

RISK MANAGEMENT IN ENERGY SERVICE CONTRACTS.

Ortuño, A.¹; García-Cascales, M. S.¹; Sierra Garriga, C.²

¹ Universidad Politécnica de Cartagena, ² Universidad Politécnica de Cataluña

In recent years, Energy Services Projects (ESCO projects) have become very popular for Spanish enterprises and the Public Administration, mainly because of the economical and financial difficulties being suffered. In this kind of projects, the Energy Service Company (ESCO) is contracted for the implementation of an energy efficiency measure (EEM), with its benefit being earned according to the energy savings reached. Therefore, from the ESCO's point of view, the control, measure and verification of the energy savings is certainly a critical success factor.

This paper develops a particularization or adaptation of the Risk Management methodology described by the Project Management Institute (PMI) in its PMBoK and other related documents, for the specific case of ESCO projects, where the technical and economical risk of the energy efficiency project is assumed by the ESCO. Moreover, a study is made of the relationship between the commented risk management methodology and the methodology for the measure and verification of energy savings described in the International Performance for Measure and Verification Protocol (IPMVP).

Keywords: Risk management; Energy services; International Performance Measurement & Verification Protocol (IPMVP); Energy management; Project management

GESTIÓN DE RIESGOS EN CONTRATOS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS.

En los últimos años, dadas las dificultades económicas que están atravesando tanto las empresas como las Administraciones Públicas, se están popularizando los contratos de servicios energéticos, en los que se contrata la implantación y gestión de mejoras de eficiencia energética a una empresa de servicios energéticos (ESCO), y ésta obtiene su beneficio vinculado al ahorro energético conseguido. Para el cliente, se consigue disminuir claramente el riesgo del proyecto, transmitiéndoselo a la ESCO. Para la ESCO, la minuciosa y correcta gestión de los riesgos técnicos asociados es un factor crítico de éxito del proyecto.

En este trabajo se aplica, adapta y particulariza la gestión de riesgos, definida según la metodología del Project Management Institute (PMI), para el caso concreto de proyectos de servicios energéticos en formato ESCO, donde la empresa de servicios energéticos asume el riesgo técnico y económico del proyecto de eficiencia energética. Además se vincula esta metodología de gestión de riesgos con la metodología de verificación y medida de ahorros energéticos definida en el Protocolo Internacional de Verificación y Medida del Ahorro Energético, de la Efficiency Valuation Organization (EVO).

Palabras clave: Gestión de riesgos; Servicios energéticos; Protocolo Internacional de Medida y Verificación del Ahorro Energético; Gestión energía; Gestión de proyectos.

Correspondencia: M^a del Socorro García-Cascales. Dpto Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos. Universidad Politécnica de Cartagena. C/Dr Fleming s/n. C.P. 30201. Cartagena, Murcia, España. Teléfono +34 968 326574. FAX +34 924 32 65 00. E-mail: socorro.garcia@upct.es

1 Introducción

Los proyectos de eficiencia energética en los que un cliente contrata a una Empresa de Servicios Energéticos (ESE o ESCO en inglés) para la ejecución y mantenimiento del mismo, y donde la ESE obtiene sus beneficios de los ahorros conseguidos, están sufriendo un gran impulso en los últimos años, fundamentalmente por el empuje de las administraciones públicas ante su falta de financiación, y por las empresas privadas también por la falta de un mercado crediticio estable.

Estos proyectos que se plasman en Contratos de Servicios Energéticos (Energy Savings Performance Contract ESPC), o de ahorros energéticos según el desempeño de la solución implantada, son muy sensibles respecto a su rentabilidad a variaciones en distintos parámetros clave. Por ello, se han desarrollado por instituciones a nivel internacional mecanismos de medición y verificación de esos parámetros clave, que permitan ajustar los resultados de los ahorros a sus variaciones, y que planifiquen con antelación y en contrato las respuestas a dar a estas variaciones seguras en muchos casos.

La metodología de gestión de proyectos del Project Management Institute (PMI), plasmada en el PMBoK (PMI, 2008), define en una de sus áreas de conocimiento cómo desarrollar las actividades de gestión de riesgos en proyectos de todo tipo (Área de conocimiento: 11. Gestión de Riesgos). En concreto se definen 6 procesos, 5 en el grupo de procesos de Planificación, dando la importancia que se merece a la planificación, y un sexto en el grupo de procesos de Seguimiento y Control.

La aplicación de estos procesos en proyectos ESPC híbrida con la metodología de Verificación y Medida desarrollada por Efficiency Valuation Organization (EVO) y plasmada en el Protocolo Internacional de Medida y Verificación de Ahorros Energéticos (IPVMP), y complementa claramente a la misma, aportando herramientas de análisis, evaluación y simulación que permiten dar respuesta a los riesgos que se pueden producir, y dar seguridad técnica a los procesos de desempeño de los proyectos ESPC.

Esta seguridad en la obtención de los ahorros y el control de los riesgos es un factor crítico de éxito para la expansión de los proyectos ESPC.

2 Los Contratos de Servicios Energéticos o Energy Savings Performance Contract (ESPC)

Los contratos de servicios energéticos son un tipo de contratación vinculada a proyectos de ahorros energéticos en los que una empresa contrata los servicios de una empresa de servicios energéticos, que ejecuta las medidas de ahorro energético en la primera empresa, y comparte los riesgos técnicos y/o financieros derivados del proyecto. Precisamente el último punto es lo que diferencia a un proyecto ESPC de un proyecto de ingeniería de ahorros energéticos: que los riesgos vinculados al proyecto son compartidos por ambas partes.

2.1 Definiciones de ESE.

Las empresas que prestan este tipo de servicio son llamadas Empresas de Servicios Energéticos ESE o ESCO en su denominación en inglés.

En el ámbito nacional, hay multitud de definiciones distintas de empresas de servicios energéticos, incluso se definen en distintas disposiciones legislativas: Directiva sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos (Directiva 2006/32/CE), Ley de Economía Sostenible (Ley 2/20011), Plan de Ahorro y Eficiencia Energética (IDAE, 2008-2012).

A nivel internacional, hay también gran variedad de definiciones. El Department of Energy (DoE) de EEUU la define (DOE, 2013) tomando la definición exacta que hace National Association of Energy Service Companies (NAESCO) (DOE, 2013) “An ESCO, or energy service company, is a business that develops, installs, and finances projects designed to improve energy efficiency and reduce operations and maintenance costs for its customers' facilities. ESCOs generally act as project developers for a wide range of tasks and assume the technical and performance risk associated with the project. What sets ESCOs apart from other firms that offer energy efficiency improvements is the concept of performance-based contracting. When an ESCO undertakes a project, the company's compensation is directly linked to the amount of energy that is actually saved. The comprehensive energy efficiency retrofits inherent in ESCO projects typically require a large initial capital investment and may offer a relatively long payback period. The customer's debt payments are tied to the energy savings offered under the project so that the customer pays for the capital improvement with the money that comes out of the difference between pre-installation and post-installation energy use and other related costs”

En Hispanoamérica, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) de México las define así (CONUEE, 2013): “En términos generales, las Empresas de Servicios Energéticos o Energy Service Companies (ESCO) son empresas que ofrecen sus servicios profesionales, con el objeto de desarrollar proyectos de eficiencia energética y aprovechamiento de energías renovables, con el beneficio adicional para el usuario de energía de que las inversiones son realizadas, casi en su totalidad y en la mayoría de los casos, por parte de la ESCO.”

Todas estas definiciones coinciden en el hecho diferencial de que la ESE asume gran parte del riesgo técnico y/o financieros del proyecto, con la intensidad que se defina en el Contrato de Desempeño o Contrato de Servicios Energéticos que se establezca entre las partes.

2.2 Definiciones de ESPC.

En general se puede decir que el objetivo fundamental de una ESE es la implantación de mejoras de Eficiencia Energética (MEE), basando sus ingresos en los ahorros conseguidos.

A este tipo de proyectos de implantación de MEE se les llama Energy Savings Performance Contracts (ESPC) a nivel internacional (IEA, 2010), y en algunos países de habla hispana Contratos de Desempeño (EMSEGA, 2013). En España, el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE) lo denomina Contratos de Servicios Energéticos (IDEA, 2007).

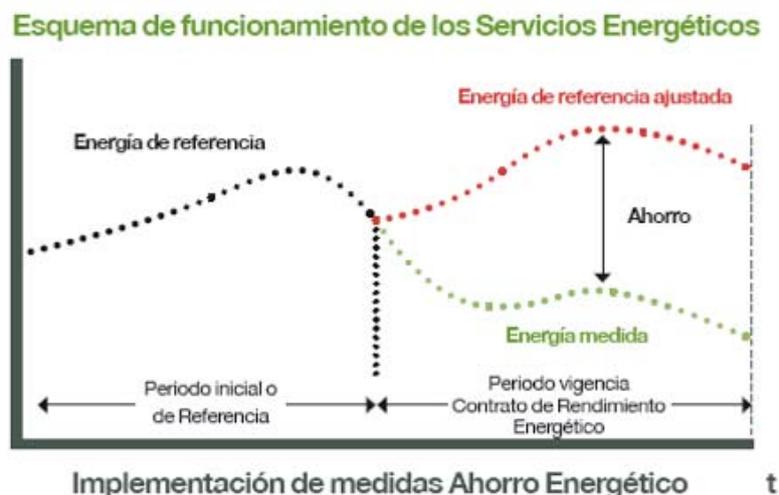


Figura 1: Implementación de Medidas de Ahorro Energético en proyectos ESPC (DOE, 2013)

Una buena definición de ESPC es: un contrato entre un cliente y una ESE, en el que la ESE realiza una auditoría energética e identifica las MEE que conseguirán reducir los costes de operación en la instalación del cliente. De acuerdo con el cliente, la ESE diseña un proyecto que cubra las necesidades del cliente. Para ello utilizará financiación de una tercera parte o interesado del proyecto, ya sea directamente al cliente o a la ESE, y la ESE implanta las MEE y garantiza los ahorros durante la duración del contrato. La ESE cobra de los ahorros obtenidos durante este periodo. Véase Figura 1.

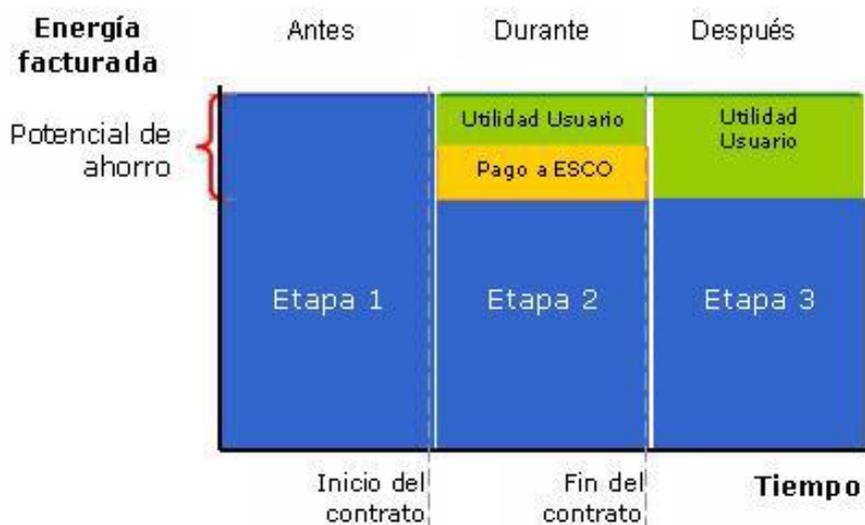


Figura 2: Muestra el efecto que un proyecto ESPC tiene en los costes operativos (Bullock,2001)

La Figura 2 muestra el efecto del ESPC en los costes del proyecto. Antes del contrato, hay un coste de mantenimiento y operación dado. La ESE diseña e implanta las MEE, y reduce los costes de mantenimiento y operación, resultando en unos ahorros que se mantienen durante la duración del contrato. Una vez se acaba el contrato, todo el ahorro repercute en el cliente.

2.3 Tipos de proyectos ESPC.

Partiendo de la premisa de partida en la que la ESE debe soportar parte del riesgo del proyecto, existen distintos tipos de contrato según qué tipo de riesgos recae entre cada parte del contrato. La International Energy Agency (IEA, 2003) establece cuatro tipos diferentes según quién soporta cada tipo de riesgos:

1. La ESE soporta ambos riesgos, el técnico o de desempeño, y el financiero. Se le conoce como contrato de "Ahorros garantizados".
2. La ESE soporta el riesgo técnico o de desempeño, pero el riesgo financiero lo soporta el cliente, esto es, el cliente compra los equipos y realiza la inversión inicial. A este tipo de contrato se le conoce como de "Ahorros compartidos", y la ESE cobra sólo una parte de los ahorros, si los hay.
3. Contratos "first out", en los que el total del ahorro se dedica anualmente al pago de la deuda por la compra de los equipos y sus intereses. Se le da prioridad al pago de los equipos.

4. Contratos en los que la ESE cobra por unidad de energía vendida, por ejemplo por vapor generado, o por calor aportado, etc... Se denominan contratos “chauffage” del francés “calefacción”.

En algunos estudios el tercer tipo de contrato se incluye en el primero, dado que los dos riesgos los asume la ESE (Roosa, 2002), y en otros se incluye proyectos de duración variable, dependiendo de lo que tarden los ahorros en conseguir amortizar los costes de implantación (SEAI, 2013).

Como se ha visto, la clasificación de los ESPC dependen fundamentalmente de quién asume el riesgo, quién asume la financiación, y quién se llevará los ahorros generados.

En el presente estudio nos centramos en los riesgos técnicos o de desempeño, por lo que es de aplicación todas las modalidades, ya que en todas este riesgo lo asume la ESE.

2.4 Las fases de un proyecto ESPC.

Si en la clasificación de los proyectos ESPC se puede encontrar mucha bibliografía y hay cierta unanimidad y homogeneidad, en el proceso de ejecución de un ESPC hay una gran variedad de metodologías o de descripción de fases de un proceso ESPC.

Si se estudia el proceso de implantación de MEE desde su inicio hasta el final, lógicamente hay unas fases iniciales en las que no interviene aún la ESE, entre las que se encuentra precisamente su selección. (Roosa, 2002) define 5 etapas en el desarrollo de proyectos ESPC:

1. Determinación de la oportunidad.
2. Programa preliminar de servicios energéticos.
3. Desarrollo de la propuesta detallada.
4. Implantación del proyecto.
5. Aseguramiento del desempeño y tareas de medida y verificación.

La entrada de la ESE en el proceso se produciría normalmente en la tercera etapa, en la definición de la propuesta detallada, aunque podría empezar antes e incluso en la implantación.

La Sustainable Energy Authority of Ireland (SEAI) establece un desglose mayor de fases, distinguiendo entre las que participa la ESE y las que sólo las realiza el cliente:

1. Decidir emprender un proyecto ESPC.
2. Organizar el equipo.
3. Preliminares. Decidir el alcance.
4. Definición del proceso de selección de la ESE.
5. Análisis detallado y negociación.
6. Implementación.
7. Ahorros y desempeño.
8. Cierre del contrato.

En este proceso, la ESE participaría en las fases de la 4ª a la 7ª ambas incluidas. Como veremos, este acercamiento al proceso facilita la comparación con la metodología de proyectos del PMBoK (PMI, 2008).

La (IEA, 2010) resumiendo los procesos definidos en distintos gobiernos occidentales para la gestión de sus proyectos internos ESPC, describe un proceso de 5 fases:

1. Planificación del proyecto.
2. Selección de la ESE.
3. Auditoría detallada y diseño del proyecto.
4. Construcción
5. Periodo de desempeño.

(Hancock, 2010), desarrolla un proceso de 9 fases, en las que principalmente añade un desdoblamiento en dos de la fase de selección de la ESE, e incluye una fase de commissioning (Turner and Doty, 2006) muy importante para asegurar la correcta ejecución del proyecto en su fase de implementación.

Todas estas metodologías para el desarrollo de proyectos ESPC tienen en común que la ESE interviene en mayor o menor medida en las fases de planificación del proyecto ESPC, en la ejecución entendido como implementación, y en el control y seguimiento en forma de commissioning en la fase de implementación, y de tareas de medida y verificación en la fase de periodo de desempeño.

3 Gestión de proyectos según PMBoK

Con el fin de estudiar la aplicación de la Gestión de Riesgos según PMBoK en los proyectos ESPC, primero se procede a introducir muy brevemente la metodología de gestión de proyectos del Project Management Institute (PMI), plasmada en el Project Management Book of Knowledge (PMBok) (PMI, 2008).

3.1 Grupos de procesos en gestión de Proyectos.

PMBoK estructura la gestión de procesos alrededor de 5 grupos de procesos, que definen el proceso normal que sigue cualquier proyecto o fase independiente de proyecto:

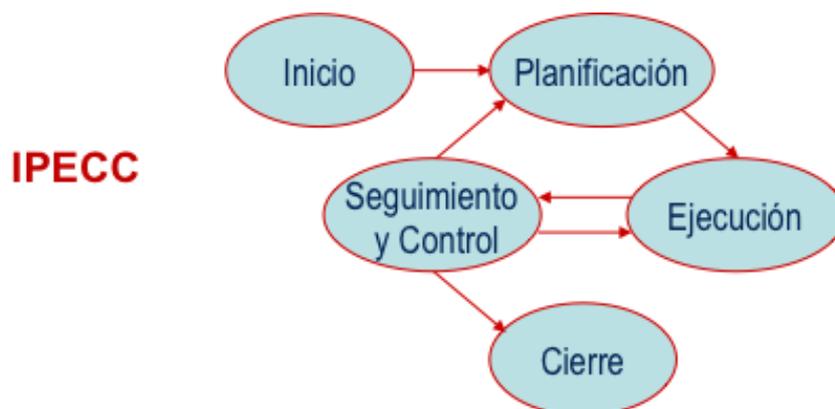


Figura 4: Grupos de Procesos (PMI, 2008)

Como se observa en la Figura 4, los grupos de procesos son Inicio, Planificación, Ejecución, Seguimiento y Control, y Cierre (IPECC).

Grupo del Proceso de Iniciación: Aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente, mediante la obtención de la autorización para comenzar dicho proyecto o fase.

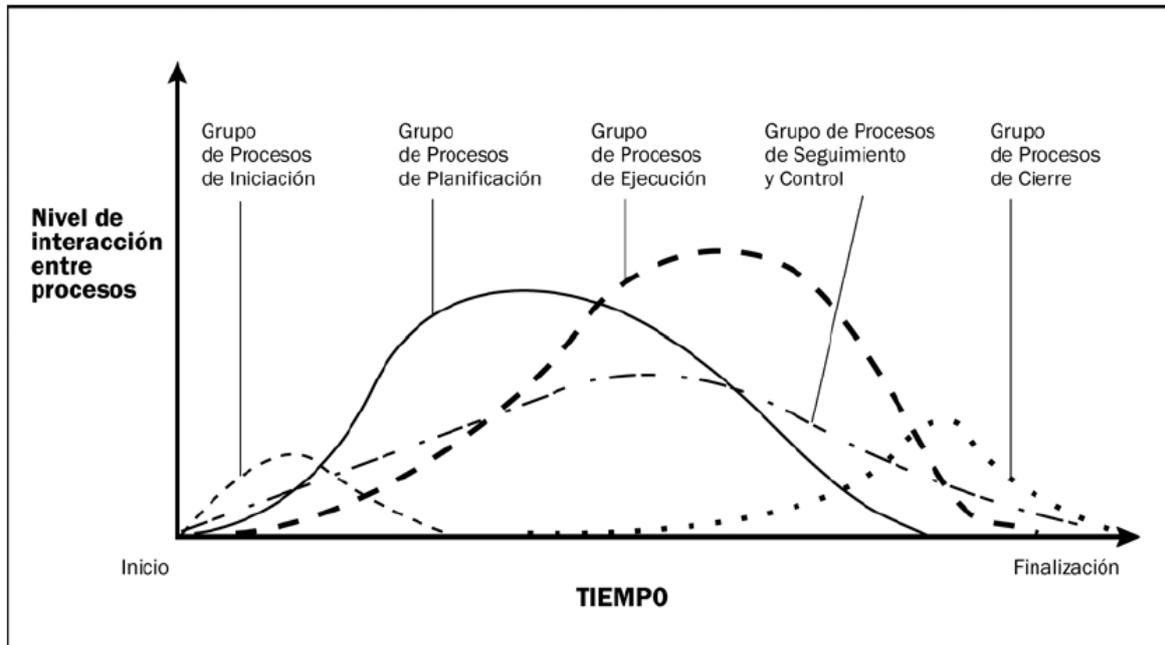


Figura 5: Los Grupos de Procesos en un proyecto interactúan (PMI, 2008)

Grupo del Proceso de Planificación: Aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción necesario para alcanzar los objetivos para cuyo logro se emprendió el proyecto.

Grupo del Proceso de Ejecución: Aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones del mismo.

Grupo del Proceso de Seguimiento y Control: Aquellos procesos requeridos para dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.

Grupo del Proceso de Cierre: Aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo.

Es muy importante comentar que estos grupos de procesos no son fases separadas del proceso proyectual, sino que interactúan y se producen al mismo tiempo, ver figura 5. Así, las fases de planificación, ejecución y control y seguimiento se producen en el mismo periodo, pero son distinta intensidad. Esto tiene su importancia al tratar la gestión de los riesgos, ya que hace de la planificación y control de riesgos procesos incluso iterativos.

3.2 Los procesos en el área de conocimiento de Gestión de Riesgos.

En otra clasificación o dimensión el PMBoK estructura los procesos por áreas de conocimiento. Una de estas áreas de conocimiento es la de Gestión de Riesgos, en la que se puede encontrar los siguientes procesos (PMI, 2008):

11.1 Planificar la Gestión de Riesgos—Es el proceso por el cual se define cómo realizar las actividades de gestión de los riesgos para un proyecto.

11.2 Identificar los Riesgos—Es el proceso por el cual se determinan los riesgos que pueden afectar el proyecto y se documentan sus características.

11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos—Es el proceso que consiste en priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos.

11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos—Es el proceso que consiste en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.

11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos—Es el proceso por el cual se desarrollan opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

11.6 Monitorear y Controlar los Riesgos—Es el proceso por el cual se implementan planes de respuesta a los riesgos, se rastrean los riesgos identificados, se monitorean los riesgos residuales, se identifican nuevos riesgos y se evalúa la efectividad del proceso contra riesgos a través del proyecto

Los primeros 5 procesos se encuentran en el grupo de procesos de Planificación, y el 6º proceso en el grupo de procesos de Seguimiento y Control .

4 Aplicación de la metodología de Gestión de Riesgos del PMBoK en proyectos ESPC

En los proyectos ESPC hay dos o tres interesados (stakeholders) principales: El cliente, la ESE, o/y la financiera. (SEAI, 2013) En el presente trabajo estudiamos los riesgos desde el punto de vista de la ESE, esto es, los riesgos que debe gestionar la ESE en el proyecto ESPC.

Además, podemos clasificar estos riesgos según el momento en el que se producen, si en la fase de diseño del proyecto, implementación o en la fase del Periodo de Desempeño, como veremos más adelante. En el trabajo nos centramos en los riesgos asociados a no conseguir los ahorros esperados por causas ajenas a la ejecución, por lo que sólo consideramos:

- Los riesgos de la ESE,
- Los que pueden producir un desvío en los ahorros esperados,
- Y que no se deban a mala ejecución, sino a otras variables operativas o exteriores.

4.1 Los procesos de riesgo en las fases de proyectos ESPC.

Según hemos comentado en el punto 2, todas las descripciones de las fases de un proyecto ESPC incluyen como mínimo tres fases en las que interviene la ESE. Si comparamos las actividades que se realizan durante estas fases con las actividades a realizar en los distintos grupos de procesos del PMBoK, podemos relacionarlos así:

- Fase de diseño proyecto, contrato y planificación. → Grupo Proceso Planificación.
- Fase de implementación. → Grupos de proceso Ejecución y Control.
- Fase de Periodo de desempeño → Grupos de proceso Ejecución y Control

En la fase de diseño se describe cómo va a ser el proyecto, y se estudian las partes del mismo, rendimientos, ahorros a obtener, cómo se medirán los ahorros, el contrato ESPC, y asimismo se deben prever todos los riesgos que se pueden presentar, y su gestión. Por lo tanto, todos los procesos del grupo de procesos de Planificación (5 procesos en total), de la gestión de riesgos del PMBoK, se encuadran en esta fase de Diseño proyecto, planificación y contrato del proceso ESPC.

El sexto y último proceso, Monitorear y controlar los riesgos, se encuadra en las fases de implementación y de periodo de desempeño. Pero para el caso concreto de los riesgos que hemos acotado, el riesgo de no conseguir los ahorros esperados (o conseguir más), éstos se producirán durante la fase de Desempeño. Por lo tanto, el sexto proceso se llevará a cabo en esta fase, para los riesgos acotados. Ver tabla 1

Tabla 1: Gestión de Riesgos según PMBoK y Fases de un Proyecto ESPC

Procesos de la Gestión de Riesgos PMBoK	Fases Proyectos ESPC
11.1 Planificar la Gestión de Riesgos	Diseño de proyecto, contrato y planificación
11.2 Identificar los Riesgos	
11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos	
11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos	
11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	
11.6 Monitorear y Controlar los Riesgos	Periodo de Desempeño

4.2 La gestión de riesgos y el Protocolo internacional de Medida y Verificación de Ahorros Energéticos.

Dentro de la fase de diseño, contrato y planificación, al margen de las actividades puramente de diseño de la solución técnica, y del cálculo de los ahorros, se debe anexar al contrato un Plan de Medida y Verificación (Plan de M&V) (EVO, 2010) con el siguiente contenido:

- Descripción de cada MEE. Se deben describir detalladamente las medidas de eficiencia energética a implantar.
- Opción del IPMVP (EVO, 2010) seleccionada y límite de medida. Alcance de la medida.
- Referencia: periodo, energía y condiciones. En este punto, se deben describir entre otros datos las líneas de referencia de los consumos, en qué condiciones, información de las variables independientes que pueden afectar al consumo, y los factores estáticos que se prevé evolucionen según lo previsto.
- Periodo demostrativo del ahorro.
- Base del ajuste.
- Procedimiento de análisis.
- Precios de la Energía.
- Especificaciones de la medida.
- Responsabilidades.
- Precisión esperada.
- Presupuesto.
- Formato del informe.
- Garantizar la calidad.

Si cogemos cada uno de los procesos de gestión de riesgos del PMBoK, podemos relacionarlos de la siguiente forma con el desarrollo y ejecución del Plan de M&V:

- *11.1 Planificar la Gestión de Riesgos.* En este proceso se define cómo se gestionarán las actividades de gestión de riesgos en el proyecto ESPC. Esto incluye los siguientes puntos del Plan de M&V: Opción del IPMVP seleccionada; Precios, Responsabilidades, precisión, presupuesto, formatos de informe y procesos de calidad.
- *11.2 Identificar los Riesgos.* Nos hemos ceñido únicamente a los riesgos asociados a una variación en los ahorros energéticos. Por lo tanto, estos riesgos irán asociados a las variables independientes y variables estáticas determinadas para la MEE. Una variable independiente es un parámetro que sabemos que variará durante el periodo de desempeño, y que tendrá un impacto sobre el consumo. Una variable estática es un parámetro que en principio no se prevé que cambie durante el periodo de desempeño, pero que si cambia produce una variación en el consumo (EVO, 2010). Tanto unas como otras son la génesis de los riesgos, y hay que considerarlas precisamente en la identificación de los riesgos. Posteriormente se evaluarán en los siguientes procesos.

Según el tipo de tecnología del proyecto ESPC, las variables serán unas u otras. Por ejemplo, en proyectos de sustitución de luminarias, una variable independiente podría ser las horas de funcionamiento de la iluminación artificial: se prevé que cambie, y nos dará más o menos ahorro anual. En este caso la fiabilidad u horas de vida de las lámparas puede ser una variable estática, ya que se prevé no cambie según lo indicado por el fabricante, pero hay que considerarla y monitorizarla porque si baja puede producir costes que reduzcan el ahorro.

En proyecto más complejos, como cambio de un sistema de climatización, puede haber muchas variables independientes, e incluso cruzadas. Las temperaturas diarias anuales, las horas de trabajo de la empresa, son variables que influirán en los ahorros y que se sabe serán diferentes. Incluso alguna puede ser considerada estática, como las horas de trabajo en una administración pública, e independiente a la vez en una industria. Otras variables que condicionarán los ahorros y se prevé que cambien son los precios. (Jackson, 2010)

Todas estas variables deben incluirse en la lista de riesgos y evaluarse en siguientes procesos.

- *11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos.* Lo que es evidente es la gran cantidad de variables a estudiar que son posibles causas de riesgos. En casos más complejos como proyectos de cogeneración, el precio de los distintos combustibles, tanto de compra como de venta; las necesidades de energía eléctrica y térmica, e incluso en qué forma, si vapor o agua caliente; la coincidencia de este consumo, etc... son variables que definen la rentabilidad y ahorros obtenidos, y que interactúan entre ellas. Esto hace que sea necesario una evaluación de los riesgos en profundidad (Schiller, 2012).

En este proceso se debería evaluar y diferenciar entre aquellas variables (independientes o estáticas) que pueden producir un gran impacto en el proyecto, y ponderarlas con respecto a la probabilidad de que sucedan. De esta evaluación saldrán aquellas variables que (1) produzcan riesgos a los que una respuesta de aceptar y monitorizar, o (2) aquellas variables que por su posible impacto afectado por su probabilidad de ocurrencia, deben ser evaluadas con mayor profundidad estudiando su sensibilidad a variable, su cuantificación en los ahorros, y sus posibles respuestas.

- *11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos.* Durante este proceso se hace necesario el uso de herramientas de evaluación de los distintos riesgos, seleccionando aquellas que permitan calcular los ahorros obtenidos con variaciones de entre más de dos variables. Herramientas de simulación donde se puedan introducir varias variables, distintas hipótesis de variación en el periodo de desempeño, y que incluyan interdependencias entre ellas, son necesarias para aquellas cuyo impacto y probabilidad se haya visto que son críticos para el éxito del proyecto.
- *11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos.* Las respuestas a dar a cada riesgo producido por una variable pueden ser muy variadas, y pueden incluir cualquier estrategia (aceptar, evitar, mitigar o transferir). En el caso de variación en las horas de funcionamiento, se le puede dar respuesta aumentando proporcionalmente el periodo de desempeño hasta que se cumplan las horas que producen los ahorros. En el caso de variaciones bruscas de precios, habrá que pactar en el contrato condiciones de reparto de los costes o ahorros producidos por esta variación de precios. En el caso de cambio en el proceso productivo en un proyecto de cogeneración, necesitándose menos vapor en el proceso, partiendo de una simulación de escenarios posibles, se deberá prever los nuevos rendimientos de la cogeneración y su implicación en los ahorros, y pactar cómo variarán los ingresos de cada una de las partes.

En el caso de variables independientes que se sabe van a variar seguro, es necesario indicar en el Plan de M&V cómo se ajustarán las curvas ante esta segura variación. En los puntos referencia: periodo, energía y condiciones, periodo demostrativo, bases del ajuste y análisis, se incluirá la descripción de cómo se producirá este ajuste.

- *11.6 Monitorear y Controlar los Riesgos.* En este proceso se ejecutará el Plan de M&V definido anteriormente, llevando la monitorización y medida (control) de las variables identificadas, que pueden producir riesgos. Con esta medición se podrá controlar en todo momento los sucesos de riesgo, y aplicar la respuesta planificada si procede.

5 Conclusiones.

La gestión de riesgos en proyectos de servicios energéticos en los que el ahorro en el periodo de desempeño es el que produce los ingresos para la ESE, es seguramente el factor fundamental de éxito del proyecto ESPC.

La gran cantidad de variables, independientes y estáticas, que hay que considerar, medir, monitorizar y simular en proyectos ESPC, y que son causa de riesgos importantes, hace muy recomendable y necesario la aplicación de los procesos de gestión de riesgos donde se planifique, analice y se den estrategias de repuesta antes estos riesgos.

Los proyectos ESPC son extremadamente sensibles a los riesgos que pueden aparecer. Esto es debido al alto componente técnico de las soluciones diseñadas para ahorrar energía y al hecho de que los ingresos vienen únicamente por los ahorros energéticos conseguidos.

La propia definición de las variables independientes (EVO, 2010) hace necesario prever su variabilidad, y aplicar mecanismos de ajuste que den respuesta clara, precisa y previamente planificada y pactada por las partes a esta variabilidad de las variables independientes. Las variables estáticas se pueden producir o no. Las respuestas ante variaciones en estas variables estáticas deben planificarse también, y establecer estrategias de respuesta que pueden incluir desde la de transferir sus efectos a un tercero, por ejemplo seguro, o mitigar

sus consecuencias pactando previamente en contrato acciones concretas de reparto del resultado o alargamiento del periodo de desempeño.

Por todo ello, es crítico el análisis pormenorizado de las posibles y en algunos casos seguras variaciones de estas variables causa de riesgos, a través de herramientas de gestión de riesgos que los evalúen y cuantifiquen en multitud de escenarios posibles. Las herramientas de simulación multivariantes y dependientes entre sí deben aplicarse durante la planificación de los proyectos ESPC y medirse y verificarse durante el proceso de implementación y fundamentalmente en el periodo de desempeño.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con fondos FEDER por la DGICYT mediante el proyecto (TIN2011-27696-C02-01) y por La Junta de Andalucía (P11-TIC-8001), respectivamente.

Referencias.

Bullock, C. and Caraghiaur, G., (2001). *A Guide to Energy Services Companies*, Fairmont Press, Lilburn, GA

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, Gobierno de México, CONUUE. http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_escos/_rid/3113/_mto/3/_wst/maximized?url2p rint=%2Fwb%2FCONAE%2FCONA_escos&imp_act=imp_step3&page=0 (Obtenido el 12 de Abril de 2013)

Department of Energy, US, DOE. Obtenido el 12 de Abril de 2013 de http://www1.eere.energy.gov/femp/news/news_detail.html?news_id=7132

EMSEGA Ingeniería & Desarrollo S.A.C. Obtenido el 12 de Abril de 2013 de <http://emsega.galeon.com/>

España. Ley 2/2011 de 4 de marzo de 2011, de economía sostenible. *Boletín Oficial del Estado*, 5 de marzo de 2011, núm. 55, pp. 25033-25235. Artículo 102. Empresas de servicios energéticos.

España. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía IDAE, Plan de Acción 2008-2012 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España. <http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/relcategoria.1127/id.67/relmenu.11>

Efficiency Valuation Organization, EVO. (2010) *Protocolo Internacional de Medida y Verificación. Volumen 1.*

Hancock, B. (2010) *Navy ESPC Program*. National Association of Energy Service Companies. Federal Market Workshop March 2010.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE (2007). *Propuesta de modelo de Contrato de Servicios Energéticos y Mantenimiento en Edificios de las Administraciones Públicas.*

International Energy Agency (2010). *Best Practice Guidelines for Using Energy Performance Contracts to Improve Government Buildings*. ECBCS Annex46.

International Energy Agency (2003). *The Summary Report from IEA DSM Task X.*

Jackson, J. (2010) *Promoting energy efficiency investments with risk management decision tools*. Energy Police 38, 3865-3873.

National Association of Energy Service Companies, NAESCO. Obtenido el 12 de Abril de 2013 de <http://www.naesco.org/>

Project Management Institute (2008) *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía PMBoK)*. (4ª ed.)

Roosa, S. A., (2002). *The energy engineer's guide to performance contracting opportunities*, Energy Services Marketing News, Summer/Fall 2002, pp. 1-4.

Schiller, S. R. (2012) *Developing State and National Evaluation Infrastructures- Guidance for the Challenges and Opportunities of EM&V*.

Sustainable Energy Authority of Ireland, SEAI (2013). *A guide to Energy Performance Contracts and Guarantees*.

Turner, W. C. and Doty, S. (2006). *Energy Management Handbook*. (7th ed). p.637.

Unión Europea. Directiva 2006/32/CE del parlamento europeo y del consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 27 de abril de 2006, núm. 114, pp. 64-85.