimaria_V.pdf