

Análisis del modelo ESCO en Colombia

Jairo Alejandro Rey García

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Director:

Wilson Giraldo Picón

Mgtr. Potencia Eléctrica

Codirector:

Gabriel Ordóñez Plata

Dr. Ingeniero Industrial, área Ingeniería Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Bucaramanga

2025

Tabla de contenido

Introducción	7
1. Planteamiento del problema	9
2. Objetivos.....	10
2.1. Objetivo general	10
2.2. Objetivos específicos.....	10
3. Definición de ESCO	11
3.1. Contratos de servicios energéticos por desempeño (ESPC).....	12
3.1.1. Contrato de ahorros compartidos	13
3.1.2. Contrato de ahorros compartidos: Pago con ahorros	13
3.1.3. Contrato de ahorros garantizados.....	13
3.1.4. Contratos tipo descuento (Chauffage).....	15
3.2. Desarrollo de un contrato ESPC.....	16
3.3. Empresas que implementan el modelo ESCO en Colombia	18
4. Norma ISO-50001: Relación con la eficiencia energética.	19
4.1. Normas ISO 50000 y el apoyo al sistema de gestión energética.....	21
4.1.1. ISO 50002: Auditorías energéticas	21
4.1.2. ISO 50004: Guía para la implementación de un sistema de gestión de energía	22
4.1.3. ISO 50006: Medición de desempeño energético (IDEn) y línea base energética (LBEn)	23
4.1.4. ISO 50015: Medición y verificación del desempeño energético	24
4.1.5. ISO 50044: Proyectos de ahorro de energía (PAEn). Directrices para la evaluación económica y financiera.....	25
4.2. Evaluación técnica del potencial de la norma ISO 50001 implementar el modelo ESCO.	26
5. Implementación del modelo ESCO apalancados en las normas ISO 50001	28
5.1. Modelo energético orientado a la mejora de procesos y procedimientos organizacionales.	30
5.1.1. ¿Por qué incorporar el modelo energético de la ESCO en la organización?	38
Conclusiones	40
Referencias Bibliográficas	42

Lista de Figuras

Figura 1. Flujos de efectivo de ESPC simplificados.....	16
Figura 2. Largo camino para el desarrollo de un ESCP.	17
Figura 3. Modelo SGen.....	20
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de auditoria energética.	22
Figura 5. Sinergia entre la norma ISO 50001 y el modelo ESCO	28
Figura 6. Acompañamiento de la norma ISO 50001 en el desarrollo del modelo ESCO.....	32

Lista de Tablas

Tabla 1. Integración de las normas ISO 50000 con el SGEEn.....	27
Tabla 2. Resultados esperados	38

Resumen

Título: Análisis del modelo ESCO en Colombia *

Autor: Jairo Alejandro Rey García **

Palabras Clave: ESCO, ISO 50001, Eficiencia energética, Sostenibilidad, Colombia

Descripción: Este trabajo de grado presenta un análisis del modelo de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO) como alternativa para impulsar la eficiencia energética en organizaciones colombianas, tanto en el sector productivo como en el terciario. El principal objetivo es evaluar cómo la adopción de contratos de servicios energéticos por desempeño (ESPC), en conjunto con la implementación de la norma ISO 50001, puede superar barreras técnicas, financieras y culturales que habitualmente frenan la inversión en proyectos de optimización del consumo energético.

En primera instancia, se define el modelo ESCO, su funcionamiento bajo contratos de desempeño y los beneficios que estos ofrecen. Posteriormente, se describen los componentes fundamentales de la norma ISO 50001, destacando la utilidad del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) y cómo las normas complementarias pueden fortalecerlo para asegurar mejoras continuas en el uso eficiente de la energía. Se resalta la sinergia entre el modelo ESCO y la norma ISO 50001, evidenciando su complementariedad para optimizar la gestión energética. Finalmente, se proponen diversas estrategias para estructurar un modelo energético integrado que abarque auditorías iniciales, diseño de soluciones a la medida, financiamiento a través de contratos de desempeño y verificación de resultados.

Los hallazgos muestran que la convergencia entre el modelo ESCO y la ISO 50001 puede estimular la transición hacia esquemas energéticos más eficientes y sostenibles, reduciendo costes operativos y fortaleciendo la competitividad empresarial en el país. Además, se evidencia el potencial de replicabilidad en diferentes sectores económicos, lo que confirma el valor estratégico y medioambiental de adoptar este enfoque de gestión de la energía.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Wilson Giraldo Picón. Mgtr. Potencia Eléctrica. Codirector: Gabriel Ordoñez Plata. Dr. Ingeniero Industrial, área Ingeniería Eléctrica

Abstract

Title: Analysis of the ESCO model in Colombia *

Author: Jairo Alejandro Rey García **

Keywords: ESCO, ISO 50001, Energy Efficiency, Sustainability, Colombia

Description: This undergraduate thesis presents an analysis of the Energy Service Companies (ESCO) model as an alternative to promote energy efficiency in Colombian organizations, both in the productive and tertiary sectors. The main objective is to assess how the adoption of Energy Performance Contracting (ESPC), together with the implementation of ISO 50001, can overcome technical, financial, and cultural barriers that often hinder investment in projects aimed at optimizing energy consumption.

First, the ESCO model is defined, explaining its operation under performance contracts and the benefits these agreements provide. Subsequently, the fundamental components of ISO 50001 are described, highlighting the importance of the PHVA cycle (Plan-Do-Check-Act) and how complementary standards can strengthen it to ensure continuous improvements in energy efficiency. The synergy between the ESCO model and ISO 50001 is emphasized, showcasing their complementarity in optimizing energy management. Finally, various strategies are proposed to structure an integrated energy model, covering initial audits, customized solution design, financing through performance contracts, and result verification.

The findings indicate that the convergence between the ESCO model and ISO 50001 can foster the transition towards more efficient and sustainable energy schemes, reducing operational costs and enhancing business competitiveness in the country. Additionally, the study highlights the replicability potential of this model across various economic sectors, confirming the strategic and environmental value of adopting this energy management approach.

* Undergraduate thesis

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Electrical, Electronic, and Telecommunications Engineering. Advisor: Wilson Giraldo Picón, M.Sc. in Electrical Power. Co-Advisor: Gabriel Ordoñez Plata, Ph.D. in Industrial Engineering, specializing in Electrical Engineering.

Introducción

El incremento de las nuevas tecnologías y la industrialización han impulsado una transición energética que se ha ido modificando por la combinación de fuentes de energía primaria que se utilizan en una zona geográfica o matriz energética. Además, el fomento de la gestión eficiente de la energía, como respuesta a la demanda, están transformando los escenarios de participación del usuario final en la cadena energética.

En este contexto, tanto las empresas como los consumidores finales están adquiriendo un papel activo, al identificar las oportunidades de interactuar con los sistemas energéticos desde la generación hasta el uso final de la energía. En este sentido, se evalúa desde la autogeneración, la cogeneración, la venta de excedentes y la participación en el mercado energético nacional. Por otra parte, los compromisos ambientales de los países a nivel mundial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, están impulsando políticas y programas para disminuir el uso de combustibles fósiles mediante acciones de eficiencia energética y gestión de la energía. (RECIEE, 2019).

Bajo este panorama, el modelo de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO¹), busca establecer un puente para que el consumidor final pueda adoptar nuevas medidas de eficiencia energética. Este modelo no solo mejora la sostenibilidad operativa de las empresas, sino que también garantiza resultados medibles a través de contratos basados en desempeño. Desde el surgimiento, a comienzos de la década de 1980, el modelo de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO) ha revolucionado la forma en que organizaciones y comunidades abordan la eficiencia energética, al ofrecer soluciones integrales que abarcan desde la identificación de oportunidades de ahorro hasta la verificación de resultados. La ESCO ha transformado la manera en que se

¹ Energy Service Company

conciben y gestionan los recursos energéticos. A pesar de los múltiples beneficios que aporta este modelo de negocios a la economía y al cuidado medioambiental, en Colombia, la adopción del modelo ESCO enfrenta desafíos significativos, como la falta de conocimiento técnico, limitaciones financieras y barreras regulatorias. Muchas empresas, especialmente las pequeñas y medianas, no están aprovechando las oportunidades que ofrece la ESCO debido a la ausencia de estrategias claras y marcos normativos robustos que respalden la implementación.

Por otro lado, la ISO 50001, una norma internacional que establece los lineamientos para un sistema de gestión de energía proporciona una base técnica y de gestión para identificar y monitorear mejoras energéticas. La integración de esta norma con el modelo ESCO podría facilitar la implementación de medidas de eficiencia energética en empresas colombianas, asegurando resultados sostenibles y un retorno de inversión claro.

Este trabajo de grado tiene como objetivo analizar cómo el modelo ESCO puede ser adaptado y potenciado en Colombia a través de la incorporación de la norma ISO 50001. Para ello, se evaluarán las barreras técnicas y financieras, así como las oportunidades que ofrece este modelo en los sectores productivos y terciarios del país. Además, se diseñará un marco conceptual y un modelo energético que permita mejorar los procesos y procedimientos de las empresas, garantizando ahorros energéticos y contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

La importancia de este trabajo radica en el potencial para contribuir al desarrollo sostenible de Colombia, mejorando la competitividad de las empresas nacionales y promoviendo un uso responsable de los recursos energéticos. Este estudio no solo busca generar conocimiento sobre el modelo ESCO, sino también proponer soluciones prácticas y adaptadas a las realidades locales, fomentando la transición hacia una economía más eficiente y sostenible.

1. Planteamiento del problema

En un contexto global que busca reducir el consumo de energía y el impacto ambiental, las Energy Service Companies (ESCO) ofrecen una solución efectiva mediante la implementación y financiamiento de medidas de eficiencia energética, garantizando resultados a través de contratos de desempeño. Sin embargo, en Colombia, el potencial de este modelo sigue sin aprovecharse completamente, especialmente ante el aumento constante de las necesidades energéticas y los costos asociados.

Tanto las empresas como los hogares en los segmentos regulado y no regulado enfrentan barreras como el desconocimiento técnico, limitaciones financieras y acceso limitado a tecnologías eficientes, lo que dificulta la adopción de medidas de eficiencia energética. Aunque los grandes consumidores del segmento no regulado muestran mayor interés en optimizar su consumo, su participación en proyectos ESCO sigue siendo limitada debido a desafíos regulatorios, falta de confianza en los contratos de desempeño y la ausencia de estrategias claras de implementación.

Además, la legislación colombiana ofrece incentivos para proyectos de eficiencia energética, como exenciones tributarias, estos no han logrado impulsar significativamente la adopción del modelo ESCO. Esto se debe, en parte, a la falta de alineación con marcos normativos internacionales como la ISO 50001, que podría estandarizar y optimizar la gestión de energía en el país. Por ello, es necesario analizar cómo el modelo ESCO puede adaptarse al contexto colombiano para superar estas barreras, así como explorar el papel de herramientas basadas en la ISO 50001 para mejorar la identificación, implementación y medición de mejoras energéticas.

2. Objetivos

En este capítulo se describen los objetivos general y específicos del trabajo de grado.

2.1. Objetivo general

Evaluar conceptualmente el modelo de Empresas de Servicios Energéticos ESCO para el mejoramiento energético de los sectores productivos en Colombia.

2.2. Objetivos específicos

- Revisar el modelo de negocios de las Empresas de Servicios Energéticos ESCO como elemento para la implementación en el mercado colombiano.
- Evaluar la viabilidad técnica y los beneficios de la implementación de la norma ISO-50001 en el modelo ESCO aplicado a empresas colombianas.
- Diseñar un marco conceptual que guíe la implementación del modelo ESCO, integrando la norma ISO-50001.
- Documentar un modelo energético que impacte la mejora de los procesos y/o procedimientos en los sectores productivos y terciarios.
- Proponer una estrategia de incorporación del modelo energético como herramienta para la optimización de los energéticos en los procesos de productivos y terciarios.

3. Definición de ESCO

Según la definición de la Directiva 2006/32/CE una ESCO (por las siglas en inglés: *Energy Service Company*) o ESE (Por las siglas en español: Empresa de servicios energéticos) es una persona natural o jurídica que proporciona servicios energéticos o de mejora de la eficiencia energética en las instalaciones o locales de un usuario y afronta cierto grado de riesgo económico al hacerlo. El retorno de capital de los servicios prestados se basa (en parte o totalmente) en la obtención de mejoras de la eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás requisitos de rendimiento convenidos. (Parlamento Europeo, 2006).

Las primeras ESCO se fundaron en la década de 1980 como resultado de la crisis del petróleo en 1973 y se presentaron como un modelo de negocios innovador para combatir el alza en los precios de la energía. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

Las tres características principales de una ESCO son:

- 1. Garantizar ahorros de energía y/o provisión del mismo nivel de servicio energético a menor costo.** Una garantía de cumplimiento puede adoptar varias formas. Puede girar en torno al flujo real de ahorro de energía de un proyecto; puede estipular que el ahorro de energía será suficiente para pagar los costos mensuales del servicio de la deuda; o que se proporcione el mismo nivel de servicio de energía por menos dinero. (Vieira De Carvalho et al., s/f).
- 2. La retribución de la ESCO está directamente ligada al ahorro de energía logrado.** Estas ofrecen compartir el riesgo técnico a través de los contratos de prestaciones de ahorros energéticos ESPC (por sus siglas en inglés *Energy Savings Performance Contract*). (Vieira De Carvalho et al., s/f).

3. La ESCO puede proporcionar apoyo para la financiación de proyectos energéticos, ya sea mediante la obtención de fondos o facilitando acuerdos de financiamiento. Esto incluye ofrecer garantías de ahorro, mitigar el riesgo técnico del proyecto, y apoyar a los clientes en la preparación de solicitudes de préstamo. En algunos casos, incluso pueden ofrecer financiamiento directo (Vieira De Carvalho et al., s/f).

3.1. Contratos de servicios energéticos por desempeño (ESPC)

Según la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos (NAESCO) (Organización líder en defensa y acreditación de empresas de servicios energéticos en Estados Unidos) un contrato de Prestaciones de Ahorros Energéticos o Energy Savings Performance Contract (ESPC) es un mecanismo financiero que se utiliza para costear las mejoras de las instalaciones de hoy con los ahorros de energía del mañana, sin recurrir al presupuesto de capital del cliente. Un ESPC constituye una asociación entre el propietario de una instalación (cliente) y una empresa de servicios energéticos (ESCO), y se considera un método rentable en términos de tiempo y costo para completar la energía integral. (*The ESCO Story - National Association of Energy Service Companies* | NAESCO, s/f).

A través de un ESPC, el riesgo de que no se logren los ahorros en el proyecto se comparte entre el contratista y el cliente. El tipo de ESPC más conocido en la región de América Latina y el Caribe es el de ahorros compartidos. Existen igualmente otros tipos, como por ejemplo los contratos de ahorros garantizados y el modelo de descuentos, conocido también como “*chauffage*”. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

Los contratos ESPC brindan tanto para la ESCO como para el cliente un marco contractual que define y establece las condiciones del desarrollo del proyecto de eficiencia energética. A continuación, se muestran los tipos de contratos ESPC más utilizados por la ESCO.

3.1.1. Contrato de ahorros compartidos

Tipo de contrato que no requiere inversión inicial por parte del cliente, pues es la ESCO la que proporciona los recursos (tiempo, experiencia y capital), para la implementación del plan de gestión energética a cambio de un porcentaje del ahorro generado en el plazo acordado.

3.1.2. Contrato de ahorros compartidos: Pago con ahorros

Es una variante del contrato de ahorros compartidos también llamada “*first-out*” y opera como un préstamo el cual no tiene un periodo de duración fijo. En este esquema, la ESCO recibe el total de los ahorros generados hasta que se cubran los costos del proyecto. A partir de ese momento, todos los ahorros se transfieren al cliente. La ESCO debe calcular de antemano los costos de inversión y los márgenes de ganancia para asegurar la viabilidad del acuerdo. Este modelo reduce el nivel de riesgo de la ESCO ya que los pagos pueden durar más en caso de que los ahorros programados no sean los esperados. Por otro lado, si el nivel de ahorros es superior al esperado, la ESCO no ganaría más dinero sobre la base de estos ahorros. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

3.1.3. Contrato de ahorros garantizados

En este tipo de contrato la ESCO le garantiza al cliente que los ahorros producidos en el proyecto van a ser suficiente para cubrir la inversión inicial de este. El financiamiento se realiza a través de un tercero y la ESCO se compromete a reembolsar cualquier ahorro que no se haya logrado. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

Este tipo de contrato se diferencia con el contrato de ahorros compartidos con que la ESCO no proporciona el capital para el proyecto. La inversión se hace a través de un tercero, este no necesariamente tiene que ser gestionada por la ESCO, que puede ser seleccionado por el cliente.

La ventaja de esto es que parte de la inversión puede ser financiada con fondos propios del cliente y la otra parte ser proporcionada por el financiador.

Existen múltiples beneficios de los contratos de ahorros garantizados:

- El cliente tiene un mayor acceso a préstamos y leasings.
- Obtiene variedad en formas de pago e intereses y adicional a esto, no paga tasas de intereses adicionales añadidas por la ESCO.
- Los documentos asociados a este tipo de contrato son tradicionales y de fácil comprensión, ya que la modalidad conocida como llave en mano (*turnkey*) corresponde a un contrato convencional de ingeniería, adquisición de bienes y construcción; también conocido por las siglas en inglés como EPC (*Engineering, Procurement, and Construction*).
- El acuerdo financiero puede estructurarse como un préstamo o mediante un esquema de arrendamiento financiero. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

Algunas desventajas de este modelo de contrato son:

- El capital de la empresa es utilizado para asegurar los fondos necesarios para financiar el proyecto.
- El cliente tiene que lidiar con dos entidades: la ESCO y el ente financiador. Esto implicara un mayor trabajo a nivel administrativo.
- La confiabilidad de la ESCO juega un papel crucial frente al ente financiador. Si el cliente obtiene un préstamo respaldado por la garantía de ahorro de la ESCO, y esta no cumple con las expectativas propuestas, el cliente sigue siendo responsable de cumplir con los pagos al financiador del proyecto.

- La garantía de ahorro puede variar según el tipo de cliente. El plan de mejoramiento y monitoreo no debe ser genérico y con base en este se tiene en cuenta si hay un déficit de ahorro o, por el contrario, si hay exceso de ahorro energético.

El contrato de ahorros garantizados es el más utilizado en todo el mundo, pues permite que el riesgo de la ESCO sea mínimo y le proporciona al cliente libertad financiera al momento de escoger el tipo de financiamiento para su proyecto. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

3.1.4. Contratos tipo descuento (*Chauffage*)

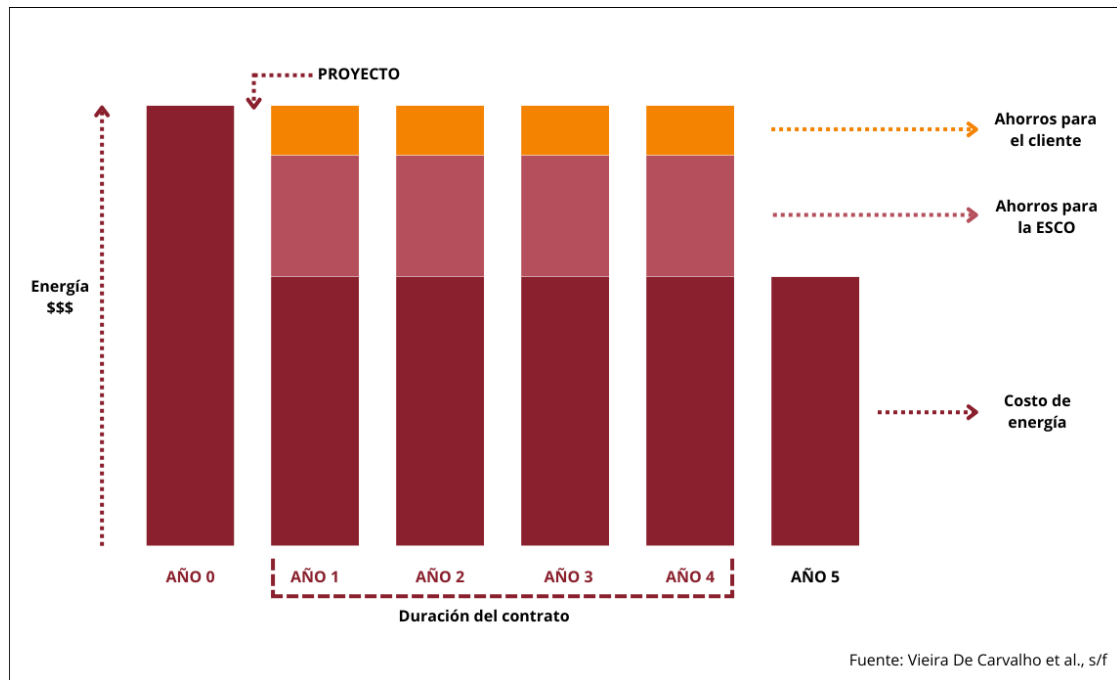
En este tipo de contratos la ESCO es la propietaria de los sistemas de conversión de energía ubicados en las instalaciones del cliente. La ESCO acuerda vender la energía a precios específicos. Estos incluyen una amplia gama de servicios que pueden incluir personal de mantenimiento de rutina. Los contratos de tipo “*chauffage*” suelen ser más largos en comparación a los contratos basados en el ahorro, pueden llegar a durar de 20 a 30 años. Esto se debe a que estos contratos son grandes ventas de activos o mejoras de activos (por el ejemplo una planta de calefacción o enfriamiento).

Este tipo de contratos no necesariamente se acuerdan con el fin de ahorrar en energía, de hecho, el principal objetivo de estos es reducir las barreras administrativas y obtener un servicio más confiable y mejorado. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

Los contratos ESPC son documentos únicos que implican transacciones complejas y montos significativos de dinero (**Figura 1**). Su duración puede variar entre uno y veinticinco años, siendo común un rango de tres a diez años. Por esta razón, es fundamental establecer todos los términos y detalles en el acuerdo inicial, ya que la memoria corporativa puede diluirse con el tiempo debido a la rotación de personal. Tanto la falta de precisión como el exceso de detalle pueden comprometer los objetivos del negocio a largo plazo. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

Figura 1.

Flujos de efectivo de ESPC simplificados.



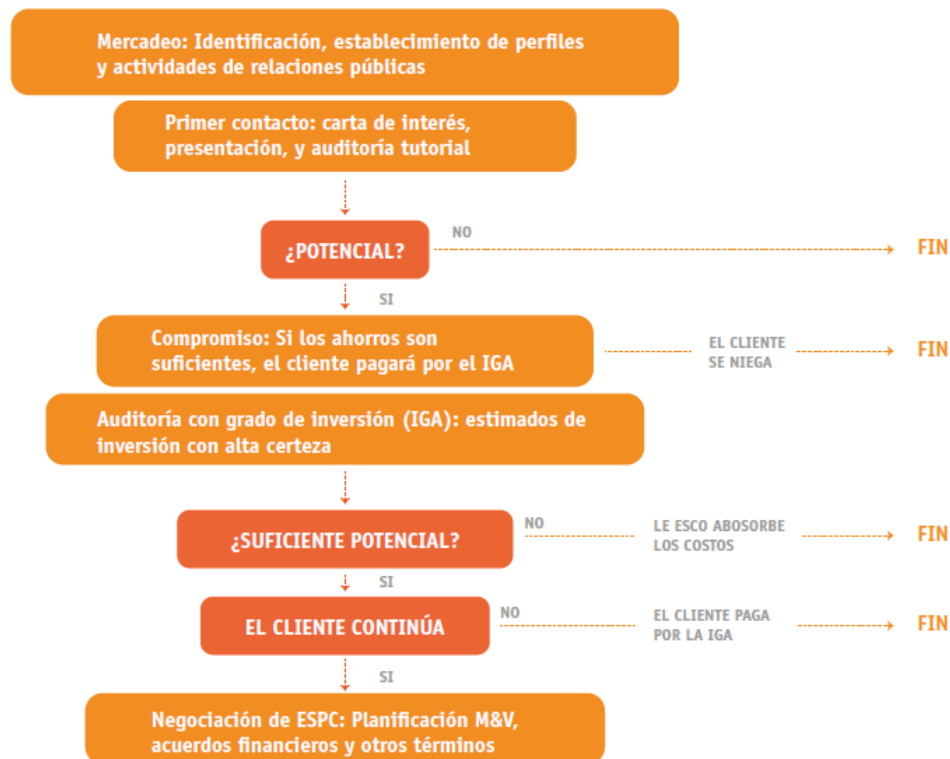
Nota: Adaptado de Vieira De Carvalho et al. (s/f)

3.2. Desarrollo de un contrato ESPC

Para el lector, podría parecer que los contratos ESPC se basan únicamente en el concepto de "pago con ahorros". Sin embargo, la realidad es mucho más compleja, pues seleccionar el tipo de contrato adecuado implica un proceso detallado y estratégico para garantizar beneficios tanto para el cliente como para la ESCO. Una elección incorrecta puede resultar en el fracaso total o parcial del proyecto y en resultados no óptimos. Por esta razón, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ofrece una guía diseñada para ayudar a las empresas interesadas en implementar un modelo basado en ESCO a elegir el tipo de contrato más adecuado para ambas partes, asegurando así el éxito del proyecto (**Figura 2**).

Figura 2.

Largo camino para el desarrollo de un ESCP.



Nota: Tomado de Vieira De Carvalho et al. (s/f)

Sería incorrecto minimizar el modelo ESCO a un simple contrato ESPC. Es fácil creer que un contrato ESPC consiste en que la ESCO asume los costos del proyecto y después el cliente paga con base en a los ahorros programados. Aunque esta idea puede ser valida, no cubre la complejidad del contrato ESPC. (Vieira De Carvalho et al., s/f)

Un contrato ESPC es un acuerdo en el que una ESCO vende a un cliente un proyecto de inversión basado en el potencial de ahorro energético. La ESCO se encarga de identificar, cuantificar y ejecutar un proyecto con base en los posibles ahorros programados mediante un proyecto llave en

mano². Sin embargo, vender esta idea no es sencillo, especialmente en mercados como los de América Latina donde los clientes aún no están familiarizados con este tipo de contratos. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

La ESCO inicialmente ofrece al cliente una auditoría preliminar o “*walkthrough*”, que identifica de manera general el potencial de ahorro energético. A menudo, esta auditoría es gratuita y se utiliza como una herramienta de mercadeo para persuadir al cliente de invertir en una auditoría más detallada y exhaustiva, conocida como auditoría con grado de inversión. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

Cuando la auditoría preliminar confirma un alto potencial de ahorro energético, la ESCO suele proponer a los clientes firmar una carta de intención o un contrato ESPC. Aunque la carta de intención es más fácil de firmar, tiene menor valor legal que el contrato. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

3.3. Empresas que implementan el modelo ESCO en Colombia

Según la Red Global de ESCO (*The Global ESCO Network*), el encargado de gestionar y promover las ESCO que operan en Colombia es el Consejo Colombiano de Eficiencia Energética (CCEE) ente no gubernamental sin ánimo de lucro, el cual no provee una lista oficial de empresas u organizaciones que operan bajo el modelo ESCO en Colombia.

Sin embargo, gracias a información proporcionada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se tiene que algunas compañías que se dedican al contrato por desempeño son: E2, MGM Innova, Equitel, Gestión de la Tecnología, Garper, Azimut y CAIA (Vieira De Carvalho

² Llave en mano significa responsabilidad total: mediante un acuerdo, el contratista se encarga tanto del diseño como de la ejecución de todo el proyecto.

et al., s/f). Algunas otras compañías destacadas que operan bajo un ESPC se encuentran descritas en el **Anexo A**.

Aunque estas empresas se enfocan en ofrecer contratos tipo ESPC, no existe una uniformidad en los modelos de negocio que emplean. Entre los contratos ESPC más utilizados, el modelo más común es el “*chauffage*”. Además, participan diversos actores como productores independientes de energía y proveedores de equipos de vapor, energía y cogeneración. (Vieira De Carvalho et al., s/f).

4. Norma ISO-50001: Relación con la eficiencia energética.

La norma ISO 50001 es un estándar internacional que establece los requisitos para crear, implementar, mantener y mejorar un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) en organizaciones de cualquier tamaño y sector. El objetivo principal es permitir a las organizaciones reducir el consumo energético, mejorar la eficiencia en el uso de la energía y disminuir los impactos ambientales asociados, lo que también puede generar ahorros económicos (ISO - ICONTEC, 2019). La norma ISO-50001 hace uso de un ciclo de mejoramiento continuo o PHVA (Planificar-hacer- verificar- actuar).

La versión actual de la NTC-ISO 50001 (2019) cumple con los requisitos establecidos por ISO para las normas de sistemas de gestión, incorporando estructuras de alto nivel que garantizan una mayor compatibilidad con otras normas de sistemas de gestión. El objetivo principal de un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) es promover la mejora continua del desempeño energético, reflejada en resultados cuantitativos y cualitativos relacionados con el uso eficiente de la energía, el consumo y la optimización del rendimiento tal y como lo muestra la **Figura 3**. (RECIEE, 2019).

Figura 3.*Modelo SGE_n.**Nota:* Tomado de RECIEE, 2019

La norma ISO 50001 establece las bases para identificar y gestionar áreas de oportunidad energética, proporcionando así, un marco estructurado para gestionar y optimizar el consumo energético dentro de una organización, mientras que la ESCO puede implementar las soluciones y garantizar resultados a través de contratos de desempeño ofreciendo servicios integrales, desde la identificación de oportunidades de ahorro hasta la implementación de soluciones y la medición de los resultados. Esto permite que el modelo ESCO se presente como una idea innovadora ante la transición energética que presenta un país en desarrollo como lo es Colombia, impactando y beneficiando directamente a los sectores productivos del país.

4.1. Normas ISO 50000 y el apoyo al sistema de gestión energética

El conjunto de normas de la familia ISO 50000 está diseñado para abordar diversos aspectos relacionados con la gestión de la energía y la eficiencia energética. Estas normas son complementarias a la norma principal ISO 50001 y tienen como objetivo proporcionar herramientas específicas para la implementación, medición y mejora de los sistemas de gestión de energía en diferentes contextos. A continuación, se describirá las características y los aportes de la familia de las normas ISO 50000.

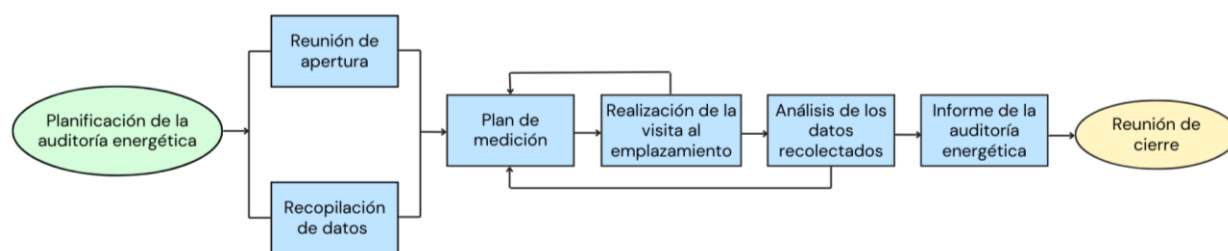
4.1.1. ISO 50002: Auditorías energéticas

La ISO 50002 establece los requisitos y orientaciones para realizar auditorías energéticas de manera estructurada y eficiente. Su objetivo principal es proporcionar un marco para identificar y priorizar oportunidades de mejora del desempeño energético, contribuyendo a una gestión energética sostenible y eficiente (ISO - ICONTEC, 2018). La norma ISO 50002 ofrece un enfoque que beneficia a la ESCO de múltiples maneras. Facilita un diagnóstico inicial preciso al identificar oportunidades de ahorro energético a través de auditorías detalladas, permitiendo evaluar el consumo energético de los clientes y establecer “Líneas Base” para caracterizar el comportamiento energético frente a los componentes de la producción. Además, guía en la identificación de áreas de ineficiencia energética y en la propuesta de soluciones específicas alineadas con los objetivos de ahorro del cliente. La estandarización de los procesos y procedimientos asegura que las auditorías energéticas se realicen de manera consistente y conforme a estándares internacionales, generando confianza en los servicios ofrecidos. Asimismo, ayuda a priorizar inversiones en eficiencia energética mediante un análisis detallado de costo/beneficio; así como respalda la medición y verificación de los ahorros generados garantizando el cumplimiento de los compromisos en contratos de desempeño energético.

La norma ISO 50002 establece un proceso estructurado el cual incluye: definición del alcance y objetivos; recopilación y análisis de datos energéticos históricos y actuales; identificación y evaluación de oportunidades de mejora; presentación de un informe final con recomendaciones. Lo relevante de la norma ISO 50002 es la flexibilidad y la adaptabilidad ya que el proceso es aplicable a organizaciones de cualquier tamaño y sector.

El proceso de auditoría energética propuesto por la NTC ISO 50002 se presenta a continuación en la **Figura 4**.

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de auditoría energética.



Nota: Adaptación de la norma NTC-ISO 50002

4.1.2. ISO 50004: Guía para la implementación de un sistema de gestión de energía

La **ISO 50004** proporciona directrices detalladas para la implementación, mantenimiento y mejora de los sistemas de gestión de la energía (SGEn), alineados con la norma ISO 50001 (ISO - ICONTEC, 2021). Este enfoque estructurado facilita a la ESCO ofrecer soluciones estandarizadas y efectivas para diversos clientes, asegurando que los sistemas de gestión energética sean robustos y eficientes.

La norma apoya directamente a la ESCO al establecer un marco claro para desarrollar e implementar un SGEn, permitiéndoles adaptar estos sistemas a las necesidades específicas de cada organización. Además, proporciona herramientas para identificar oportunidades de mejora,

establecer metas energéticas y garantizar que los ahorros sean sostenibles, lo que resulta crucial en contratos basados en desempeño energético.

Un elemento clave de la ISO 50004 es el enfoque en el monitoreo y la verificación de indicadores de desempeño energético (IDEn) (ISO - ICONTEC, 2021). Esto le permite a la ESCO demostrar de manera confiable los ahorros alcanzados, fortaleciendo la credibilidad y garantizando el cumplimiento de los términos contractuales. Asimismo, fomenta la mejora continua del desempeño energético, asegurando que las soluciones implementadas sigan generando beneficios a largo plazo.

4.1.3. ISO 50006: Medición de desempeño energético (IDEn) y línea base energética (LBEn)

La **ISO 50006** proporciona directrices para el establecimiento, uso y mantenimiento de **líneas de base energética (LBEn)** e **indicadores de desempeño energético (IDEn)**. Estas herramientas son esenciales para medir, monitorear y mejorar el desempeño energético dentro de un sistema de gestión de la energía (SGEn) (ISO - ICONTEC, 2017).

La norma también proporciona metodologías para la evaluación y monitoreo del desempeño energético. Esto permite analizar datos energéticos de manera sistemática, identificar áreas de mejora y evaluar la efectividad de las medidas implementadas. Además, la ISO 50006 es flexible y aplicable a organizaciones de cualquier tamaño o sector, independientemente del nivel de madurez en la gestión energética (ISO - ICONTEC, 2017).

Para la ESCO, la norma facilita el establecimiento de referencias claras y métricas específicas para evaluar los cambios en el consumo y la eficiencia energética de los clientes. La implementación de la ISO 50006 mejora la precisión en la medición del desempeño energético, lo que facilita la toma de decisiones basada en datos confiables. También proporciona evidencia

tangible de mejoras energéticas, útil para auditorías, certificaciones y reportes. Al mismo tiempo, apoya la identificación de oportunidades de ahorro y promueve la mejora continua en el uso de la energía.

4.1.4. ISO 50015: Medición y verificación del desempeño energético

La ISO 50015 es una norma internacional que establece directrices para la **medición y verificación (M&V)** del desempeño energético de una organización. Aplicada en el contexto de sistemas de gestión de la energía, como los implementados bajo la ISO 50001. Esta norma garantiza que las mejoras en eficiencia y los ahorros energéticos se midan y evalúen de manera confiable, transparente y replicable (ISO - ICONTEC, 2019a).

La norma tiene como objetivo establecer metodologías para medir y verificar los resultados energéticos, proporcionando criterios comunes que permitan evaluar el desempeño energético de una organización. Esto facilita la comparación y replicación de los resultados obtenidos en proyectos de eficiencia energética, asegurando que las mejoras sean verificables y demostrando transparencia tanto para la organización como para las partes interesadas (ISO - ICONTEC, 2019a). La ISO 50015 es especialmente relevante en auditorías energéticas y en contratos de desempeño energético (ESPC), donde la ESCO deben verificar los ahorros garantizados, proporcionando confianza en los resultados.

La norma ISO 50015 es una herramienta fundamental para la ESCO, pues permite establecer planes estructurados de medición y verificación, con indicadores claros, líneas base energéticas (LBEn) y metodologías adaptables. Al asegurar la transparencia y trazabilidad de los datos, la ESCO pueden demostrar de manera confiable los ahorros obtenidos, fortaleciendo la credibilidad de los servicios. Además, la ISO 50015 apoya la mejora continua del sistema de

gestión energética, facilitando la detección de oportunidades adicionales de ahorro y optimizando el desempeño energético a lo largo del tiempo.

4.1.5. ISO 50044: Proyectos de ahorro de energía (PAEn). Directrices para la evaluación económica y financiera.

La ISO 50044 establece directrices para la evaluación económica y financiera de proyectos de ahorro de energía (PAEn). El objetivo principal es proporcionar un marco metodológico que facilite la comparación, priorización y selección de proyectos de mejora del desempeño energético (AMDE) basados en la viabilidad económica, asegurando un retorno de inversión eficiente (ISO - ICONTEC, 2019).

La norma ISO 50044 guía a la ESCO en la identificación y cuantificación de todos los costos asociados a un PAEn, como: costos iniciales, operativos y de mantenimiento; así como los beneficios energéticos y no energéticos, evidenciados en la reducción de emisiones o mejoras en productividad. La evaluación económico-financiera se da gracias a indicadores clave como el **valor actual neto (VAN)**, **la tasa interna de retorno (TIR)**, **el período de repago (PR)** y **el análisis del costo del ciclo de vida (LCCA)**. Estas métricas ayudan a la ESCO a priorizar proyectos según el impacto financiero y energético.

El aporte de la ISO 50044 a la ESCO es que les permite evaluar y demostrar la viabilidad económica y financiera de los proyectos de eficiencia energética. Esto blindando la credibilidad de la ESCO y optimiza la planificación y ejecución de proyectos, maximizando los beneficios económicos y energéticos para la ESCO misma y para los clientes.

4.2. Evaluación técnica del potencial de la norma ISO 50001 implementar el modelo ESCO.

La integración de la norma **ISO 50001** al Sistema de Gestión Energética (SGEn) permite a la ESCO estandarizar planes de acción eficaces para su implementación. Gracias al ciclo **PHVA** (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) propuesto en la norma, se establece un enfoque cíclico que facilita la evaluación de fallas y la aplicación de mejoras técnicas, incrementando de manera progresiva la efectividad y el porcentaje de éxito del SGEn.

Además, la **ISO 50001** proporciona un estándar que la ESCO aprovecha para garantizar la mejora continua de los procesos relacionados con la eficiencia energética. Complementando esta norma, surgen las normas adicionales de la familia **ISO 50000**, que amplían y enriquecen las directrices propuestas por la **ISO 50001**. Estas normas complementarias aportan elementos clave que fortalecen el ciclo PHVA aplicado al SGEn, tal como se detalla a continuación en la **Tabla 1**.

Tabla 1.*Integración de las normas ISO 50000 con el SGEN.*

	Etapas	Norma	Aporte	Resultado
ISO 50001	Planear	ISO 50002	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de la auditoría para cualquier tipo de organización: - Definición y del alcance y objetivos. - Recopilación y análisis de datos energéticos históricos y actuales. - Identificación y evaluación de oportunidades de mejora. - Presentación de un informe final con recomendaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una evaluación técnica y económica detallada del estado actual del consumo energético. • La identificación de oportunidades de mejora con mayor impacto. • El diseño de un plan estratégico con prioridades claras, indicadores definidos y análisis financiero sólido que garantice la viabilidad y sostenibilidad de las acciones a implementar.
		ISO 50004	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del uso y consumo de energía • Identificación de los usos significativos de la energía (USE) para establecer prioridades en la gestión de energía. • Definición de los límites de los indicadores de desempeño energético (IDEn) 	
		ISO 50006	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn). • Determinación de un periodo base adecuado • Definición y cálculo de los indicadores para la selección de un proyecto de ahorro de energía: - Valor actual (VA) 	
		ISO 50044	<ul style="list-style-type: none"> - Valor actual neto (VAN) - Tasa interna de retorno (TIR) - Período de repago (PR) - Análisis del costo del ciclo de vida (LCCA) - Índice de rentabilidad (IR). 	
	Hacer	ISO 50004	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación y control operacional. - Procedimientos documentados. - Instrucciones de operación. - Dispositivos físicos (sistemas de automatización, técnicas de seguimiento). - Mantenimiento. - Plan de contingencia ante fallas. • Fallas para considerar en el desempeño energético. • Adquisición de productos y servicios. • Gestión de las no conformidades y acciones correctivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución estructurada y controlada de las actividades planificadas. • Sistema de monitoreo y verificación confiable que permite evaluar el impacto de las medidas implementadas. • Capacidad de identificar y abordar fallas operativas, asegurando la continuidad y el éxito del proyecto. • Ajustes continuos basados en los datos recopilados para maximizar la eficiencia y alcanzar los objetivos de ahorro energético.
		ISO 50006	<ul style="list-style-type: none"> • Calculo de mejoras en el desempeño energético • Mantenimiento y ajuste de los indicadores de desempeño energético y las líneas de base energética 	
		ISO 50015	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer y documentar un plan de M&V • Recolección de datos 	
	Verificar	ISO 50004	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del desempeño energético • Auditorías internas 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar de forma precisa el desempeño energético y el impacto de las medidas implementadas. • Validar los ahorros energéticos y las mejoras mediante metodologías confiables de Medición y Verificación. • Detectar desviaciones o áreas de mejora en el SGEN para realizar ajustes oportunos. • Garantizar la transparencia y la confianza en los resultados obtenidos, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos.
		ISO 50006	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación del desempeño energético comparando el periodo base y el periodo de reporte. • Identificación de cambios den los IDEn y las LBEn 	
		ISO 50015	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la implementación de las AMDE • Conducir el análisis de M&V 	
	Actuar	ISO 50006	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación de cambios en el desempeño energético. • Ajustes en la operación para el restablecimiento de la meta de ahorro energético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar ajustes operativos oportunos para garantizar que las metas de ahorro energético se mantengan o se restablezcan. • Promover y mantener las mejoras logradas, consolidando el avance hacia la eficiencia energética. • Informar de manera clara y transparente los resultados obtenidos, fomentando la confianza en el proceso. • Evaluar la necesidad de repetir el ciclo PHVA para asegurar la mejora continua del desempeño energético y la sostenibilidad del SGEN a largo plazo.
		ISO 50004	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción, apoyo y mantenimiento de las mejoras del desempeño energético. 	
ISO 50015		<ul style="list-style-type: none"> • Informar los resultados de M&V • Revisar la necesidad de repetir el proceso, si fuese necesario 		

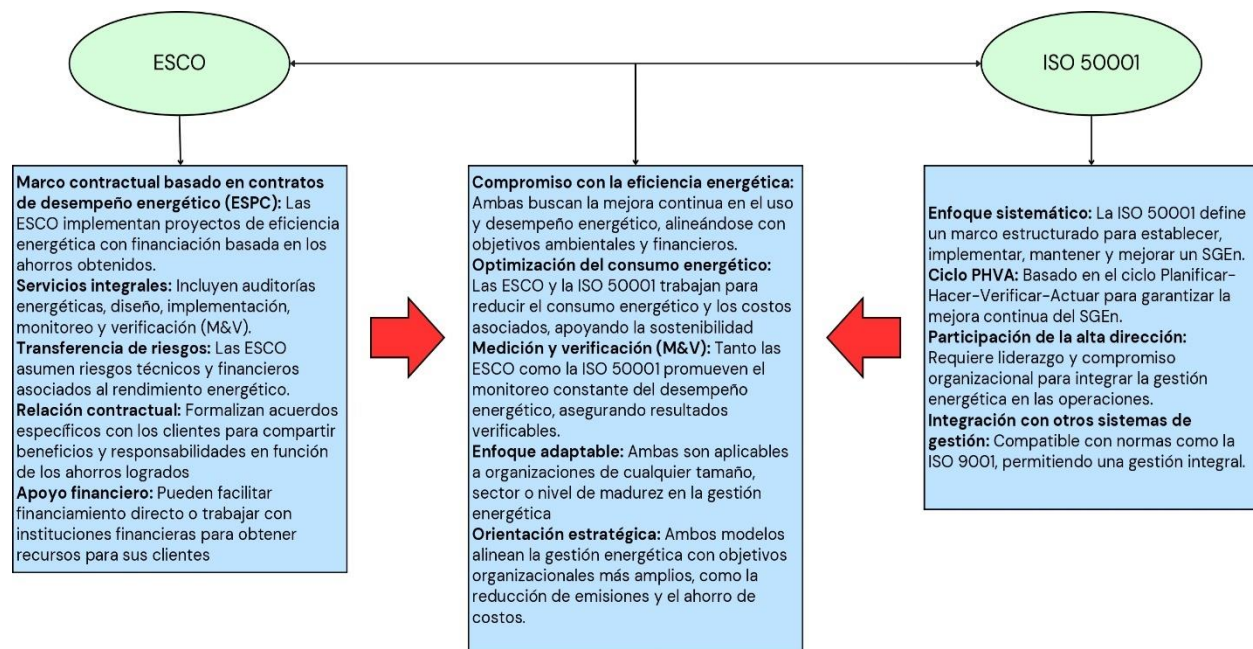
Nota: Elaboración propia

5. Implementación del modelo ESCO apalancados en las normas ISO 50001

La integración de las normas ISO 50000 dentro del marco normativo establecido por la ISO 50001 fortalece significativamente el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), al proporcionar técnicas y procesos específicos que crean una hoja de ruta para optimizar el desempeño energético de una organización. La integración de la norma ISO 50001 en el modelo ESCO da lugar a un modelo fortalecido, diseñado para desarrollar e implementar planes de eficiencia energética con una estructura organizacional sólida y el respaldo de los estándares internacionales que proporciona la norma. Esta sinergia se ilustra en la **Figura 5**.

Figura 5.

Sinergia entre la norma ISO 50001 y el modelo ESCO.



Nota: Elaboración propia

El papel de la ESCO va más allá de ser un modelo de negocio; estas actúan como mediadores y guías en la implementación de proyectos de eficiencia energética. Su objetivo principal es eliminar las barreras que impiden a las organizaciones alcanzar la eficiencia energética, como el desconocimiento técnico, la falta de capacidades financieras y la desconfianza en el mercado. Al posicionarse como referentes en la implementación de medidas con riesgos de inversión bajos, la ESCO garantizan que estas acciones logren los objetivos de ahorro energético y sostenibilidad.

La confianza que las organizaciones depositan en la ESCO se respalda en el marco legal de los contratos de servicios energéticos por desempeño (ESPC). Estos contratos establecen los términos clave del proyecto, como la forma de retribución, el modelo de inversión, las medidas a implementar, las variables que afectan el desarrollo del proyecto, y su duración. Una de las mayores ventajas de los contratos ESPC es su flexibilidad, ya que no existe un modelo único aplicable a todas las organizaciones. En cambio, cada contrato se diseña de manera personalizada para atender las necesidades y objetivos específicos de la organización, garantizando así soluciones adaptadas y efectivas.

Para desarrollar eficazmente un plan de eficiencia energética, la ESCO se apoya en la norma ISO 50001, específicamente en el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) que esta propone, aplicándolo de la siguiente manera:

Planificar: La ESCO evalúa el contexto energético de la organización, desarrolla una propuesta de mejora energética y diseña una hoja de ruta para implementar el Sistema de Gestión Energética (SGEn).

Hacer: Se asignan roles dentro de la organización, se implementan las medidas necesarias para abordar las deficiencias identificadas en la etapa de planificación y se realiza la medición del consumo eléctrico para su posterior análisis y reporte.

Verificar: La ESCO verifica que las medidas implementadas cumplan con los objetivos energéticos establecidos. En caso de que no se alcancen las metas, identifica los problemas que puedan estar afectando los resultados.

Actuar: La ESCO soluciona los problemas detectados durante la etapa de verificación y diseña planes de seguimiento que garanticen la mejora continua del SGEN.

La aplicación del ciclo PHVA se ve reflejado desde la planeación inicial hasta el final del contrato ESCO, como se ilustra en la **Figura 6**.

La ESCO, al alinearse con los marcos establecidos por la norma ISO 50001, no solo refuerza su capacidad operativa, sino que también añade un valor significativo a sus servicios. Al regirse por estándares normativos internacionales, genera confianza y credibilidad en las organizaciones que requieren servicios de eficiencia energética, potenciando así su propuesta de valor en el mercado.

Bajo los lineamientos de la norma ISO 50001, la ESCO implementa un modelo energético diseñado para ofrecer soluciones de eficiencia energética. En el contexto de este trabajo, dichas soluciones se enfocan en los sectores productivo y terciario.

5.1. Modelo energético orientado a la mejora de procesos y procedimientos organizacionales.

A continuación, se presenta un modelo energético diseñado para optimizar los procesos en los sectores productivo y terciario. Además, se proponen estrategias específicas para implementar este modelo de manera efectiva en cada una de las etapas definidas.

1) Análisis situacional

El propósito de esta primera etapa es comprender el entorno (externo e interno) y determinar la viabilidad de la implantación del *Modelo Energético*.

a) Evaluación externa

i) Condiciones del mercado energético:

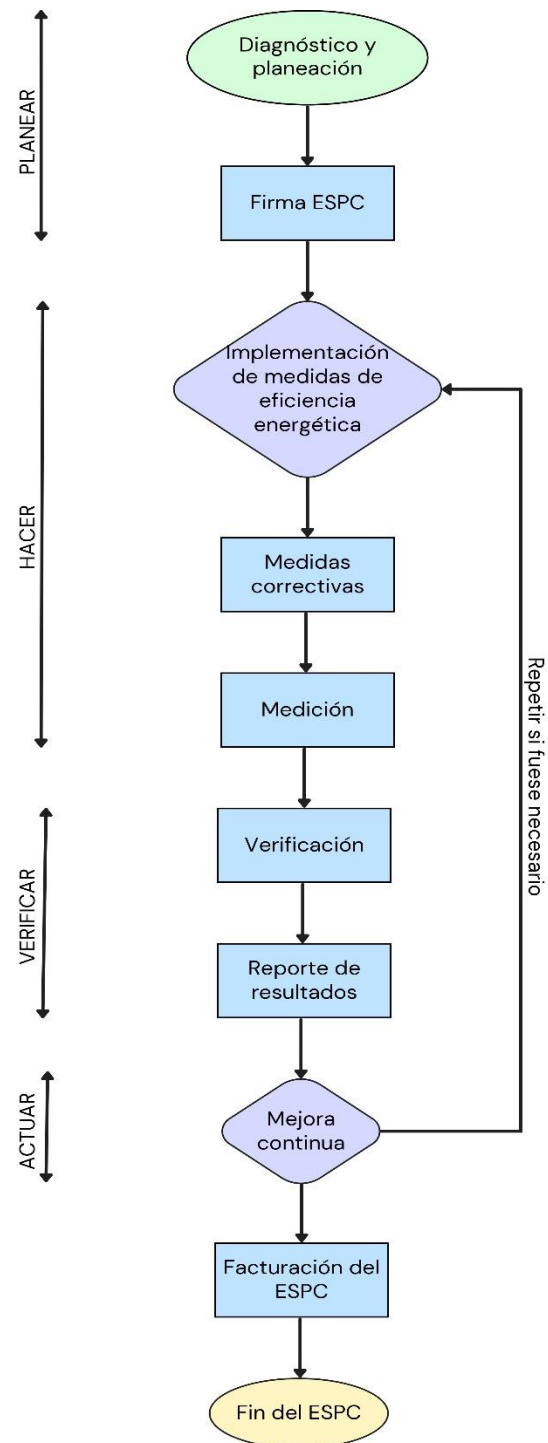
- Análisis de la matriz energética local o nacional (fuentes, precios, estabilidad de suministro).
- Identificación de competidores (otras ESCO o proveedores de servicios energéticos) y oportunidades de diferenciación.
- Detección de incentivos o condiciones económicas (subsidios, tasas de interés preferenciales, estímulos fiscales).

ii) Análisis PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico, Legal):

- **Político:** Marcos regulatorios, planes de transición energética, políticas de sostenibilidad.
- **Económico:** Tasas de crecimiento, inflación, acceso a financiamiento, fuentes de inversión.
- **Social:** Tendencias de consumo, cultura organizacional, aceptación de proyectos “verdes”.
- **Tecnológico:** Avances en equipos eficientes, automatización, digitalización.
- **Ecológico:** Normas ambientales, restricciones de emisiones, compromisos en reducción de CO₂.
- **Legal:** Leyes sobre eficiencia energética, licencias ambientales, planes energéticos nacionales.

Figura 6.

Acompañamiento de la norma ISO 50001 en el desarrollo del modelo ESCO.



Nota: Elaboración propia.

b) Evaluación interna**i) Condiciones energéticas del cliente final:**

- Auditoría energética preliminar: principales fuentes de consumo, patrones de demanda, equipamiento disponible.
- Nivel de madurez en gestión de la energía (existencia de medición, revisión de SGen existente -si lo hay-).

ii) Viabilidad estratégica del modelo:

- Análisis de la alineación con la misión y visión del cliente.
- Capacidad de inversión o disposición a firmar contratos de servicios energéticos (modelo ESCO).
- Recursos humanos y competencias técnicas en la organización (nivel de cultura energética).

2) Establecimiento de objetivos estratégicos

Esta etapa fija el norte de la estrategia, alineando las metas energéticas y organizacionales.

a) Definición de metas claras y medibles

Por ejemplo:

- Reducir costos operativos en un X%.
- Incrementar la eficiencia de producción en un X%.
- Mejorar la calidad de los servicios ofrecidos.
- Optimizar la productividad de procesos clave (tiempo de ciclo, desperdicios).
- Impulsar la renovación tecnológica (equipos eficientes, automatización).

b) Alineación con requisitos normativos y del cliente

- Tener en cuenta la política energética y la normativa legal aplicable (por ejemplo, planes energéticos nacionales).

3) Formulación de estrategias

En esta fase, se diseñan las vías de acción para cumplir con los objetivos propuestos, tanto a nivel de procesos como de procedimientos.

a) Estrategia de mejora de los procesos

i) Evaluación de la condición de los procesos:

- Aplicar componentes de normas de gestión (ISO 50001, ISO 9001, etc.) para identificar ineficiencias y oportunidades de optimización.

ii) Seguimiento y control de procesos clave:

- Definir indicadores de rendimiento (p. ej., consumo energético por unidad producida, tiempo de ciclo).
- Implementar sistemas de monitoreo continuo (SCADA) cuando sea viable.

iii) Automatización de procesos:

- Identificar dónde la digitalización y/o automatización pueden reducir consumos energéticos y errores operativos.
- Proyectos piloto de sensores inteligentes, sistemas de control distribuido, etc.

b) Estrategia de mejora de los procedimientos

i) Estandarización de procedimientos:

- Redactar o actualizar manuales, instructivos y protocolos operativos para reflejar criterios de eficiencia energética (arranque y paro de equipos, rutinas de mantenimiento, etc.).

ii) Capacitación continua:

- Formación de personal en metodologías de mejora (PHVA), uso eficiente de la energía y seguridad industrial.
- Talleres de concientización para fomentar la cultura de la eficiencia y la reducción de desperdicios.

4) Implementación del modelo

Se despliegan las estrategias definidas, con asignación de recursos y un plan de acción detallado.

a) Asignación de recursos y evaluación de viabilidad

i) Recursos financieros:

- Elaborar el presupuesto y plan de inversiones (Selección del contrato ESPC para reducción de inversión inicial en base al contexto energético de la organización).

ii) Recursos humanos:

- Definir roles y responsabilidades, tanto a nivel directivo (Comité de Energía) como operativo (equipos de implementación).

iii) Recursos tecnológicos:

- Selección de software de gestión, sistemas de medición, equipamientos, proveedores.

b) Desarrollo de un plan de acción

i) Fases o etapas:

- Etapa de diagnóstico detallado,
- Etapa de implementación de mejoras rápidas (quick wins),
- Etapa de mejoras de mediano y largo plazo.

ii) Responsables y cronogramas:

- Cada acción se asigna a un responsable con metas claras y fechas objetivo.

iii) Mecanismos de control:

- Evaluaciones parciales para verificar el avance de la implementación y la calidad de los trabajos ejecutados.

5) Monitoreo y evaluación

Garantiza la eficacia del modelo mediante indicadores clave y revisiones periódicas.

a) Indicadores clave de desempeño (IDEn)

- **IDEn de procesos:** Tiempos de ciclo, tasa de defectos, productividad por hora, disponibilidad de equipos.

IDEn energéticos: Consumo por unidad producida, factor de potencia, indicadores de intensidad energética.

IDEn de calidad y procedimientos: Número de incidencias en la ejecución de procedimientos, cumplimiento de auditorías internas, grado de estandarización.

(Se recomienda tomar referencias de ISO 9001 para la definición de IDEn relacionados con calidad de procesos y procedimientos.)

b) Evaluaciones periódicas

i) Revisiones de avance:

- Informes mensuales, trimestrales o semestrales, según complejidad de la organización.
- Comparar los IDEn reales con las metas propuestas.

ii) Revisión gerencial:

- Análisis de desviaciones para emprender acciones correctivas o preventivas.

- Ajuste de objetivos si las condiciones internas o externas han cambiado significativamente.

6) Comunicación y documentación

La última etapa abarca la transparencia, formalización y difusión interna/externa de los avances.

a) Documentación

i) Informe del modelo estratégico:

- Redactar un documento que recoja la información de cada fase (análisis situacional, objetivos, estrategias, plan de acción, resultados de monitoreo).
- Incluir anexos técnicos (auditorías, registros de capacitación, procedimientos estandarizados, manuales de operación) y buenas prácticas.

b) Comunicación

i) Distribución a interesados clave:

- Directivos, supervisores, operarios, personal administrativo, clientes o accionistas, según aplique.

ii) Roles y responsabilidades:

- Asegurar que cada persona comprenda su participación en la sostenibilidad de las mejoras energéticas y la ejecución de procesos/procedimientos optimizados.

Los resultados obtenidos en cada etapa del proceso y el logro de la meta energética dependerán en gran medida del compromiso de los actores involucrados con el Sistema de Gestión Energética (SGEn) y de la implementación de las recomendaciones propuestas en este documento. Los resultados específicos del modelo energético se detallan en la **Tabla 2**.

Tabla 2.*Resultados esperados*

Etapa	Resultado
Análisis situacional	- Panorama externo que muestra oportunidades, riesgos, incentivos e influencias sectoriales. - Determinación de fortalezas, debilidades y grado de preparación interna para adoptar el modelo.
Establecimiento de objetivos estratégicos	- Documento de objetivos estratégicos que establece cuándo y cómo se medirá el logro de las metas.
Formulación de estrategias	- Diseño de estrategias específicas que aborden la optimización de los procesos productivos o de servicios (terciario) y la estandarización de sus procedimientos operativos.
Implementación del modelo	- Un plan de implementación robusto, con recursos asegurados y un cronograma que permita supervisar el progreso.
Monitoreo y evaluación	- Retroalimentación continua para afinar la implementación y asegurar el logro de las metas estratégicas.
Comunicación y documentación	- Un sistema de comunicación que facilite la comprensión y apropiación del modelo en toda la organización, promoviendo la cultura de mejora continua y eficiencia energética.

Nota: Elaboración propia.

5.1.1. ¿Por qué incorporar el modelo energético de la ESCO en la organización?

La implementación del modelo energético basado en ESCO se fundamenta en tres pilares principales: cumplimiento normativo, eficiencia operativa, y sostenibilidad financiera. Estos aspectos, respaldados por el marco de la norma ISO 50001, permiten a las organizaciones no solo optimizar su desempeño energético, sino también garantizar resultados medibles y sostenibles en el tiempo.

Cumplimiento normativo: En Colombia, normativas como la Resolución 015 de 2018 de la CREG establecen límites claros para el consumo de energía reactiva y penalizaciones por

excederlos (*Alejandro - Resolución 15 de 2018 CREG, s/f*). Estas disposiciones impulsan la transición hacia sistemas más eficientes que reduzcan costos operativos y mejoren el desempeño energético. La adopción de estándares internacionales como la ISO 50001 permite a las empresas alinear sus operaciones con estos requerimientos, minimizando riesgos legales y financieros.

Eficiencia operativa: El Modelo energético implementado por la ESCO no solo identifica oportunidades de mejora energética, sino que también asegura la implementación de soluciones efectivas a través de contratos de desempeño energético (ESPC). Estos contratos eliminan barreras comunes como la falta de recursos financieros iniciales o el desconocimiento técnico, garantizando que las organizaciones puedan adoptar medidas de optimización sin comprometer su operatividad.

Sostenibilidad financiera: La estructura de los contratos ESPC asegura que las inversiones iniciales sean cubiertas con los ahorros generados, mitigando los riesgos asociados. Este enfoque no solo facilita la ejecución de proyectos energéticos, sino que también permite a las empresas proyectar retornos de inversión claros y medibles, fortaleciendo su competitividad en el mercado.

Conclusiones

La integración del modelo ESCO con la norma ISO 50001 establece un marco robusto para optimizar la eficiencia energética en empresas colombianas. La ISO 50001 proporciona la base técnica y metodológica necesaria para gestionar y mejorar el consumo energético, mientras que el modelo ESCO facilita su implementación a través de financiamiento, mitigación de riesgos y herramientas de medición de resultados. Esta combinación potencia el impacto del Sistema de Gestión Energética (SGEn), garantizando un plan de ahorro energético sólido, respaldado por estándares internacionales. Al trabajar en conjunto, la ESCO y la norma aseguran ahorros energéticos sostenibles, medibles y alineados con los objetivos de la organización.

La revisión de la norma ISO 50001 y su integración con el modelo ESCO permitió incorporar el apoyo de otras normas de la familia ISO 50000, enriqueciendo su implementación. Estas normas aportan herramientas clave que fortalecen el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) propuesto por la ISO 50001, optimizando cada etapa del Sistema de Gestión Energética (SGEn). Este enfoque cíclico no solo es aplicable a organizaciones que ya cuentan con un SGEn, sino que también potencia la mejora continua y garantiza un desempeño energético sostenible a largo plazo. Además, el modelo cíclico de mejora que propone la norma permite identificar y gestionar alertas tempranas, minimizando riesgos que puedan comprometer los objetivos finales del SGEn.

Las normas de la familia ISO 50000 ofrecen estrategias complementarias para implementar de manera eficiente la ISO 50001. Algunos de los aspectos más destacados de estas normas fueron fundamentales para la mejora y propuesta de implementación del plan PHVA así como para el diseño del modelo energético. Al aplicar los principios y lineamientos propuestos por cada norma,

se puede garantizar la maximización de los ahorros proyectados, asegurando la eficiencia y sostenibilidad del modelo.

Aunque este proyecto no abordó todos los aspectos contenidos en estas normas debido a limitaciones de alcance, existe un gran potencial para realizar estudios más detallados sobre cada una de ellas y su contribución a la optimización de las diferentes etapas en el desarrollo de un SGE_n.

En Colombia hay una buena base financiera para la financiación de proyectos de eficiencia energética, el desconocimiento de oportunidades puede ser una causal para la no implementación de mejoras en los sectores industriales y terciarios. La promoción de estas fuentes de financiación podría motivar al empresario que desea implementar un modelo de eficiencia energética.

La implementación del Modelo Energético propuesto por la ESCO no establece un valor fijo de ahorro, ya que este puede variar según el tipo de organización en la que se aplique. Una de las principales ventajas de este Modelo Energético es su capacidad para evaluar la viabilidad económica del proyecto, estimar los ahorros energéticos y proyectar metas claras (medioambientales, energéticas y económicas) antes de realizar una inversión significativa por parte de la ESCO o la organización. Esta característica minimiza los riesgos de pérdidas y permite analizar diferentes modelos de inversión, asegurando decisiones informadas y beneficios sostenibles para ambas partes.

Referencias Bibliográficas

- Alejandro - Resolución 15 de 2018 CREG.* (s/f). Recuperado el 18 de enero de 2025, de https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0015_2018.htm
- ISO - ICONTEC. (2017). *GTC-ISO 50006: SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA. MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO USANDO LÍNEAS DE BASE ENERGÉTICA (LBE) E INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDE). PRINCIPIOS GENERALES Y LINEAMIENTOS.*
- ISO - ICONTEC. (2018). *NTC-ISO 50002: AUDITORÍAS ENERGÉTICAS. REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO.*
- ISO - ICONTEC. (2019a). *GTC-ISO 50015: Sistemas de gestión de la energía. Medición y verificación del desempeño energético de organizaciones. Principios generales y recomendaciones.*
- ISO - ICONTEC. (2019b). *NTC-ISO 50001: SISTEMAS DE GESTIÓN DE ENERGÍA. REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO.*
- ISO - ICONTEC. (2019c). *NTC-ISO 50044. Proyectos de ahorro de energía (PAEn). Directrices para la evaluación económica y financiera.*
- ISO - ICONTEC. (2021). *GTC-ISO 50004: Sistemas de gestión de la energía. Orientación para la implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de la energía de la Norma ISO 50001.*
- Parlamento Europeo. (2006). Directiva 2006. *Diario Oficial de la Unión Europea.*
- RECIEE. (2019). *Implementación de un sistema de Gestión de la Energía Guía con base en la norma ISO 50001.*
- The ESCO Story - National Association of Energy Service Companies | NAESCO.* (s/f). Recuperado el 27 de diciembre de 2024, de <https://www.naesco.org/esco/>
- Vieira De Carvalho, A., Rojas, L. N., Nour, S., Gal, A., Dufresne, V., Langlois, P., Couture-Roy, M., & Flamand, S. (s/f). *Guía F. El modelo de negocio ESCO y los contratos de servicios energéticos por desempeño SERIE SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA.* <http://creativecommons.org/>