

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA UNIVERSIDAD ICESI

**NATHALIA VIRGEN
PAOLA RAMÍREZ**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2019**

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA UNIVERSIDAD ICESI

**NATHALIA VIRGEN
PAOLA RAMÍREZ**

Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial

**Director del proyecto
CARLOS RONCANCIO**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2019**

Contenido

	pág.
GLOSARIO	7
RESUMEN	9
1 Introducción	10
1.1 Contexto, Justificación y Formulación del Problema	11
2 Objetivos	13
2.1 Objetivo del Proyecto	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 Marco de Referencia	14
3.1 Antecedentes o Estudios Previos	14
3.2 Marco Teórico	17
3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto	20
4 Metodología	21
5 Resultados	23
5.1 Discusión de resultados	23
5.2 Conclusiones	23
5.3 Recomendaciones	23
BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	43

Lista de Figuras	pág.
Figura 1. Distribución de consumo de energía final. Colombia-2015	13
Figura 2. Número de certificaciones ISO 50.0001 alrededor del mundo	14
Figura 3. Esquema explicativo de la metodología	24
Figura 4. Mapa de Procesos - Oficina SOMA	31
Figura 5. Resumen del análisis de brechas respecto a la ISO 50.001	32
Figura 6. Distribución del consumo de energía de la Universidad Icesi	34
Figura 7. Comportamiento del consumo histórico de electricidad de la Universidad ICESI	35
Figura 8. Diagrama de Pareto de los meses de mayor consumo energético	35
Figura 9. Diagrama energético productivo de la Universidad Icesi.....	37
Figura 10. Comportamiento del consumo energético Total vs comportamiento del consumo en 2019	40
Figura 11. Requisitos para implementar un SGE	41
Figura 12. Aplicación para controlar el consumo energético	44

Tabla 1 Cantidad de certificaciones de ISO 50.001 otorgadas por continente	15
Tabla 2 Porcentaje de certificaciones otorgadas por continente	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3 Tabla de metodología.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4 Legislación aplicable	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5 Resumen de la Universidad ICESI	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6 Criterios de evaluación en la implementación de la NTC ISO 50.001.....	28
Tabla 7 Lista de chequeo del cumplimiento de requisitos generales de la Universidad ICESI establecidos en la Norma ISO 50.001.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8 Criterios de evaluación del cumplimiento de la Norma ISO 50.001.....	31
Tabla 9 Resumen del análisis de brechas respecto a la ISO 50.001	32
Tabla 10 Consumo de energía de la Universidad Icesi durante 2019.....	33
Tabla 11 Consumo mensual de energía eléctrica durante los años 2016,2017, 2018 y 2019	34
Tabla 12 Inventario de equipos de consumo energético hasta el año 2018.....	38
Tabla 13 Cálculo de la Línea base del consumo energético de la Universidad ICESI	39
Tabla 14 Plan de acción energético completo.....	45
Tabla 15 Análisis financiero de la propuesta de instalar un nuevo Chiller.....	47
Tabla 16 Análisis del flujo de caja en un escenario optimista	48
Tabla 17 Análisis del flujo de caja en un escenario pesimista.....	49
Tabla 18 Análisis económico de instalar una aplicación que controle el consumo energético.....	50
Tabla 19 Análisis económico de instalar sensores de actividad en auditorios y parqueaderos	51

**Lista
pág.**

de

Anexos

Anexo 1. Entrevista realizada a la analista de gestión ambiental de la oficina SOMA- Universidad ICESI.....

¡Error! Marcador no definido.

Anexo 2. Matriz de brechas energéticas de la universidad ICESI respecto a la ISO 50.001.....

¡Error! Marcador no definido.

GLOSARIO

A continuación, se presentarán los conceptos necesarios para entender el desarrollo del presente proyecto, éstos fueron tomados de (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2018) y (Prías Caicedo, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Campos Avella, & Universidad del Atlántico, 2013).

ENERGÍA: Electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros similares expresado en unidades que representen el tipo de energía a que corresponde.

CONSUMO DE ENERGÍA: Cantidad de energía utilizada en una unidad de tiempo dada

EFICIENCIA ENERGÉTICA: Proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía

SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA (SGE): Conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

GESTIÓN ENERGÉTICA: Optimización en el uso de la energía buscando un uso racional y eficiente sin disminuir el nivel de prestaciones.

ISO 50.001: Normatividad internacional que tiene por objetivo establecer los requisitos que debe poseer un Sistema de Gestión Energética con el fin de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético de las organizaciones

GASES DE EFECTO INVERNADERO: Aquellos que se encuentran presentes en la atmósfera terrestre y que dan lugar al fenómeno denominado efecto invernadero. Tienen una concentración atmosférica baja, pero con gran importancia en el aumento de la temperatura del aire próximo al suelo, haciéndola permanecer en un rango de valores aptos para la existencia de vida en el planeta. Los gases de invernadero más importantes son: vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), clorofluocarbonos (CHC) y ozono (O₃).

USO DE LA ENERGÍA: Forma o tipo de aplicación de la energía

USO SIGNIFICATIVO DE LA ENERGÍA (USE): Uso de la energía que ocasiona un consumo sustancial de energía y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.

LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA: Referencia cuantitativa que proporciona la base para la comparación del desempeño energético.

DESEMPEÑO ENERGÉTICO: Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo energético.

MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO: Mejora en los resultados medibles de la eficiencia energética o del consumo de energía relacionada con el uso de la energía comparada con la línea de base energética.

MEJORA CONTINUA: Actividad recurrente para mejorar el desempeño

INDICADOR DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO: Medida o unidad de desempeño energético según lo define la organización.

META ENERGÉTICA: Objetivo cuantificable de la mejora del desempeño energético

POLÍTICA ENERGÉTICA: Declaración de la organización de su intención o intenciones, dirección o direcciones y compromisos globales relacionados con su desempeño energético, según lo expresado formalmente por la alta dirección.

PLAN DE ACCIÓN: Documento en formato texto o esquemático donde se recogen todos los datos de consumo energético de la empresa, objetivos a conseguir, las estrategias a implementar, y la planificación a seguir. (Francesc Fornieles, s.f.)

RESUMEN

Este proyecto se ha elaborado como una iniciativa para implementar un sistema de gestión energética en la Universidad ICESI de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma ISO 50.001 de 2018. El documento se divide en cinco ejes globales: *Introducción, objetivos, marco de referencia, metodología y resultados*, los cuales se subdividen en varios tópicos y allí podremos encontrar temas de interés como las conclusiones, recomendaciones, antecedentes y marco teórico.

Para el desarrollo de los primeros cuatro ejes se recurrió al uso e investigación de la literatura energética y el conocimiento de los autores, mientras que para el desarrollo de los resultados, éstos se ejecutaron de acuerdo a los pasos estipulados en tres libros fundamentales: la norma ISO 50.001, “Guía para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía” y “Metodología para la planificación energética a partir de la norma ISO 50.001. El primer paso fue elaborar una evaluación energética que permitiera conocer y documentar la información del estado energético inicial de la organización respecto a los parámetros que estipula la norma para de este modo poder identificar los principales consumos de energía, los procesos ineficientes y demás variables que afectan el consumo y de esta forma poder ofrecer una propuesta de mejora. En segundo lugar, teniendo en cuenta la evaluación inicial se elaboró un plan de acción acorde con las necesidades de la organización, que a corto y a largo plazo permitiera evidenciar reducciones significativas en el consumo energético y en la producción de gases de efecto invernadero. Finalmente se realizó un análisis económico de dichas propuestas para evaluar su viabilidad y/o rentabilidad.

Se espera que este proyecto pueda servir como guía y motivación en futuras investigaciones y que pueda ser utilizado en proyectos futuros y de este modo se pueda continuar con el proceso, hasta implementar definitivamente el sistema de gestión energética en la universidad.

Palabras claves: Energía, Gestión energética, Línea base energética.

1 Introducción

Según la Organización Latinoamericana de Energía (Olade, 2016), “la eficiencia energética corresponde a la capacidad para usar menos energía produciendo la misma cantidad de iluminación, calor y otros servicios energéticos. Es un conjunto de acciones que permiten emplear la energía de manera óptima, incrementando la competitividad de las empresas, mejorando la calidad de vida, reduciendo costos y al mismo tiempo, limitando la producción de gases de efecto invernadero”.

Hoy en día, los actuales acontecimientos climáticos y la fuerte competencia en el mercado respecto a efectividad y reducción de costos han hecho que las empresas incluyan este concepto dentro de sus programas, por lo que se creó la norma ISO 50001 en la medida en que se reconoció la necesidad de un estándar internacional como respuesta eficaz al cambio climático y al incremento de los estándares nacionales de la gestión de la energía en cualquier tipo de organización, uno de sus mayores atributos es que esta cubre tanto grandes industrias, pymes, instituciones educativas, hospitales o cualquier organización del sector terciario que desee mejorar su gestión energética y reducir su consumo.

Este proyecto tiene presente a la Universidad Icesi como una institución educativa responsable con el medio ambiente con miras de una mejora continua. En este trabajo se analizarán las brechas existentes entre la actual gestión energética de esta universidad y los parámetros planteados en la norma ISO 50001, para así poder proponer un posible plan de acción como un paso hacia la optimización en el uso de energía y mitigación del impacto ambiental asociado.

Ahora bien, con el fin de aportar al posicionamiento de la Universidad Icesi en la región suroccidental del país, el plan de acción orientado a la eficiencia energética que se propone en este proyecto pretende resaltar los posibles beneficios, tanto tangibles como intangibles que traería su implementación.

1.1 Contexto, Formulación del Problema y Justificación

Contexto:

Según la (Asociación Española para la Calidad (QAEC), 2019) “La gestión energética consiste en la optimización en el uso de la energía buscando un uso racional y eficiente, sin disminuir el nivel de prestaciones. A través de la gestión energética se detectan oportunidades de mejora en aspectos relacionados con la calidad y seguridad del sistema energéticos, logrando que los usuarios conozcan el sistema, identifiquen los puntos consumidores e implanten mejoras, alcanzando altos niveles de eficiencia energética”.

A lo largo del siglo XIX la energía eléctrica empezó a llegar a los hogares industrializados con diversos tipos de electrodomésticos para todos los estratos económicos. Desde entonces se han venido perfeccionando las investigaciones y la inversión en el sector energético para poder llegar hasta los lujos de los que gozan las personas en la actualidad. A pesar de que Colombia no es la excepción, el “milagro” de la energía eléctrica solo se empezó a ofrecer hacia el siglo XX, y en el año 1955 solo el 76% de la población contaba con el servicio (Revista SEMANA, 2015).

Basándose en la importancia nacional que adquirió este recurso, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO) realizó la petición de crear una norma que sirviera de estándar a la industria y pudiera ser referencia en la gestión energética, y de este modo, responder al cambio climático. Fue allí cuando nació la norma técnica NTC-ISO 50.001, creada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en colaboración con expertos de cuarenta y dos países y publicada en junio de 2011. Con un alcance que incluye todas las áreas administrativas, de proceso y de servicios de una organización, esta norma tiene por objetivo facilitar independientemente de su sector de actividad o su tamaño, una herramienta que permita la reducción del consumo de energía, los costos financieros asociados y consecuentemente, las emisiones de gases efecto invernadero. (CREARA, 2019)

Por otra parte, la universidad ICESI es una institución de educación superior sin ánimo de lucro, que durante cuarenta años le ha apostado a la calidad, motivo por el cual ha logrado consagrarse como una de las mejores universidades de la región, ofreciendo además de profesionales muy capacitados, una responsabilidad social y ambiental permanente. Durante todo este tiempo se ha comprometido con la reducción del consumo energético y con el mejoramiento de la eficiencia de sus equipos para disminuir su huella energética; pero, según una entrevista realizada a la analista de gestión ambiental de SOMA, oficina de salud ocupacional y medio ambiente de la universidad (Ver anexo), ésta actualmente no cuenta con una certificación en la norma ISO 50001 y por el momento no está enfocada en cumplirla dado que se encuentra estudiando otro tipo de mecanismos de eficiencia energética como lo son la implementación de paneles solares, cambio de luminarias por led y el uso de vehículos eléctricos.

No obstante, todos estos esfuerzos se pueden reforzar y alinear mediante un trabajo conjunto entre directivos, estudiantes, profesores, colaboradores y proveedores para lograr un uso más eficiente y racional de la energía y de este modo poder alcanzar las metas energéticas y económicas propuestas por la universidad que le permitan encaminarse en la búsqueda de la certificación NTC-ISO 50.001 de gestión energética y posicionarse a futuro como una organización más sostenible a nivel internacional.

Formulación de la pregunta de investigación:

La universidad ICESI carece de un plan de acción coordinado, integrado y enfocado a cumplir los estándares de la norma NTC-ISO 50.001 que le permita evidenciar potenciales beneficios ambientales y económicos para aumentar su competitividad en el mercado mediante la ejecución e implementación de este.

Justificación de la situación objeto de estudio:

Conscientes del daño ecológico desmesurado que está sufriendo el planeta, es necesario frenar los hábitos que provoca el calentamiento global. Debido a lo anterior, el uso eficiente de la energía se ha vuelto un factor fundamental de tratar a nivel mundial dentro de las organizaciones, públicas y privadas.

Por otra parte, es bien conocido que, a razón de la explotación indiscriminada de los recursos naturales y la contaminación industrial, el planeta está presentando drásticos cambios que se han venido observando durante los últimos años como temblores, derretimiento de los polos, sequías, entre otros. Por esta razón, se han establecido normas internacionales que regulan diversos aspectos y entre ellos los ambientales, como es el caso de la NTC-ISO 50.001, la cual establece los parámetros que se deberían llevar a cabo para tener una gestión energética adecuada dentro de las organizaciones, y aunque ésta no es de carácter obligatorio, debería de cumplirse en todas las empresas para disminuir la huella ecológica que generan. Actualmente esta norma se incumple en la universidad ICESI, razón por la cual se desea realizar un plan de acción que sirva de base para tomar acciones encaminadas a la eficiencia, además de generar consciencia en sus colaboradores.

Para lograr lo anteriormente mencionado, en primer lugar, se requiere realizar un análisis de las brechas de la gestión energética actual de la universidad con relación a una norma reconocida y aprobada mundialmente como lo es la NTC-ISO 50.001, para identificar el grado de cumplimiento de la universidad respecto a los parámetros establecidos en ella.

En este orden de ideas y teniendo en cuenta que la gestión energética se puede llevar a cabo en cualquier tipo de organización o proceso productivo, se considera oportuno abordar este proyecto desde el punto de vista de la ingeniería industrial, la cual nos permite aplicar los conocimientos en optimización de procesos, gestión de recursos, gestión ambiental, logística y calidad. De este modo, se pretende dar a conocer los potenciales beneficios de la aplicación de un plan de acción efectivo, mediante una estimación costo beneficio que demuestre con cifras aproximadas una reducción en el consumo energético.

2 Objetivos

2.1 Objetivo del Proyecto

Contribuir con un posible plan de eficiencia energética a la Universidad ICESI como un paso hacia la optimización en el uso de energía y mitigación del impacto ambiental asociado.

2.2 Objetivos Específicos:

- Hacer un informe de la situación actual de la gestión energética en la universidad ICESI con relación a la norma NTC-ISO 50.001 de Sistemas de Gestión de la Energía.
- Proponer un plan de acción que permita a la universidad ICESI alcanzar el nivel de la norma NTC-ISO 50.001 y posteriormente facilite la búsqueda de la certificación.
- Estimar posibles beneficios tangibles e intangibles para la universidad ICESI por la implantación del sistema de gestión energética.

Entregables:

- Informe del diagnóstico sobre la situación actual de la gestión energética en la universidad ICESI con relación a la norma NTC-ISO 50.001 de Sistemas de Gestión de la Energía.
- Plan de acción que permita a la universidad ICESI alcanzar el nivel de la norma NTC-ISO 50.001 y posteriormente facilite la búsqueda de la certificación.
- Informe de posibles beneficios tangibles e intangibles para la universidad ICESI por la implantación del sistema de gestión energética.

3 Marco de Referencia

3.1 Antecedentes o Estudios Previos

La norma ISO 50.001 nació como respuesta a la necesidad que tenían las organizaciones de establecer un sistema de gestión energética “estandarizado” que pudiera ser utilizado a nivel mundial, con el fin de reducir la contaminación y el cambio climático. Esta fue solicitada por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO) y presentada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) el 17 de junio de 2011.

“El propósito de esta norma es facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía” (icontec internacional, 2011). Adicionalmente, ésta norma fue creada con base en la ISO 9001 y la ISO 14001, tomando de ambos algunos elementos, es por esto que, con su implementación, las empresas pueden evidenciar una disminución en los costos de energía, mejorar su eficiencia y calidad, y disminuir la contaminación.

En vista del gran incremento de las regulaciones ambientales nacionales e internacionales, y además de todos los beneficios que otorga esta norma; la ISO 50001 ha ido adquiriendo un alto grado de reconocimiento en todo el mundo. Es por esto que, desde su creación, muchas organizaciones han optado por adquirir su certificación.

Analizando específicamente el consumo energético en el sector terciario, éste solo representa el 5% del consumo total de la energía en Colombia según las cifras otorgadas por la UPME en el 2016, pero, aunque parece una participación muy baja este sector posee importantes oportunidades de mejorar su gestión energética. Además del gran impacto que generan este tipo de proyectos cuando se realizan en entidades públicas o educativas ya que se convierten en modelos a seguir por otras organizaciones.

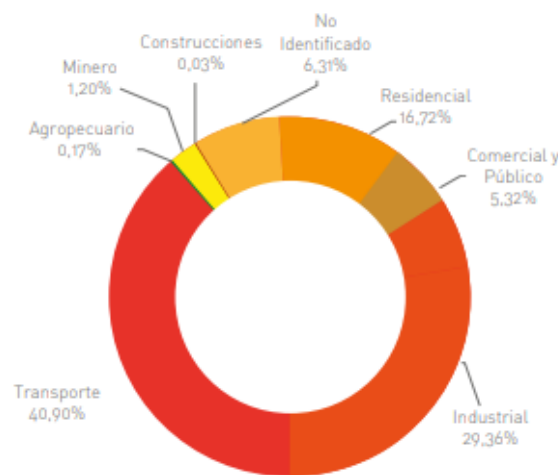


Figura 1 Distribución de consumo de energía final. Colombia-2015
Fuente: plan de acción indicativo de eficiencia energética 2017-2022.

Por otra parte, según la (International Organization for Standardization, 2017) en los resultados de su estudio THE ISO SURVEY expresa que, en el 2017 alrededor de todo el mundo, se otorgaron 21501 certificaciones de la norma ISO 50.001. De cada continente los países que encabezaron la lista fueron: De África, Egipto con 40, de Europa, Alemania con 8314, de Centroamérica y Latinoamérica, Brasil con 49 y Chile con 26, de Norteamérica, Estados Unidos con 77 y de Asia, China con 1567, India con 608, Taipéi con 292 y Tailandia con 216. Siendo así Alemania el país con mayor implementación de esta norma en el mundo. Por otra parte, según éste mismo informe, hasta el año 2017 Colombia contaba con 15 certificaciones en ISO 50.0001.



Figura 2 Número de certificaciones ISO 50.0001 alrededor del mundo
Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 Cantidad de certificaciones de ISO 50.001 otorgadas por continente

VISIÓN GLOBAL							
Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
TOTAL	459	2.236	4.826	6.765	11.985	20.216	21.501
África	0	13	36	18	40	58	61
América central y del sur	11	10	34	63	92	81	132
América del norte	1	9	34	77	77	73	127
Europa	364	1.919	3.993	5.526	10.152	17.102	17.655
Asia oriental y el pacífico	49	191	478	693	1.035	2.086	2.516
Asia central y del sur	26	76	189	299	459	663	716
Medio oriente	8	18	62	89	130	153	294

Fuente: THE ISO SURVEY.

Tabla 2 Porcentaje de certificaciones otorgadas por continente

PARTICIPACIÓN REGIONAL							
Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
África	0.0%	0.6%	0.7%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%
América central y del sur	2.4%	0.4%	0.7%	0.9%	0.8%	0.4%	0.6%
América del norte	0.2%	0.4%	0.7%	1.1%	0.6%	0.4%	0.6%
Europa	79.3%	85.8%	82.7%	81.7%	84.7%	84.6%	82.1%
Asia oriental y el pacífico	10.7%	8.5%	9.9%	10.2%	8.6%	10.3%	11.7%
Asia central y del sur	5.7%	3.4%	3.9%	4.4%	3.8%	3.3%	3.3%
Medio oriente	1.7%	0.8%	1.3%	1.3%	1.1%	0.8%	1.4%

Fuente: THE ISO SURVEY

La primera compañía en recibir la certificación ISO 50001 fue la empresa Henkel en el año 2013, ésta es una multinacional alemana dedicada a la manufactura de productos químicos con más de veinticinco años en el país. (consejo colombiano de eficiencia energética, 2013)

Gracias a sus esfuerzos de alcanzar la eficiencia y disminuir el consumo energético de sus procesos, ésta pudo recibir dicha certificación. Aunque estos esfuerzos se venían llevando a cabo desde años anteriores, cómo lo afirma Eugenio Velasco, director de operaciones en Colombia, “En los últimos seis años las acciones en materia de desarrollo sostenible han permitido reducir en un 24% la cantidad de energía utilizada para producir cada tonelada de nuestros productos” (consejo colombiano de eficiencia energética, 2013)

Otra implementación de la gestión energética muy importante para el país se dio a conocer en febrero de 2016, cuando el alumbrado público de Bucaramanga recibió la certificación ISO 50.001 por el uso eficiente y ahorro energético en toda la ciudad.

A su vez, Aguas de Cartagena S.A. E.S.P, fue la primera compañía del caribe en obtener dicha certificación, la cual fue recibida el 23 de enero de 2018. Los beneficios obtenidos más significativos para la entidad están representados en ahorros financieros por más de cuatrocientos millones de pesos (\$400'000.000).

Aunque son muchos los casos exitosos de implementación de la norma ISO 50.001, también se desea resaltar los esfuerzos de las entidades que permitieron implementar éstas mediante la publicación de guías y documentos que le permitieron al usuario final seguirlos, es por esto que a continuación se van a presentar algunos estudios relevantes:

1) La implementación de la norma ISO 50.001 en edificios de uso administrativo (Jimenez, 2013)

Este proyecto realizado en la escuela técnica superior de ingeniería de la Universidad de Sevilla en el año 2013 tiene por objetivo documentar todos los pasos que requiere una organización para certificarse según la norma UNE EN-ISO 50001 ya que expresa que dicha norma establece todos los requisitos que se deben

cumplir, pero no dice cómo implementar el sistema de gestión energética ni cómo medir la eficiencia de sus procesos.

2) Cómo implementar ISO 50.001 – Gestión de la energía (Gonzalez, Cómo implementar ISO 50001 – Gestión de la Energía, 2018)

Este documento publicado en 2018 explica detalladamente cada paso de la gestión energética con base en la norma ISO 50001, desde su creación y presentación, pasando por su estructura, objetivos, glosario, ciclo PDCA, y finalmente desarrolla las etapas de implementación de dicha norma (Planificación, revisión energética, seguimiento, medición y análisis del SGE).

3.2 Marco Teórico

Con el objetivo de abordar el marco teórico de este proyecto se deben tener en cuenta los siguientes conceptos:

3.2.1 Energía:

En física, la energía se define como la capacidad para realizar un trabajo (Frederick J. Bueche, 1988) En tecnología y economía, este término se refiere a un recurso natural y a los elementos relacionados para darle un uso industrial o económico. Vale la pena aclarar que, para el desarrollo de este proyecto, siempre que se haga mención de la palabra “energía” se hará referencia a la segunda definición ya planteada.

En las instituciones educativas como la Universidad ICESI, la energía eléctrica juega un papel fundamental. Este término se define como “la corriente de energía que se origina de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos determinados, cuando se ponen en contacto mediante un transmisor eléctrico. Dicha corriente consiste en la transmisión de cargas negativas (electrones) a través de un material conductor.” (Concepto.de, s.f.) Por otra parte, teniendo en cuenta el principio de conservación de la energía donde se establece que esta no se crea ni se destruye, sino que se transforma, se explica que la energía eléctrica pueda convertirse en energía luminosa, mecánica y térmica; y es ahí cuando se habla de su gran utilidad al ser un recurso sumamente versátil.

3.2.2 Gestión y eficiencia energética:

Para el correcto entendimiento de este proyecto, es importante aclarar la diferencia entre los términos “gestión energética” y “eficiencia energética”, puesto que en ocasiones son confundidos como sinónimos.

La gestión energética es asumir y llevar a cabo las responsabilidades sobre el proceso energético de una empresa. Es decir, la gestión se refiere a todos aquellos trámites que se realizan con la finalidad de resolver una situación o materializar un proyecto, en este caso, relacionado a la energía.

En contraste con lo anterior, la eficiencia energética es el consumo inteligente de la energía. Se refiere a la relación entre los recursos energéticos utilizados y los resultados obtenidos. “Un aparato, proceso o instalación es energéticamente eficiente cuando consume una cantidad inferior a la media de energía para realizar una actividad” (factorenergia, 2019)

Por lo tanto, se afirma que “la eficiencia energética es el resultado de una adecuada gestión de la energía, representada como una forma óptima de aprovechar la energía y pagar solo por el consumo realmente necesario y utilizado de forma eficiente” (Ramírez, 2017)

Entre los beneficios de la eficiencia energética están los económicos. Evidentemente, la eficiencia energética se traduce en ahorros en la factura por rentabilizar al máximo los recursos energéticos de los que se dispone. Por otro lado, también reporta beneficios ambientales puesto que, al tener que generar menos recursos energéticos como consecuencia de su mejor aprovechamiento, a la vez se está contribuyendo a reducir la explotación que afecta al planeta.

3.2.2.1 Sistema de Gestión de la Energía (SGE)

Un Sistema de Gestión de la Energía (SGE) se define como la parte del sistema de gestión de una organización dedicado a desarrollar e implantar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía. Un SGE agrupa un conjunto de elementos interrelacionados mutuamente, que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos. Entre sus beneficios se encuentran:

- Mejoras en la productividad
- Innovación y cambio de cultura organizacional
- Mejoras operacionales, de calidad e información energética
- Proyección de beneficios a los actores de interés
- Acceso a mercado

3.2.3 Normas ISO 50.001

“Las normas ISO (International Organization for Standardization) son documentos que especifican requerimientos que pueden ser empleados en organizaciones para garantizar que los productos y/o servicios ofrecidos por dichas organizaciones cumplen con su objetivo.” (ISOTools, s.f.)

La norma ISO 50.001 es una normativa internacional desarrollada por ISO en el año 2011, que tiene como objetivo mantener y mejorar el SGE en una organización, para realizar modificaciones continuas en el rendimiento energético de las empresas con

un enfoque sistemático, lo que se traduce en una mejora en la eficiencia energética, la disminución de costos relacionados a la energía y la reducción de gases de efecto invernadero emitidos al medio ambiente.

Para entrar en detalle, los objetivos específicos de la norma ISO 50.001 son:

- Disminuir el consumo energético mediante las soluciones mejor adaptadas al funcionamiento de la organización.
- Permitir la transparencia y la comunicación sobre la gestión de la eficiencia energética.
- Adquirir los conocimientos necesarios para optimizar los recursos y gestionar las actividades de la organización desde una perspectiva energética.
- Automatizar y fomentar las buenas prácticas de gestión energética identificadas en la organización.

3.2.3.1 Estructura de la norma ISO 50.001

Esta norma fue elaborada a partir del estándar ISO 9001, de sistemas de gestión de calidad, y del estándar ISO 14001, de sistemas de gestión ambiental. Por lo tanto, la norma ISO 50.001 permite su integración en otros SGE ya existentes en la organización. Según (ISOTools, s.f.) Su estructura es la siguiente:

1. Ámbito de aplicación
2. Referencias normativas
3. Términos y definiciones
4. Requisitos del SGE

4.1 Requisitos generales. Se define el objetivo de la norma, que consiste en el análisis del desempeño energético de la organización para así identificar las oportunidades de mejora.

4.2 Responsabilidad de la dirección. La dirección debe demostrar el compromiso de apoyar el SGE y de mejorarlo continuamente en todos los niveles de la organización. Para ello, se deben definir las responsabilidades del personal involucrado, así como suministrar los recursos necesarios para implementar, mantener y mejorar el SGE.

4.3 Política energética. Se debe definir una política energética, en la que se realice una declaración de sus intenciones globales en relación con el desempeño energético de la organización.

4.4 Planificación energética. Se tendrán en cuenta aspectos relacionados con el uso y consumo energético actual en la organización. La planificación energética deberá

ser coherente con la política energética definida previamente y conducir de manera continua a la mejora del desempeño energético.

4.5 Implementación y operación. La organización debe desarrollar los medios y las herramientas necesarias para monitorear, medir y analizar su gestión energética a través de aquellas operaciones y actividades relacionadas con los usos significativos de la energía. Deben registrarse evidencias de estas actividades de monitoreo y medición.

4.6 Verificación. Consiste en la revisión del cumplimiento de los planes energéticos mediante el seguimiento, medición y análisis de los requisitos establecidos, así como la evaluación de las no conformidades para el establecimiento de acciones correctivas y preventivas.

4.7 Revisión por la dirección. Establece los requisitos de revisión del Sistema de Gestión de la Energía de la organización para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas.

La norma ISO 50.001 representa un paso importante para las organizaciones al requerir una demostración de su compromiso con la mejora de su desempeño energético. Es fundamental aclarar que esta norma no especifica metas cuantitativas, por lo que cada organización elige las metas que desea establecer, y posteriormente diseña un plan de acción para lograrlas a su ritmo y capacidad. Con este enfoque estructurado, una organización tiene más posibilidades de evidenciar beneficios financieros tangibles, y de esta manera, ser más competitiva en el mercado actual. Además, al igual que en todas las normas de sistemas de gestión ISO esta norma es aplicable para cualquier organización, independientemente de su tamaño, sector, o ubicación geográfica.

3.2.4 Relación de la ingeniería industrial y la eficiencia energética:

"La ingeniería industrial en la actualidad se entiende como el conjunto de principios, reglas, normas, conocimientos teóricos y prácticos que se aplican profesionalmente para disponer de las bases, recursos y objetos, materiales y los sistemas hechos por el hombre para proyectar, diseñar, evaluar, planear, organizar, operar equipos y ofrecer bienes, y servicios, con fines de dar respuesta a las necesidades que requiere la sociedad. Como consecuencia no puede estar aislada a los cambios en los procesos generados por la globalización e internacionalización, caracterizados por el cambio de los estándares que de alguna forma afectan las realidades del país y por ende las realidades locales" (ICFES-ACOFI, 1996)

Teniendo en cuenta la definición anterior que evidencia la extensa gama de conocimientos, la flexibilidad de ejecución y el carácter integrador de esta rama de la ingeniería, es viable pensar que el profesional en este campo está capacitado para buscar soluciones enfocadas a la sostenibilidad en los sistemas de producción y gestión de las empresas. Por lo tanto, el ingeniero industrial tiene la formación para afrontar problemas de diversos sectores, y como la situación ambiental está

altamente relacionada con las actividades empresariales, es prioridad mitigar los daños provocados por las industrias. Para complementar lo ya mencionado, "el profesional de Ingeniería Industrial puede ser visto como el agente gestor del mejoramiento de la productividad. Sus esfuerzos se dirigen a implementar el mejor proceso de producción, a través del diseño de sistemas integrados que involucran los aspectos más importantes de una empresa tales como: los empleados, los materiales utilizados, la información, los equipos incluyendo las nuevas tecnologías, y por supuesto la energía disponible" (Institute of Industrial Engineers, 2009)

Adicionalmente, un aporte de las industrias para reducir el daño ambiental es mediante la eficiencia energética, término que consiste en la optimización de la energía sin descuidar la calidad de los resultados. Al tratarse de la optimización de este recurso y de una reducción de costos para la empresa, el ingeniero industrial tiene un papel fundamental en este escenario. Su aporte en la búsqueda y aplicación de medidas de eficiencia energética, reducción de emisiones de carbono y desarrollo de energías renovables es muy importante para cualquier empresa hoy en día.

3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto

Este proyecto busca sensibilizar a la comunidad sobre la importancia del cuidado del medio ambiente a través de una metodología para el uso eficiente del recurso energético además de contribuir con una estrategia de eficiencia energética a la Universidad ICESI, mediante la elaboración de una propuesta de plan de acción energético coordinado, integrado y enfocado a cumplir los estándares de la norma ISO 50.001, que se ajuste a la capacidad y a los intereses de esta institución.

Por otra parte, mediante esta contribución también se busca continuar con el enfoque sostenible de la Universidad ICESI, al ser una institución educativa responsable con el medio ambiente y consciente de la situación actual del planeta.

Por último, debido a que hoy en día la sostenibilidad ha tomado protagonismo en la toma de decisiones de las empresas, este proyecto busca demostrar la estrecha relación que hay entre la ingeniería industrial y la gestión energética; en la medida en que el ingeniero industrial, en su ejercicio de minimizar costos y aumentar utilidades, vea la eficiencia energética como una oportunidad para la optimización de este recurso, el cual resulta indispensable para el mejor funcionamiento de una institución de educación superior, como lo es la Universidad ICESI.

4 Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo del presente proyecto se divide en seis etapas fundamentales, las cuales se presentan más detalladamente en las actividades y su respectiva descripción.

Tabla 3 Tabla de metodología

N°	Etapas del proyecto	Actividades	Descripción
1	Revisión de literatura relacionada con la gestión energética que aporte a la presente investigación.	Búsqueda de información relacionada con el proyecto en proyectos o investigaciones de procedencia confiable	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de información en bases de datos de la universidad Icesi y otras entidades. • Seleccionar la información más importante y documentarla teniendo en cuenta la importancia que tiene dentro del presente proyecto.
2*	Elaboración del diagnóstico energético de la universidad ICESI	Recolectar información sobre los sistemas de gestión energética que maneja la universidad	Solicitar la información pertinente la universidad (si existe), recomendada por la norma ISO 50001 mencionada a continuación. [1]
3	Análisis de brechas entre la situación actual de la universidad y los requisitos establecidos por la norma ISO 50001	Análisis del cumplimiento de los parámetros expuestos en la norma por parte de la universidad	Calificar el nivel de cumplimiento mediante el uso de una matriz o lista de chequeo otorgada por la norma o de elaboración propia.

4	Análisis del consumo energético de la universidad	Recolección de los datos de consumo energético considerables para elaborar el análisis (o recibos de energía)	Identificar los principales usos de energía en la universidad y las variables que lo afectan.
5	Propuesta de un plan de acción energético que cumpla las indicaciones de la norma NTC ISO 50001	Crear una propuesta puntual de un sistema de gestión energética integrado y enfocado a cumplir con los estándares de la norma NTC-ISO 50.001	Consolidar la investigación realizada en un documento final.
6	Estimación cualitativa de los posibles beneficios ambientales y económicos que recibiría la Universidad ICESI por implementar un sistema de gestión energético de acuerdo con la norma NTC ISO 50001.	Evaluar el impacto de implementar un plan de acción en la universidad ICESI	Analizar (si existe) la reducción energética y económica con la implementación del plan de acción energético en la universidad.

Fuente: elaboración propia

[1] Según (Gonzalez, Cómo implementar ISO 50001 – Gestión de la energía, 2018) **ésta es la información que recomienda la norma ISO 50001 que se debería conocer de la empresa para realizar un plan de acción:**

- Información de carácter general de la organización: organigrama, diagrama de procesos, datos de producción del año actual y de años anteriores, etc.
- Información sobre los sistemas de gestión existentes: normas implementadas, documentación existente, manuales de gestión, políticas, objetivos, metas, etc.

En cuanto a la información referida a las **características energéticas de la organización**, se debería contar con:

- diagrama de flujos energéticos
- consumo energético del año anterior y el actual (valor mensual y acumulado anual de electricidad, combustibles y otros).
- Auditorías o estudios energéticos previos de las instalaciones.
- Registros de balances energéticos (fuentes energéticas, usos y consumos).
- Iniciativas de eficiencia energética.
- Listado de equipos de medición y planes de calibración de estos.
- Listado de los principales equipos consumidores de energía y planes de mantenimiento de estos (descripción equipo, potencia, rendimiento)
- Metas actuales de reducción del consumo de energía.
- Procedimiento de Control de Equipos de Medición.

Esquema explicativo de la metodología

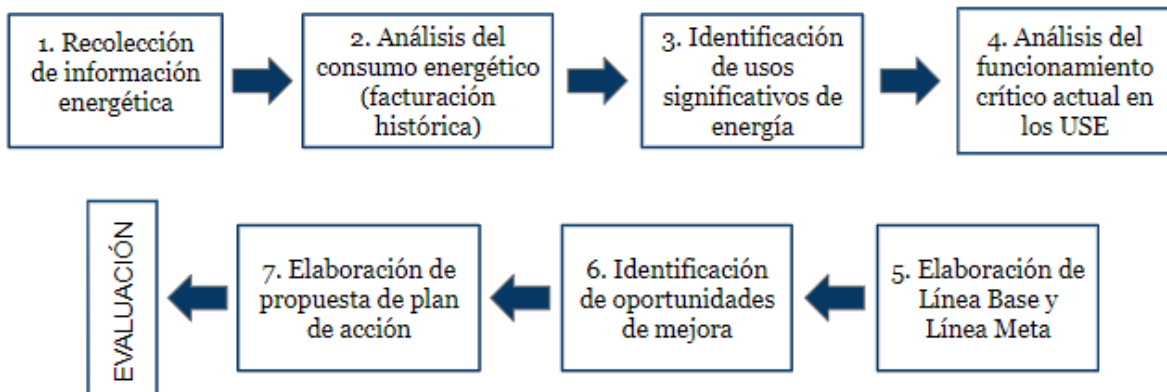


Figura 3 Esquema explicativo de la metodología
Fuente: Elaboración propia

5 Resultados

5.1 Informe de la situación actual de la gestión energética en la Universidad ICESI con relación a la norma NTC-ISO 50.001 de Sistemas de Gestión de la Energía:

5.1.1 Requisitos legales y otros requisitos

A continuación se presentará la legislación aplicable en términos energéticos en Colombia, la cual fue tomada y/o adaptada de (Castrillón Mendoza & Gonzalez Hinestroza, 2018) pág. 33 – 36.

Tabla 4 Legislación aplicable

No.	Normativa	Descripción
1	Ley URE 697 de 2001	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.
2	Resolución 180919 de 2010	Por la cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE), y demás formas de energía no convencionales; se definen sus objetivos y subgrupos y se adoptan otras disposiciones
3	Resolución 774 de 2018	Por la cual se actualiza el factor marginal de emisión de gases de efecto invernadero del Sistema Interconectado Nacional-2017, para proyectos aplicables al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)
4	Resolución CREG 097 de 2000	Por la cual se establecen pautas para el diseño, normalización y uso eficiente de equipos y aparatos eléctricos.
5	Decreto 2501 de 2007	Por medio del cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica
6	Decreto 3450 de 2008	Por el cual se dictan medidas tendientes al uso racional y eficiente de la energía eléctrica
7	Decreto 4789 de 2008	Por el cual se dictan medidas en materia tarifaria de energía eléctrica
8	Ley 142 y 143 de 1994	Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional– establece el régimen de las actividades del sector eléctrico colombiano

9	Resolución 0563 de 2012	Por la cual se establece el procedimiento y los requisitos para evaluar y conceptuar sobre las solicitudes presentadas ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con miras a obtener la exclusión de impuestos sobre las ventas IVA y/o reducción en la renta de elementos, equipos y maquinaria destinados a proyectos, programas o actividades de reducción en el consumo de energía y eficiencia energética
---	-------------------------	---

Fuente: Adaptada de (Castrillón Mendoza & González Hinestroza, 2018) pág. 33 – 36.

5.1.2 Revisión energética:

5.1. 2ª Alcance y limitaciones:

Alcance: Este proyecto pretende demostrar los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería industrial asociados a la gestión del recurso energético para el cuidado al medio ambiente y la sostenibilidad.

Limitaciones: El presente análisis se enfocará en los sistemas de aires acondicionados, luminarias y equipos de cómputo de la universidad ICESI

5.1. 2^b Datos generales de la instalación:

A continuación, se presenta el diagnóstico energético elaborado de la Universidad ICESI, en el cual se relatan los aspectos más relevantes para entender su funcionamiento y poder otorgar posteriormente una propuesta de eficiencia energética. Este incluye el análisis de facturación histórica, la situación energética en la que se encuentra la universidad y la identificación de áreas o actividades de potencial ahorro.

La Universidad ICESI es una institución de educación superior, dedicada a ofrecer formación de máxima calidad en 28 programas de pregrado, 36 especializaciones, 24 maestrías y 1 doctorado. Actualmente ésta tiene la capacidad de albergar 7.253 estudiantes en un área de 141.334 m², dividida entre salones, laboratorios, oficinas, auditorios, parqueaderos, cafeterías, y zonas de esparcimiento.

Adicionalmente, como se puede observar en el resumen de la tabla 5, hace 32 años se construyó el campus universitario ubicado en la zona sur de la ciudad de Cali y se asoció con dos (2) comercializadores del servicio de energía EMCALI y EPSA con un contrato como usuario no regulado de tipo comercial y un nivel de tensión II. Actualmente sus principales consumos energéticos son debido al uso de aires acondicionados, luminarias y equipos de cómputo; y aunque éste no fue construido específicamente para ser eficiente energéticamente, la universidad si ha ido implementando una serie de iniciativas energéticas y ambientales en pro de reducir su impacto ambiental, medidas que se explicarán a continuación en el análisis de brechas energéticas.

Para conocer el estado inicial de la universidad en el campo energético se recurrió a los jefes y colaboradores de diferentes áreas de la universidad involucradas en el proceso como la oficina de medio ambiente (SOMA), planta física, mantenimiento, y OMEGA, entidad encargada del manejo de los sistemas de aires acondicionados de la universidad. La información obtenida fue de gran ayuda para la elaboración de la presente investigación, ya que a partir de esta se pudo realizar el análisis de brechas energéticas, el censo de carga, y establecer la línea de base energética de la universidad.

Tabla 5 Resumen de la Universidad ICESI

UNIVERSIDAD ICESI	
Actividad principal:	Educación superior (Pregrado y posgrado)
Ubicación:	Calle 18 #122-135 Pance. Cali - Colombia
Coordenadas:	3°20'30"N 76°31'49"O
Antigüedad (de la instalación):	32 años
Instalaciones:	Oficinas administrativas, salones, laboratorios, auditorios, salas de cómputo, canchas deportivas, coliseos, cafeterías, zonas de esparcimiento, zonas verdes, parqueaderos, biblioteca, fotocopiadora, piscina, tienda, enfermería y gimnasio.
Energéticos utilizados:	Energía eléctrica, energía fotovoltaica y gas natural
Principales cargas:	Aires acondicionados y Chillers, luminarias y equipos de cómputo
Horario de operación:	Lunes a viernes de 7:00 a 22:00 Sábado de 8:00 a 18:00
Tipo de Servicio:	12 - Comercial
Nivel de Tensión	II 13.2 KV
Comercializador:	Emcali - EPSA
Tipo de contrato:	Usuario no regulado
Tarifa	\$199.56 x kWh

Fuente: elaboración propia

Para realizar la revisión energética solicitada por la Norma ISO 50.001 se recopiló la información básica de las facturaciones históricas del consumo energético, y toda documentación existente de auditorías, objetivos, políticas, metas, diagramas energéticos y de procesos de la universidad y cualquier información que aportara a la presente investigación. Basados en la información ofrecida, se evaluó qué tanta diferencia había entre los requisitos solicitados por la norma y los que poseía la universidad y cuáles de estos son de vital importancia para implementar un Sistema

de Gestión Energética. Para ello, a continuación, se presentan dos tablas, la primera contiene un criterio de evaluación propuesto por ICONTEC para la evaluación de la implementación de sistemas de gestión energética, y la segunda, presenta los requisitos solicitados por la Norma ISO 50.001 para realizar un diagnóstico energético.

Tabla 6 Criterios de evaluación en la implementación de la NTC ISO 50.001

Descripción	Puntaje
No aplica: La descripción no es aplicable en la organización	-
Inexistente: No existe actualmente en la organización	0
Establecido: La manera de realizarlo ha sido definida por la organización, pero no está documentado	1
Documentado: Escrito en cualquier medio o formato	2
Implementado: Se realiza de acuerdo con lo escrito y se han hecho mejoras	3

Autor: (ICONTEC, 2005)

Tabla 7 Lista de chequeo del cumplimiento de requisitos generales de la Universidad ICESI establecidos en la Norma ISO 50.001

Requisito	Puntaje
Registros históricos de consumo energético	3
Diagrama de flujo de los procesos	0
Organigrama actualizado de la empresa	1
Inventario de equipos o instalaciones que consuman energía	2
Documentación de diagnósticos o evaluaciones energéticas recientes	0
Plan de mantenimiento	1
Plan de capacitación del personal vinculado	1
Proyectos de modificaciones tecnológicas previstos por realizar en la empresa	1
Política energética	0
Objetivos energéticos	0
Metas de reducción del consumo energético	0

Iniciativas de eficiencia energética	1
Plan de acción	0
Diagramas energéticos	0
Mapa de procesos	1
TOTAL:	11/45 (25%)

Fuente: elaboración propia

Como se explica en la Tabla 7, hasta la fecha la universidad no cuenta con un sistema de gestión energética, esto implica que no cuentan con muchos de los requisitos expuestos por la norma ISO 50.001 como lo son una política, objetivos, metas energéticas o un plan de acción. Es por esto que el resultado de cumplimiento fue de solo un 25%. No obstante, cuenta con información valiosa para empezar a diseñarlo como lo son los registros históricos de consumo de energía, ya que con éstos se planea analizar el comportamiento y ofrecer una propuesta de línea base, línea meta y desarrollar un plan de acción. Es necesario recalcar que por directrices generales y especialmente por motivos de seguridad, la universidad se reservó la divulgación de cierta información catalogada por la misma como “confidencial” para el presente proyecto, la cual hacía parte de los requisitos solicitada por la norma, motivo por el cual se realizó una propuesta aproximada a partir del conocimiento de los autores.

Dentro del componente “iniciativas de eficiencia energética” la universidad ha progresado significativamente ya que desde comienzos del año 2019 ha venido trabajando en la puesta en marcha de propuestas energéticas ambiciosas tanto a nivel local como nacional dentro del sector educativo, aunque actualmente todas no se encuentren documentadas. Sus inicios se remontan al 2017 con la participación en el ranking internacional de universidades eficientes GreenMetric apostándole a objetivos de uso eficiente del agua y desarrollo de campañas de concientización ambiental. A continuación, el segundo proyecto desarrollado fue la compra e instalación de 1.322 paneles solares ubicados en 2.162 m² en diferentes puntos de la universidad como los techos del coliseo 1, el edificio H (Taller de Diseño), el edificio E y el edificio M. “Un sistema sustentable para el aprovechamiento de energía solar con el cual se espera generar 445.343 kWh de energía limpia cada año. Su fin último es cubrir el 8% del consumo anual de energía eléctrica en la universidad. Además, con esta iniciativa se espera dejar de emitir 163 toneladas de CO₂ cada año”. (Universidad ICESI, 2019)

La tercera iniciativa implementada fue la instalación de la primera estación de carga eléctrica de la ciudad, con la cual se espera incentivar la reducción del consumo de recursos no renovables y por el contrario incrementar el uso de la energía eléctrica para disminuir la expulsión de gases de efecto invernadero al ambiente

Finalmente, la cuarta iniciativa en etapa de planeación es un proyecto a mediano plazo, el cual consiste en evaluar un posible cambio (por etapas) de las 9400

luminarias de la universidad por bombillos LED de 15 W con el fin de reducir el consumo energético actual. Como por el momento este proyecto solo se encuentra en la fase de discusión, no se cuenta con ningún soporte estadístico o una idea del costo de inversión, sino que se conoció superficialmente la idea mediante una entrevista realizada al analista de gestión ambiental de la universidad.

Por otra parte, aunque la universidad no cuenta con políticas energéticas, si posee políticas del Sistema de Gestión Ambiental y Saneamiento Básico, y de acuerdo con estas, se compromete a mejorar continuamente y a mitigar los impactos de su quehacer diario; de este modo nació Icesi Sostenible; un programa orientado a la prevención del impacto ambiental liderado por profesores y profesionales de diferentes departamentos y abalado por la oficina de Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SOMA). Este a su vez, cuenta con un comité ambiental encargado de “promover, orientar y divulgar el desarrollo de actividades para el mejoramiento del desempeño ambiental de la universidad” (Icesi Sostenible, 2019), que si bien no se encarga directamente de mejorar la eficiencia energética, si se involucra con toda la gestión ambiental de la universidad, aspecto que cubre los recursos renovables y no renovables de la misma. Este comité está conformado por un equipo multidisciplinario de doce profesionales que trabajan en tres comités, Las responsabilidades del comité son mencionadas a continuación:

Responsabilidades:

Sub - comité Técnico:

- Proponer acciones de mejora continua a la gestión ambiental
- Asegurar la coherencia de las acciones ejecutadas con la política ambiental
- Planificar y participar en la elaboración de procedimientos e instructivos asociados con la gestión ambiental
- Realizar el seguimiento anual a las actividades plasmadas en el SGA
- Realizar los ajustes pertinentes anuales del SGA

Sub - comité Relacione externas:

- Vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental asociada con la gestión ambiental
- Proponer y actualizar los programas, metas, objetivos, y controles del SGA en colaboración de las diferentes áreas involucradas.
- Gestionar ante los recursos necesarios para llevar a cabo las mejoras que requiera la gestión ambiental

Sub - comité comunicaciones:

- Coordinar la socialización del SGA e iniciativas referentes al desempeño ambiental

Por otra parte, dentro del compromiso con la mejora continua, el mapa de procesos de la universidad se encuentra en construcción. Por el contrario, se pudo acceder al mapa de procesos de la Oficina de Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SOMA). Un aspecto importante por mencionar es que el colaborador encargado manifestó que actualmente en el área de medio ambiente no se trabaja respecto a la eficiencia energética porque el alcance actual de la gestión está enfocado en el agua y los residuos orgánicos.



Figura 4 Mapa de Procesos - Oficina SOMA
Fuente: Oficina de Seguridad, Salud en el trabajo y Medio Ambiente (SOMA)

5.1. 2º Análisis de brechas energéticas respecto a la norma ISO 50.001

Como requisito imperativo de la norma ISO 50.001, se realizó un análisis de brechas energéticas de la Universidad ICESI (Ver Anexo 2) con el fin de tener una visión global del comportamiento de la universidad y se obtuvieron los resultados presentados a continuación. Para facilitar el entendimiento de dichos resultados se consideró el siguiente criterio de evaluación:

Tabla 8 Criterios de evaluación del cumplimiento de la Norma ISO 50.001

CALIFICACIÓN	BRECHA
<20%	Muy incompetente

>20% y <40%	Incompetente
>40% y <60%	Aceptable
>60% y <80%	Competente
>80% a 100%	Muy competente

Fuente: (Correa Herrera, 2013)

Tabla 9 Resumen del análisis de brechas respecto a la ISO 50.001

SGIE - 50001			
Requisito Documental	% de Cumplimiento	Total No cumple	Total Cumple
4.1 Requisitos Generales	16,67%	2	-
4.2. Responsabilidad de la Dirección	57,14%	2	3
4.3 Política energética	44,44%	1	-
4.4 Planificación Energética	51,61%	13	14
General	51,61%	13	14
Línea Base	71,43%	1	5
IDE	28,57%	5	2
Objetivos, Metas Energéticas y Planes de acción	26,00%	18	6
4.5 Implementación y Operación	34,00%	14	7
Requisitos por áreas	34,00%	14	7
Control de Documentos	16,67%	5	1
4.6 Verificación	64,71%	6	11
Calificación General	43,68%	94	70

Fuente: Adaptada de (Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá; Sistema de la Gestión Integral de la energía; Grisec)

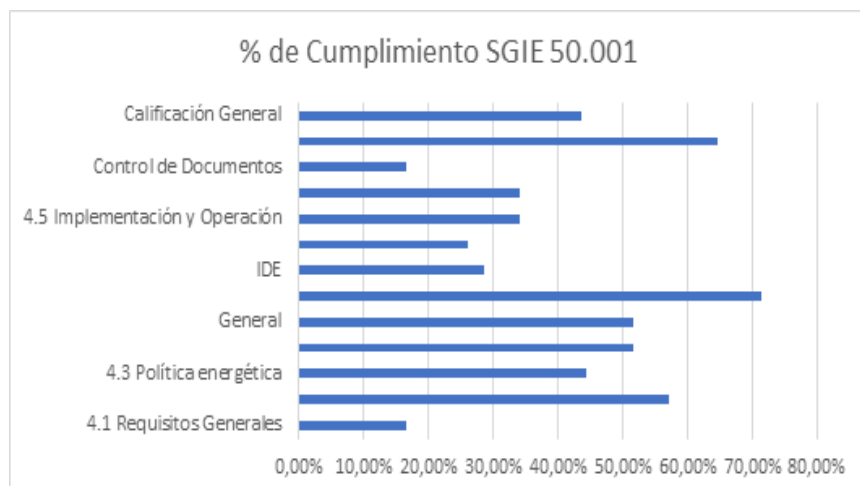


Figura 5 Porcentaje de cumplimiento del SGIE por parte de la Universidad Icesi respecto a la ISO 50.001
Fuente: elaboración propia

Según la evaluación anterior registrada en la Tabla 9, la Universidad Icesi actualmente solo cumple con el 43,68% de las especificaciones requeridas por la ISO 50.001, una brecha superior a la mitad de lo que se debería cumplir para ser eficiente energéticamente y buscar una certificación, clasificándose dentro del grupo “Aceptable”. De este modo, los aspectos más críticos e importantes por mejorar son los requisitos generales y el control documental. Estos fueron los puntajes obtenidos más bajos dentro de toda la evaluación dado que como ya se había comentado anteriormente, actualmente la universidad carece de los aspectos básicos dentro de un sistema de gestión energético como lo son metas y objetivos energéticos, una política energética, indicadores energéticos o un plan de acción y por ende, no cuenta con un plan estructurado de documentación. Se requiere trabajar en este aspecto y darle cumplimiento dado que es el primer paso para implementar un sistema de gestión.

5.1.2^d Análisis de facturación histórica

A continuación, se presentarán los datos históricos del consumo energético en kWh de la universidad ICESI y sus respectivos análisis.

La universidad Icesi utiliza tres tipos de energías: eléctrica, fotovoltaica (solar) y gas natural, de las cuales los datos más representativos son los de energía eléctrica dado que de esta además de representar el mayor consumo también se cuenta con los registros desde el año 2016 y las otras dos son relativamente nuevas para poder realizar un análisis histórico, es por esto, que para la elaboración de la línea base y demás propuestas de mejora solo se tendrá en cuenta el consumo de energético

Tabla 10 Consumo de energía de la Universidad Icesi durante 2019

Mes	Consumo [kWh] 2019		
	E. Eléctrica	E. Solar	Gas Natural
Ene	443047,8	-	97,32

Feb	543481	-	91,30
Mar	573585	-	208,76
Abr	500559	-	207,73
May	567877	-	197,83
Jun	380695	34848	206,43
Jul	406630	42624	77,70
Ago	516189	44184	88,12
Sept			
Oct			
Nov			
Dic			
TOTAL:	3.932.063,8	121.656	1.665

Fuente: elaboración propia

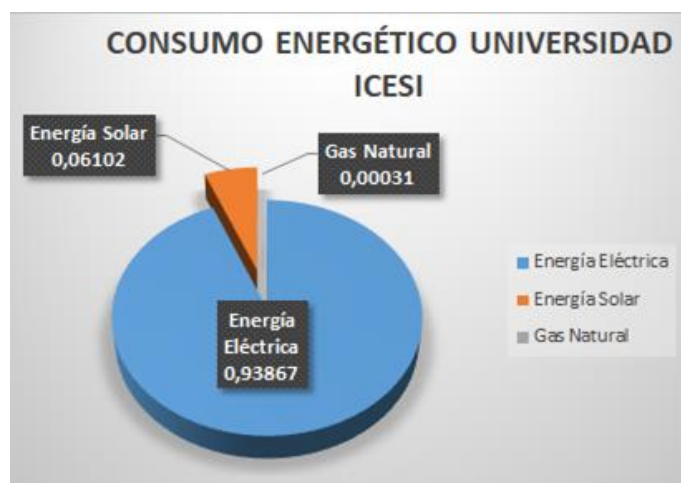


Figura 6 Distribución del consumo de energía de la Universidad Icesi
Fuente: elaboración propia

A continuación, en la Tabla 11 se recopiló la información del consumo de energía eléctrica durante los últimos tres años en la universidad, información que se analizó mediante el uso de un diagrama de barras y un diagrama de Pareto, figura 6 y figura 7 respectivamente.

Tabla 11 Consumo mensual de energía eléctrica durante los años 2016,2017, 2018 y 2019.

Mes/ Año	Consumo [kWh]			
	2016	2017	2018	2019
Ene	375.450	376.527	401.744	443047,8
Feb	510.792	468.807	510.286	543.481
Mar	462.485	496.562	463.266	573.585

Abr	511.845	401.820	517.529	500.559
May	462.607	461.350	494.135	567.877
Jun	394.297	354.790,5	390.760	415.543
Jul	370.903	366.411,5	404.610	449.254
Ago	546.895	515.432	552.383,2	560.373
Sep	536.799	533.165	532.087,4	
Oct	506.714	518.461	552.700,6	
Nov	446.772	469.700	464.565,8	
Dic	265.866	280.066	282.676,6	
TOTAL:	5.391.425	5.243.092	5.566.743,6	4.053.720

Fuente: Adaptada de (Hernández López, León Velázquez, & Ambrosio López, s.f.)

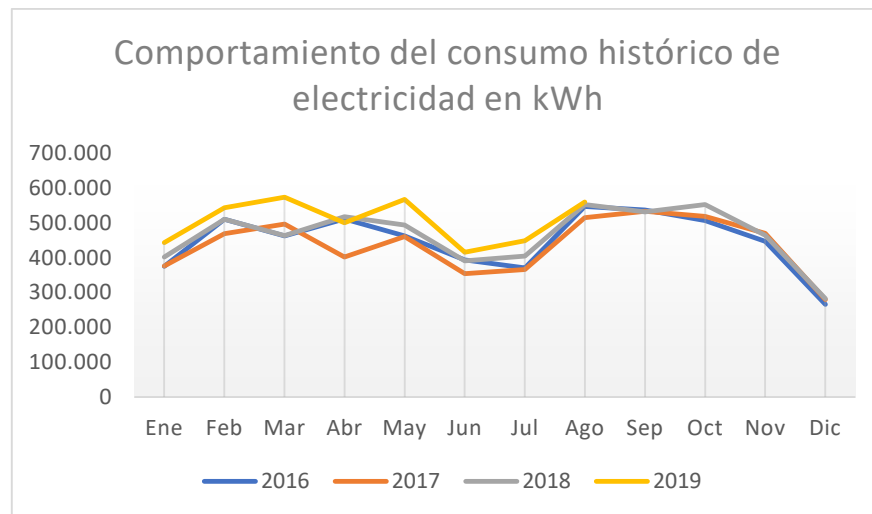
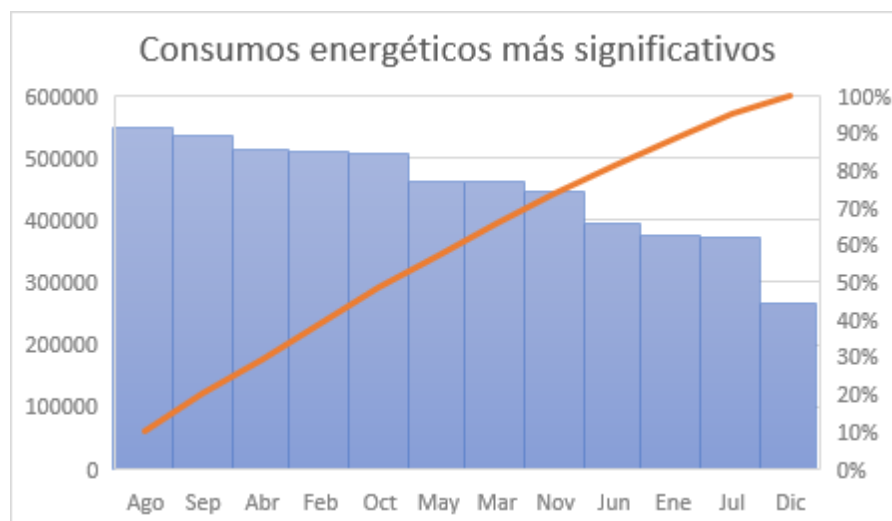


Figura 7 Comportamiento del consumo histórico de electricidad de la Universidad ICESI
Fuente: elaboración propia



*Figura 8 Diagrama de Pareto de los meses de mayor consumo energético
Fuente: elaboración propia*

En la Figura 7 se puede observar que el comportamiento en los tres años anteriores (2016-2018) es similar en el segundo semestre del año, existiendo casi un “patrón de comportamiento predecible” pero diferencias significativas para el primer semestre académico, especialmente en los años 2017 y 2019. Para el primero no existen registros que puedan explicar dicho comportamiento, por lo cual se desconocen los factores que pudieron afectar el consumo eléctrico en abril de 2017 mientras que los cambios presentados en 2019 son muy razonables, el aumento del consumo de electricidad es directamente proporcional a la implementación de las iniciativas energéticas de la universidad como la estación de carga y el uso de energía fotovoltaica, ampliadas anteriormente.

Por otra parte, con el diagrama de Pareto de a Figura 8, se pudo determinar que el consumo eléctrico presenta un comportamiento estacional, pues durante los periodos de vacaciones, en los cuales reduce significativamente la presencia de estudiantes (llegando a ser casi nula) el consumo energético disminuye, pero durante los meses de escolaridad se nivela. Además, se evidencia que los periodos de mayor consumo son los meses del segundo semestre del año dado que es el período en el que aumenta la demanda académica de estudiantes nuevos debido al calendario escolar que operan los colegios privados del país.

Todo este análisis es sustentado con el diagrama de Pareto de la Figura 8, el cual, basado en la tabla 11, ordenó de mayor a menor los meses con mayor consumo energético así: agosto, septiembre, abril, febrero, octubre mayo, marzo, noviembre, junio, enero, julio y diciembre. Esto demuestra razonablemente que para la elaboración de la línea base y la presentación de un plan de acción es necesario tener en cuenta la estacionalidad laboral de la organización para que pueda ser más efectivo. De este modo, se deberán diseñar propuestas de ahorro energético principalmente para los meses de clase, periodos en los que hay más personas en la universidad y por ende un mayor consumo; y que éstas a su vez puedan involucrar de forma directa a los estudiantes y colaboradores, foco de mayor consumo energético.

5.1.2^e Propuesta de diagrama energético productivo

Para entender cómo se comporta el consumo de energía e identificar los usos significativos de energía por equipo, tipo de energético o edificio se elaboró el prototipo de diagrama energético productivo de la Figura 9, el cual sirvió además para identificar las falencias actuales dentro de sistema y estos se tuvieron en cuenta en la elaboración del plan de acción (Objetivo 5.2).

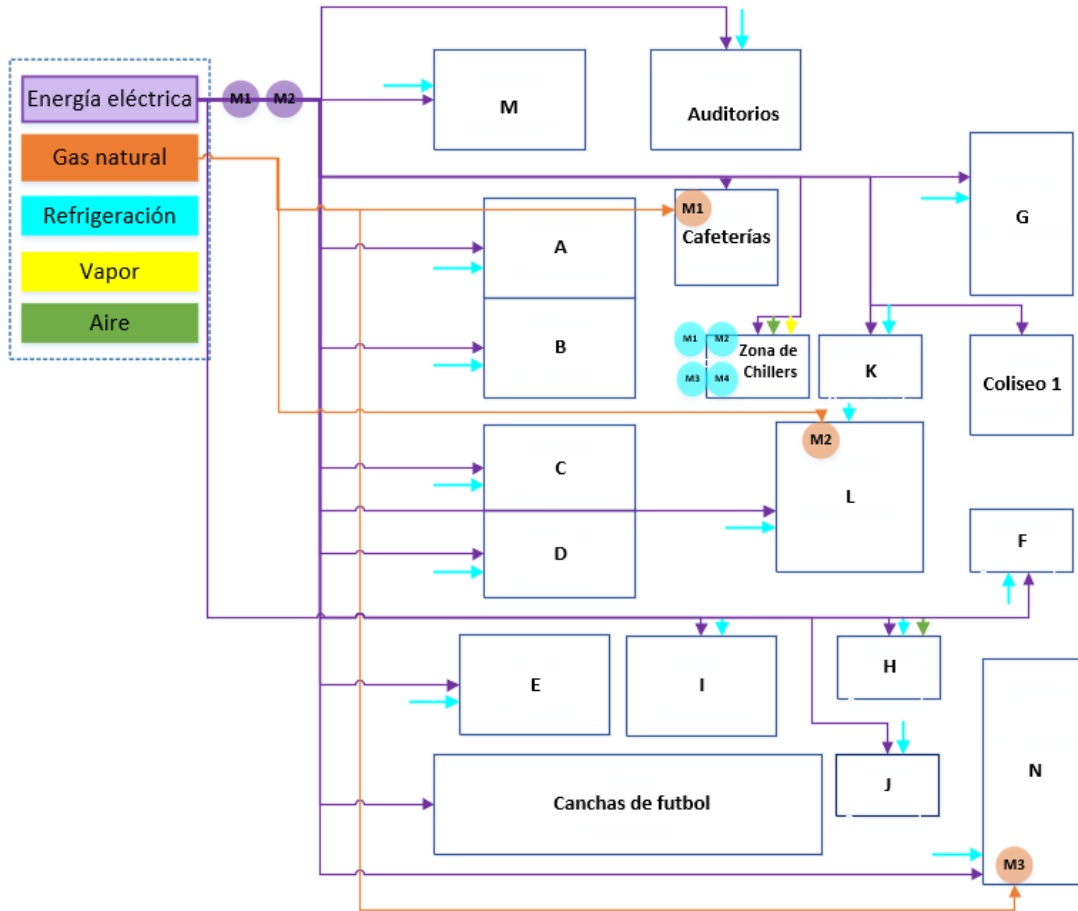


Figura 9 Diagrama energético productivo de la Universidad Icesi
Fuente: elaboración propia

Es importante resaltar que durante el trabajo de campo se realizaron hallazgos enriquecedores para la presente investigación. Con el fin de realizar el censo de carga, se solicitó información a diferentes áreas de la universidad ICESI, las cuales se esperaba que tuviesen dicha información, pero se encontró que no existe un censo de carga actual y que ésta información está dividida entre diversos departamentos y su divulgación es de difícil acceso, por esto, se tuvo que acudir a colaboradores de diversas áreas para su construcción.

A continuación, se presenta la tabla de inventario de equipos de consumo energético resumidos hasta el año 2018, elaborada con la información facilitada por la universidad para el presente proyecto. En esta se evidencia que el 65% de los equipos se clasifican como ineficientes respecto a un parámetro de calificación interno de la universidad para cada tipo de equipo

Tabla 12 Inventario de equipos de consumo energético hasta el año 2018

Tipo de Equipo	Dependencia	Total 2018	Eq. ineficientes
Audiovisuales	SYRI - Multimedios	846	596
Computadores	SYRI - Operaciones	2104	1403
Servidores	SYRI - Infraestructura	66	12
Iluminación	Mantenimiento	9210	5910
AA / manejadoras	Planta Física	608	490
	TOTAL ICESI	12834	8411
	% EFICIENTE		65%

Fuente: elaboración propia

5.1.2^f Cálculo de la línea base y línea meta energética

En este orden de ideas, debido a la falta de información histórica de algunas energías y su baja representación de consumo, se decidió continuar el análisis solo a partir de la información otorgada por la Universidad ICESI del consumo de energía eléctrica (en kWh) de los últimos cuatro años (2016-2019), con esta se procedió a calcular la línea base y la línea meta de la universidad tomando como referencia la **Guía para el diseño e implementación de sistemas de gestión de la energía en el sector servicios basado en el estándar ISO 50001** (Salas & Avella, 2013). Esta enseña y ejemplifica cómo se debe implementar una línea base en diferentes entidades del sector terciario, ya que como es bien sabido no se puede implementar una línea base igual que para el sector industrial por la carencia de la variable “producción”, además de que el consumo es variable en algunos meses. Es por esto que, para evitar un sesgo en la información y los cálculos a realizar, se dividió el año en tres (3) periodos: Semestre 1 (febrero – junio), Semestre 2 (agosto – noviembre) y Vacaciones (enero, julio y diciembre)

Como se muestra a continuación en la Tabla 12, se presentan los consumos de 2016, 2017, 2018 y 2019. En primer lugar, se realizó un promedio del consumo de 2016, 2017 y 2018 durante **cada semestre y el periodo de vacaciones**, y de este modo, la línea base se calculó realizando un promedio de los consumos de dicho periodo por encima de la media establecida para el periodo y la línea meta se calculó a partir del promedio de los consumos que estaban por debajo de la media en cada uno de los 3 periodos analizados (I semestre, II semestre y vacaciones).

Del Mismo modo, los límites de control LCI y LCS se establecieron calculando la desviación de todos los datos del consumo energético de 2016 a 2018. Como se puede observar, los ahorros esperados para el 2019 son negativos, lo que indica que durante 2019 se ha consumido más energía de lo ideal, con la implementación del plan de acción se espera que pueda llegar a ser positivo y se evidencien ahorros. Estos se calcularon restando la línea base menos el consumo del 2019.

Tabla 13 Cálculo de la Línea base del consumo energético de la Universidad ICESI

Mes	Consumo 2016	Consumo 2017	Consumo 2018	Línea base	Consumo 2019	Ahorros en kWh	Línea Meta	LCS	LC	LCI
Ene	375.450	376.527	401.744	382.608	443047,8	-60.440	276.203	689269,58	450035,02	210800,45
Feb	510.792	468.807	510.286	487.242	543.481	-56.239	385.417	689269,58	450035,02	210800,45
Mar	462.485	496.562	463.266	487.242	573.585	-86.343	385.417	689269,58	450035,02	210800,45
Abr	511.845	401.820	517.529	487.242	500.559	-13.317	385.417	689269,58	450035,02	210800,45
May	462.607	461.350	494.135	487.242	567.877	-80.635	385.417	689269,58	450035,02	210800,45
Jun	394.297	354.790,50	390.760	487.242	415.543	71.699	385.417	689269,58	450035,02	210800,45
Jul	370.903	366.411,50	404.610	382.608	449.254	-66.646	276.203	689269,58	450035,02	210800,45
Ago	546.895	515.432	552.383,20	535.990	560.373	-24.383	471.938	689269,58	450035,02	210800,45
Sep	536.799	533.165	532.087,40	535.990			471.938	689269,58	450035,02	210800,45
Oct	506.714	518.461	552.700,60	535.990			471.938	689269,58	450035,02	210800,45
Nov	446.772	469.700	464.565,80	535.990			471.938	689269,58	450035,02	210800,45
Dic	265.866	280.066	282.676,60	382.608			276.203	689269,58	450035,02	210800,45
TOT	5.391.425	5.243.092	5.566.744	5.727.995	4.053.720	-316.303	4.643.445			
Prom	449.285	436.924	463.895	450035,02						
							PROM	LB	LM	
Desvest				79744,86		Semestre 1	460.089	487.242	385.417	
LCS				689269,58		Semestre 2	514.640	535.990	471.938	
LCI				210800,45		Vacaciones	347.139	382.608	276.203	

Fuente: elaboración propia, adaptada de (Prías Caicedo, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Campos Avella, & Universidad del Atlántico, 2013)

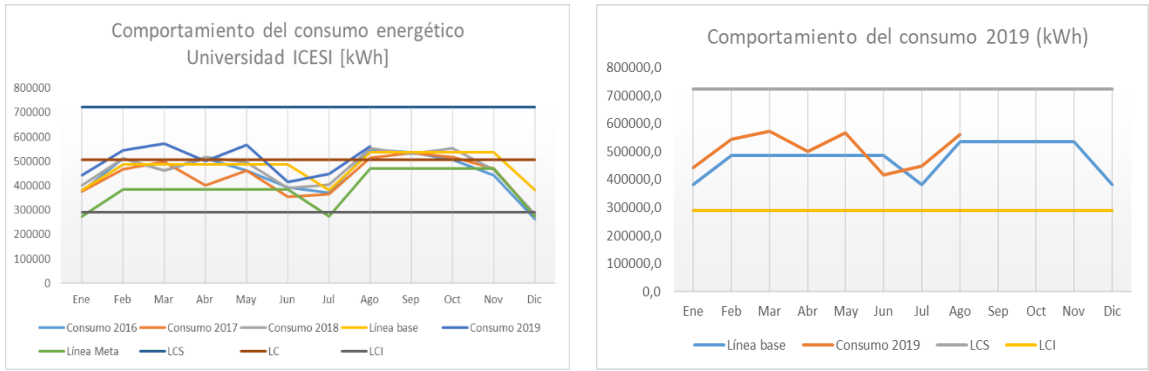


Figura 10 Comportamiento del consumo energético Total vs comportamiento del consumo en 2019
Fuente: elaboración propia

Pero, adicionalmente del consumo y comportamiento energético de una organización, es necesario conocer que para implementar un SGE existen una serie de requisitos técnicos y de gestión, que según la Norma ISO 50,001 son obligatorios para todas las compañías que deseen implementar un Sistema de Gestión Energético y aspiren adquirir una posible certificación, dado que al ser un estándar internacional debe seguir la estructura del modelo de Gestión PHVA, el cual le permita alcanzar un mejoramiento continuo. Estos requisitos fueron resumidos en la gráfica que se presenta a continuación, la cual fue tomada de (Prías Caicedo, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Campos Avella, & Universidad del Atlántico, 2013), la cual se tomó como referencia para desarrollar las propuestas de mejora del plan de acción (Ver pág. 44).

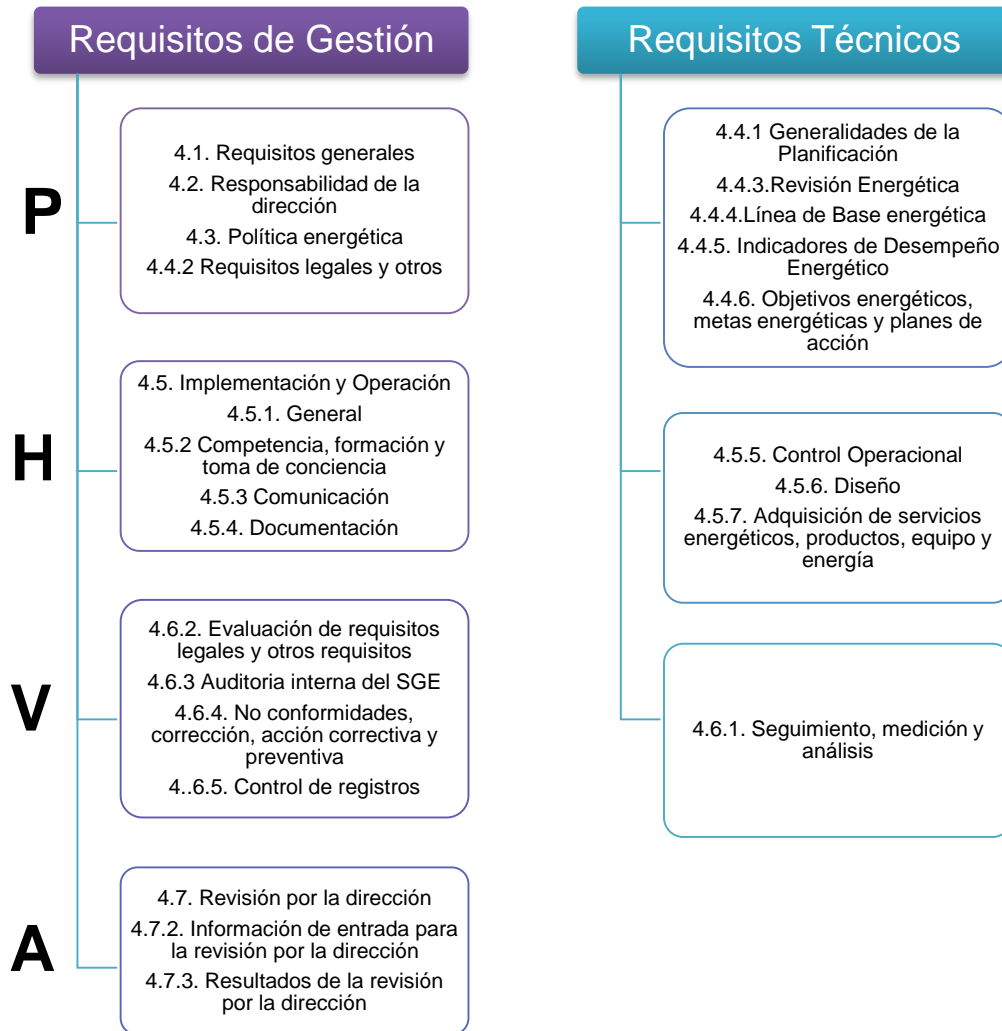


Figura 11 Requisitos para implementar un SGE
Fuente: (Prías Caicedo, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Campos Avella, & Universidad del Atlántico, 2013)

5.2 Propuesta de plan de acción para la Universidad Icesi

Después de realizar el diagnóstico energético de la Universidad ICESI se encontraron muchos factores por mejorar respecto al uso eficiente de la energía de la universidad; es por esto, que a continuación se presenta una propuesta de plan de acción orientado a reducir el consumo de energía mediante la aplicación de herramientas a su disposición que permitan evidenciar las mejoras, del cual se ampliará una explicación dentro de las metas más relevantes.

OBJETIVO: Reducción del consumo de energía eléctrica mediante cambios operacionales, tecnológicos y de mantenimiento

Meta 1: Reducir las brechas energéticas de la universidad respecto a la norma ISO 50.001

De acuerdo con la norma ISO 50001, para que una organización tenga un sistema de Gestión energético que logre durar en el tiempo y se pueda cumplir exitosamente, debería de cumplir con todos los requisitos técnicos y de gestión presentados en la Figura 11, y como se evidenció en la sección 5.1.2c “Análisis de brechas energéticas”, la universidad ICESI solo cuenta con algunos de todos estos requerimientos, presentando una variación más crítica respecto a los requisitos generales como la política energética y su respectiva documentación.

Es por esto que la primera meta del plan de acción es reducir estas brechas y empezar a documentar el sistema de gestión energético. Para ello, se planeó: nombrar una persona del comité ambiental como responsable de la gestión energética de la universidad, diseñar la política, objetivos y metas ambientales de la universidad y recopilar y documentar toda la información relacionada con la gestión energética de la universidad para tener un mayor control de la misma y posteriormente poder tomar acciones de mejora. Esta se deberá desarrollar a partir de enero de 2020 bajo el acompañamiento de planta física y el comité ambiental. La inversión inicial correspondiente a honorarios es variable dependiendo si se deba contratar un nuevo responsable o se le asigne la responsabilidad a un colaborador activo de la universidad corresponde a los honorarios por contratación de este responsable.

Meta 2: Cambiar un (1) sistema de refrigeración actual (Chiller) de refrigerante R134a por otro de mayor eficiencia que use refrigerante R452a

Después de realizar el diagrama energético productivo e identificar los usos significativos de energía, se encontró que de las cuatro unidades enfriadoras Chiller utilizadas para los sistemas de refrigeración de la universidad, tres son obsoletas, ineficientes y altamente contaminantes debido a su antigüedad y el tipo de

refrigerante que utilizan, es por esto que se planteó el cambio progresivo de 1 sistema Chiller de refrigerante R134a por uno nuevo que emplee refrigerante R452a. La fecha de implementación se dejó abierta a discusión por parte de la dirección y los entes participantes (Planta física y OMEGA) con una inversión inicial aproximada de \$800.000.000 COP y un periodo de recuperación de máximo 8 años. El análisis económico se presenta en el literal 5.3 “beneficios tangibles”.

Meta 3: Instalación de sensores de presencia para iluminación de zonas de mayor tránsito rápido como los parqueaderos y auditorios.

De igual forma, mediante esta evaluación inicial se evidenció que un alto porcentaje de sus costos energéticos son respecto al uso de luminarias, pues por diversos factores como seguridad de los peatones, se iluminan durante largos periodos de tiempo todas las zonas transitables de la universidad, incluso cuando su uso no sea masivo. Fue por esto que se planteó el uso de sensores en las zonas peatonales de los auditorios y los parqueaderos, dado que son muy importantes pero de poco uso y de este modo se lograría asegurar el servicio solo cuando sea necesario y no se desperdicie energía.

Meta 4: Instalar aplicaciones informáticas dedicadas a disminuir el consumo energético en los computadores.

Debido a que la segunda fuente de mayor consumo energético de la universidad después del aire acondicionado proviene de los computadores, se propone lo siguiente:

Existen algunos programas y softwares que pueden controlar la configuración de los computadores, y mediante su instalación, éstos permiten reducir hasta el 30% del consumo energético de los monitores (Avolin, s.f.), especialmente cuando están fuera de uso. Para ello, ejecutan un código que se basan en modificar los parámetros de utilización del monitor y el disco duro cuando la computadora entra en periodos de inactividad.

Se espera instalar este software en los 1956 equipos de cómputo registrados, ya que es compatible con todos los sistemas operativos como Windows, Mac y Lynux. Esta herramienta posibilita a los usuarios gestionar las diferentes alternativas para administrar la energía utilizada por la computadora. Entre las opciones más recomendables está la de configurar el sistema operativo para que suspenda automáticamente el monitor y el disco duro después de un tiempo de inactividad, como se muestra a continuación:

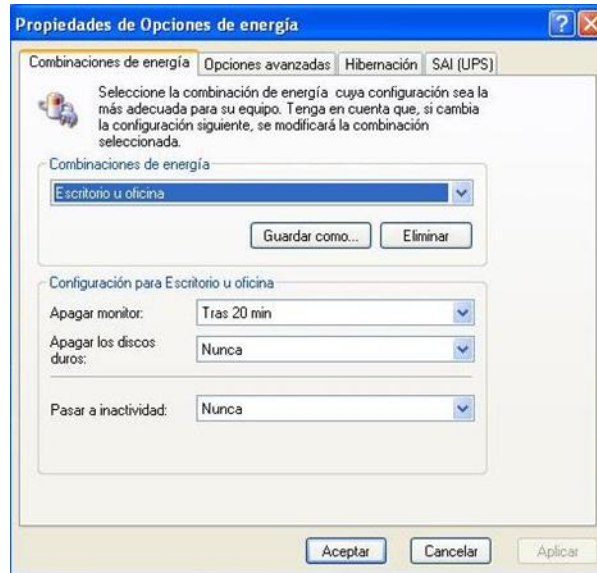


Figura 12 Aplicación para controlar el consumo energético
Fuente: afinidadeletrica.com

Debido a que esta herramienta promete una baja inversión y altas retribuciones económicas, es muy viable proponer instalarla en todos los computadores de la universidad para febrero del año 2020. Los encargados de su instalación y regulación serían los monitores de Syri. Después de realizar una investigación y evaluar sus costos, se escogió la aplicación Verdiem de la compañía Avolin. La evaluación económica se puede observar en el numeral 5.3.

Meta 5: Limpieza química a los sistemas de aires acondicionados de la universidad.

Después de tantos años de uso regular, los aires acondicionados van acumulando impurezas y bacterias que con el paso del tiempo van disminuyendo su capacidad de operación. Es por esto que se planteó la posibilidad de invertir en La limpieza química, un procedimiento tradicional para muchas empresas del sector industrial pero altamente rentable debido a su relación costo – beneficio, por una inversión fija de aproximadamente \$30.000.000 COP, se puede alcanzar una reducción de hasta el 15% del consumo energético, reflejo en \$123.000.000 COP. Estos beneficios serán el resultado de un menor esfuerzo de operación y mayor rapidez para alcanzar la temperatura ideal.

Finalmente, en la Tabla 14, presentada a continuación se explican todas las propuestas generadas a partir de la evaluación energética realizada a la universidad por los autores.

Tabla 14 Plan de acción energético completo

Plan de acción de eficiencia energética de la Universidad Icesi																						
Propósito	Tipo de acción	Propósito	Acciones	Responsable	Inversión	% Ahorro potencial	\$ Ahorro potencial	Fecha de ejecución	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12		
Reducción del consumo de energía eléctrica mediante cambios operacionales, tecnológicos y de mantenimiento	Operacional	Reducir las brechas energéticas de la universidad respecto a la norma ISO 50.001	Nombrar una persona del comité ambiental como responsable de la gestión energética de la universidad	Comité ambiental	Honorarios del trabajador	No aplica	No aplica	ene-20														
			Diseñar la política, objetivos y metas ambientales de la universidad. Éstas deben ser aprobadas por la alta dirección	Comité ambiental (Bajo la dirección del encargado de la gestión energética)	No aplica	No aplica	No aplica	mar-20														
			Recopilar y documentar toda la información relacionada con la gestión energética de la universidad para tener un mayor control de la misma y tomar acciones de mejora	Responsable del comité ambiental - Planta física	No aplica	No aplica	No aplica	may-20														
		Concientizar a la comunidad Icesi sobre el uso eficiente del recurso energético	1. Realizar mensualmente campañas digitales de sensibilización sobre el control de hábitos del uso de energía como apagar los computadores y luces al abandonar los espacios y desconectar los equipos cuando no se estén usando	Comité ambiental Soporte: Syri	Uso de herramientas de diseño que ofrece la universidad	Según la literatura se puede alcanzar una reducción del 2% del consumo de energía diaria x uso de luminarias y de computadores	\$ -	feb-20														
	Tecnológico	Sustitución de 1 sistema de refrigeración Chiller de refrigerante R134a por uno de refrigerante R452a	1. Evaluar 3 modelos de refrigeración y seleccionar el que presente mejor relación costo beneficio.	Personal de mantenimiento de los aires acondicionados de la universidad (Compañía OMEGA) en compañía de planta física y finanzas	800.000.000 + costos de mantenimiento e instalación	Hasta un 15% anual por cada sistema	\$ 185.725.298	A revisión														
			2. Presentar la propuesta de cambio e instalación del Sistema chiller a los representantes de planta física y finanzas																			
		Instalación de sensores de presencia para iluminación de zonas de mayor tránsito rápido como los parqueaderos y auditorios	Instalar sensores de presencia en las 152 luminarias de la zona de parqueaderos Instalar sensores de presencia en las 105 luminarias de los pasillos de la zona de auditorios	Comité ambiental - planta física	Promedio precio unitario sensor de movimiento para bombillos: \$25.000 Número sugerido de sensores a comprar: 257 Presupuesto: \$7.388.750	Según la literatura de algunos proveedores, se puede lograr un ahorro de entre 30 y 45%	\$ 6.191.953	Segundo semestre de 2020														
	Mantenimiento	Realizar una limpieza química a los ductos de todos los sistemas de aires acondicionados de la universidad para facilitar la circulación del aire	1. Granola, Edison, SetPower, AMPsoft, AMP WinOFF son algunas de las aplicaciones para ahorrar de energía en los computadores.	Syri	\$ 12.000.000	Aproximadamente 100 kWh/computador	\$ 39.033.936	dic-19														
			Realizar una limpieza química a los ductos de todos los sistemas de aires acondicionados de la universidad para facilitar la circulación del aire	Personal de mantenimiento de los aires acondicionados de la universidad (Compañía OMEGA)	\$30.000.000	10 - 15%	\$ 123.816.865	jun-20														
	Monitoreo y seguimiento	Monitorear y documentar el consumo energético por edificio	Instalar un medidor de energía eléctrica por cada edificio para conocer el comportamiento del consumo energético y facilitar la evaluación de las acciones implementadas para reducir el consumo	Planta física	Costo unitario = \$99.000 Inversión total: \$1.683.000	No aplica	No aplica	ene-21														

Fuente: elaboración propia

5.3 Posibles beneficios tangibles e intangibles por la implantación del sistema de gestión energética

Para identificar los beneficios tangibles e intangibles de implementar un sistema de gestión energética es necesario conocer el comportamiento del consumo energético y los indicadores que permiten evaluar su evolución, bien sea que se reduzca el consumo o incluso pueda incrementar, de este modo se propone seguir y documentar el comportamiento del consumo energético mediante el uso de indicadores propuestos a continuación:

1. Consumo energético mensual = $\frac{\text{kWh consumidos mes actual}}{m^2} * 100$
2. % Variación del consumo energético mensual = $\frac{(\text{kWh consumidos mes actual} - \text{kWh consumidos mes anterior})}{\text{kWh consumidos mes anterior}} * 100$
3. Ahorro energético = $\frac{\text{kWh consumidos mes actual}}{m^2} * 100$

Beneficios intangibles:

Según la (Guía para la implementación de un sistema de gestión de la energía basado en la ISO 50.001) los beneficios asociados a la implementación de un sistema de gestión de la energía son:

- Fomento de una cultura de uso racional y eficiente de la energía en la universidad y actores de interés
- Cumplimiento de requisitos legales asociados al uso de la energía
- Mitigación del impacto ambiental
- Reducción de emisiones de GEI (Gases de efecto invernadero)
- Aumento de la competitividad mediante una mejora en la percepción de imagen de los actores de interés (Estado, estudiantes, inversionistas)
- Innovación en la gestión empresarial
- Incremento de la efectividad del mantenimiento

Beneficios tangibles:

- Reducción del consumo energético
- Reducción de costos asociados al consumo energético
- Identificación de ineficiencias energéticas no esperadas u ocultas en los procesos
- Disminución del tiempo de detección y corrección de fallas que producen sobreconsumos energéticos
- Control de la variabilidad operacional de los equipos
- Aplicación de criterios de eficiencia energética en compra de equipos y servicios
- Introducción de nuevas tecnologías de menor consumo energético
- Incentivos tributarios y exención de impuestos

Para acceder estos beneficios tributarios, solo aplica para la exención de impuestos o IVA en proyecto que impliquen la compra de equipos destinados a la reducción del consumo energético

Para la evaluación de la viabilidad de dichos beneficios se recurrió al uso de herramientas financieras que facilitaran obtener una conclusión, de este modo se analizaron cuatro de las propuestas tangibles presentadas en el plan de acción; las cuales demostrarán los resultados de implementar acciones de alta, media y baja inversión. A continuación se presentarán los beneficios de tres formas: respecto a la reducción del consumo en kWh, en pesos colombianos y en kg de CO₂ evitados al medio ambiente.

1. Análisis económico de cambiar un (1) sistema de refrigeración actual (Chiller) por otro de mayor eficiencia

Según la literatura ofrecida por los proveedores de refrigerantes, el uso de un refrigerante eficiente como El R452a puede ofrecer una reducción entre el 10% y el 15% del consumo energético total. De este modo, se tomó como referencia el consumo energético de las facturas del año 2018 (6204493 kWh/año), y se planteó una inversión inicial de \$800.000.000 y un costo de mantenimiento anual de \$14.000.000 por cada Chiller y se plantearon un escenario pesimista que lograra reducir 10% del consumo anual y un escenario optimista que redujera 15% del consumo energético anual obteniendo los resultados que se presentan en las figuras

Tabla 15 Análisis financiero de la propuesta de instalar un nuevo Chiller

	Escenario pesimista	Escenario optimista	
Inversión (COP)	\$ 800.000.000	\$ 800.000.000	
Instalación y mantenimiento	\$ 14.000.000	\$ 14.000.000	
% de ahorro	10%	15%	
Consumo teórico actual (kWh/año)	6204493	6204493	
Consumo teórico actual (\$/año)	\$1.238.168.623	\$ 1.238.168.623	
Ahorro potencial (kWh/año)	620449,3	930673,95	
Ahorro potencial (\$/año)	\$ 123.816.862	\$ 185.725.293	
Factor de emisión [Kg CO ₂ /kWh]	0,368		
Reducción potencial de CO ₂	228325,3	342488,0	(kWh/año)

Fuente: elaboración propia

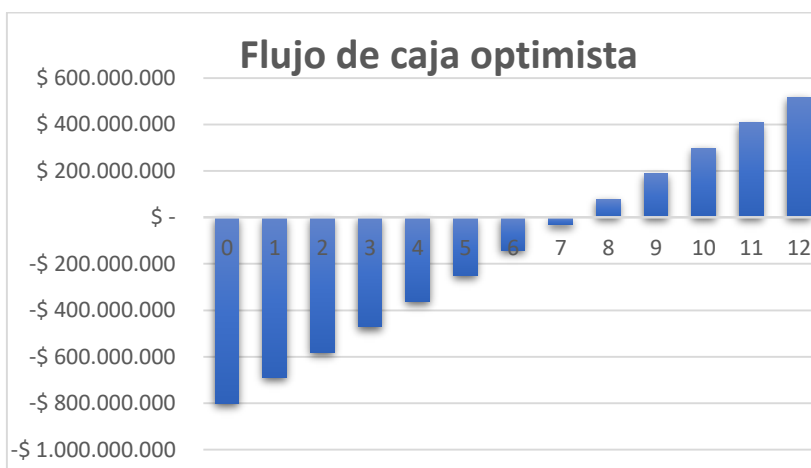
Escenario optimista: Dado que se está considerando un escenario optimista, se espera lograr una reducción del consumo energético del 15%, es decir 930.673,95 kWh/año equivalentes a \$185.725.293 de pesos colombianos. Para esto, se elaboró el flujo de caja con estos datos obteniendo como resultado un VPN y una TIR positivas y superiores al 10%, lo que indica que el proyecto es viable y presenta un periodo de recuperación de aproximadamente 5,9 años, es decir que se terminaría

de pagar antes del sexto año de uso. Además es necesario resaltar que aunque parezca una inversión bastante alta, su vida útil es de más de 15 años.

Por otra parte, en este escenario se esperaría evitar la producción de 342.488 kg de CO₂ al año por la implementación de esta medida

Tabla 16 Análisis del flujo de caja en un escenario optimista

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Utilidad Total	\$ (800.000.000)	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293
Flujo de caja	-\$ 800.000.000	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293	\$ 185.725.293
Instalación y mantenimiento		-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000
Flujo acumulado	-\$ 800.000.000	-\$ 628.274.707	-\$ 456.549.413	-\$ 284.824.120	-\$ 113.098.826	\$ 58.626.467	\$ 230.351.761	\$ 402.077.054	\$ 573.802.348



Tasa de oportunidad	7,00%
VPN	\$675.157.779
TIR	21%
Periodo de recuperación en años	5,9

Fuente: elaboración propia

Escenario pesimista: Para el escenario pesimista, el procedimiento es el mismo, solo que en este caso se espera lograr una reducción del consumo energético del 10%, es decir 620.449,3 kWh/año equivalentes a \$123.816.862 de pesos colombianos e igualmente el flujo de caja arrojó un VPN y una TIR positivas pero con un periodo de recuperación de 7,4 años, presentándolo también como un proyecto viable pero más demorado.

Respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero, en este escenario se esperaría evitar la producción de 228.325,3 kg de CO₂ al año por la implementación de esta medida.

El factor de emisión de CO₂ (0,367 kg/kWh) fue tomado del documento “Factores de emisión del sistema interconectado nacional Colombia-SIN. Octubre de 2017”

publicado por la UPME para determinar el factor de emisión de CO₂ a emplear para proyectos de mecanismo de desarrollo limpio (MDL). (UPME, 2017)

Tabla 17 Análisis del flujo de caja en un escenario pesimista

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Utilidad Total	\$ (800.000.000)	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862
Flujo de caja	-\$ 800.000.000	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862	\$ 123.816.862
Instalación y mantenimiento		-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000	-\$ 14.000.000
Flujo acumulado	-\$ 800.000.000	-\$ 690.183.138	-\$ 580.366.275	-\$ 470.549.413	-\$ 360.732.551	-\$ 250.915.688	-\$ 141.098.826	-\$ 31.281.964	\$ 78.534.898



Tasa de oportunidad	7,00%
VPN	\$183.438.520
TIR	11%
Periodo de recuperación en años	7,4

Fuente: elaboración propio

2. Análisis económico de implementar la aplicación Verdiem para ahorrar energía en los computadores de la universidad ICESI.

Como se mencionó en el capítulo 5.2, el uso de softwares que puedan controlar el consumo energético e los computadores mientras estos están encendidos pero no están siendo utilizados es una gran oportunidad de ahorro energético para la universidad dado que solo requiere una inversión inicial y no tiene costos de mantenimiento u operación dado que es fácil de usar y puede ser controlada por los colaboradores actuales.

De este modo, al invertir \$12.000.000 para adquirir el software en los 1956 computadores registrados de la universidad, se puede lograr una reducción aproximada de 100 kw/año x cada computador; es decir 195.600 KW en total al año, lo que se traduce en un ahorro de \$39.033.936 y 36,8 kg de CO₂ evitados al medio ambiente.

Tabla 18 Análisis económico de instalar una aplicación que controle el consumo energético

Cantidad de computadores	1956	
Pot ahorro (kW/año)	100	Ahorro estimado
Tarifa	\$ 199,6	
Potencial de Ahorro anual	195600 \$ 39.033.936,0	Kw/año COP
Inversión inicial	\$ 12.000.000	
Costo de mantenimiento	0	
Inversión Total	\$ 12.000.000,0	
Factor de emisiones KgCO ₂ /kWh	0,368	
Reducción de emisiones KgCO ₂ /Año	36,8	

Fuente: elaboración propia

3. Análisis económico de implementar sensores de presencia en zonas de tránsito rápido como los pasillos de auditorios y parqueaderos

Para realizar el cálculo del potencial de ahorro de implementar sensores en ambas zonas, en primer lugar se calculó el consumo anual por concepto de luminarias tanto en la parte exterior de los auditorios como de los parqueaderos, después, asumiendo un % de ahorro promedio de 30% según la literatura, se obtuvo tanto el potencial de ahorro en KW como en pesos colombianos; luego se calculó el costo de inversión por concepto de la compra, instalación y mantenimiento de 257 sensores y finalmente se obtuvo que con una inversión aproximada de \$7.388.750 se lograría obtener un ahorro de \$6.191.953 y 31.028 kWh/año con un periodo de recuperación (o payback) de 1,19 años y finalmente una reducción de emisiones de CO₂ de 11.418 kg anuales.

Tabla 129 Análisis económico de instalar sensores de actividad en auditorios y parqueaderos

	kWh/año	\$	Tarifa kWh	199,56
Consumo anual de luminarias en auditorios	100878,75	\$20.131.363		
Consumo anual de luminarias en parqueaderos	2548	508478,88		
<u>% Ahorro</u>	30%			
Potencial de ahorro	30263,6	\$ 6.039.409		
	764,4	\$ 152.544		
Total	31028,0	\$ 6.191.953		
	Kw/año	COP		
Cantidad estimada de sensores a comprar	105	\$ 2.625.000	Valor unitario	25000
	152	\$ 3.800.000		
Inversión estimada en compra	257	\$ 6.425.000		
Inversión en mantenimiento		\$ 963.750		
Inversión total		\$ 7.388.750		
Payback	1,19			
Factor de emisiones KgCO ₂ /kWh	0,368			
Reducción de emisiones KgCO₂/Año	11418,3			

5.4 Conclusiones

- El comportamiento del consumo energético actual presenta una gran fluctuación respecto al esperado en la línea base y se espera que a largo plazo mediante la implementación de las acciones propuestas en el plan de acción se pueda alcanzar la línea meta energética.
- Después del uso de herramientas financieras se evidenció que la propuesta de cambio del sistema de refrigeración actual (R134A) por otro modelo de refrigerante R452A si es rentable ya que además del ahorro energético que se evidencia desde el primer año y se espera recuperar la inversión en mínimo 5,9 años, también se pueden reducir 228.325,3 Kg de CO₂ cada año.

- Se comprobó que con la implementación de acciones de baja inversión también se pueden lograr ahorros potenciales de energía; en este caso mediante el uso de herramientas tecnológicas disponibles al público como Verdiem se puede llegar a ahorrar hasta \$39.033.936 anuales y reducir hasta 36,8 Kg de CO₂.

5.5 Recomendaciones

- Para implementar exitosamente el sistema de Gestión energética, es necesario priorizar el cumplimiento de los requisitos que presentan una mayor brecha respecto a los parámetros solicitados por la ISO 50.001 como lo son la implementación de una política, objetivos y metas energéticas y la documentación de la misma.
- La línea base energética debe mantenerse y registrarse periódicamente, pues será la referencia de comparación del desempeño energético de la universidad en futuras decisiones de eficiencia energética. Además, según la Norma ISO 50.001 se recomienda realizar la política energética a partir de esta.
- Se recomienda nombrar un representante de la gestión energética de la universidad dentro del comité ambiental, el cual integre la información energética de todos los procesos sin discriminar el encargado, para que de este modo, esté en la capacidad de tomar decisiones enfocadas en implementar un sistema de gestión de la energía.
- Para evidenciar reducciones significativas del consumo energético, se deben implementar cambios en la gestión administrativa de la información energética, ya que esta se encuentra disgregada entre diferentes departamentos de la universidad, los cuales no cuentan con una homogeneidad de la información y su adquisición es de difícil acceso.

Bibliografía

- Institute of Industrial Engineers. (2009). *¿Qué es Ingeniería Industrial?* Retrieved from <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/que-es-ingenier%C3%ADa-industrial/>
- Semana SOSTENIBLE. (2016, 03 04). *Día mundial de la eficiencia energética: ¿Por qué es importante este concepto?* Retrieved from <https://bit.ly/2O72aMP>
- Asociación Española para la Calidad (QAEC). (2019). *Gestión de la Energía*. Retrieved from <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/gestion-de-la-energia>
- Avolin. (n.d.). *Verdiem - Energy Savings*. Retrieved from <https://www.avolin.com/solutions/it-support/verdiem/>
- Caracol Cartagena. (2018, 01 23). *Certifican la eficiencia energética de Aguas de Cartagena*. Retrieved from https://caracol.com.co/emisora/2018/01/23/cartagena/1516737328_246364.html
- Castrillón Mendoza, R. d., & Gonzalez Hinstroza, A. J. (2018). *Metodología para la planificación energética a partir de la norma ISO 50.001*.
- cerem International Business School. (2015, 10 23). *El ingeniero industrialL, el medio ambiente y la sostenibilidad* . Retrieved from <https://www.cerem.es/blog/el-ingeniero-industrial-el-medio-ambiente-y-la-sostenibilidad>
- Concepto.de. (n.d.). *Concepto de energía eléctrica*. Retrieved from <https://concepto.de/>
- Concepto.de. (n.d.). *Concepto de ENERGÍA ELÉCTRICA*. Retrieved from *¿Qué es la energía eléctrica?:* <https://concepto.de/energia-electrica/>
- consejo colombiano de eficiencia energética. (2013, marzo 7). *Primera empresa colombiana en obtener la certificación ISO 50001*. Retrieved from <https://sites.google.com/a/ccee-colombia.org/www/anuncios/primeraempresacolombianaenobtenerlacertificacioniso50001>
- Correa Herrera, J. (2013). *Consolidación de información y análisis de brecha para la implementación de la norma ISO 50001 en el marco del programa nacional de sistema de gestión integral de la energía*. Retrieved from <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/3052?locale-attribute=es>
- CREARA. (2019, 02 26). *Gestión norma ISO 50001*. Retrieved from <https://www.creara.es/gestion-energetica/norma-iso-50001>

- factorenergia. (2019, 01 18). *¿Qué es la eficiencia energética?* Retrieved from <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica/>
- FARO DE VIGO. (2018, 02 19). *Ingenieros industriales conciencian sobre la relevancia de la eficiencia energética.* Retrieved from <https://bit.ly/2XVneut>
- Francesc Fornieles. (n.d.). *Plan de eficiencia energética: qué es y cómo hacer uno.* Retrieved from <https://fornieles.es/gestion-energetica/plan-de-eficiencia-energetica-que-es-y-como-hacer-uno/>
- Frederick J. Bueche, P. (1988).
- Garzón Pachón, C. E., Beltrán Beltrán, O. G., & Acevedo Zamudio, N. A. (2012). *Implementación de un sistema integrado de gestión con base en la norma ISO 14001 y en la norma OHSAS 18001 para el mejoramiento de la competitividad en CIMA.* Retrieved from <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9212/DOCUMENTO%20FINAL.pdf?sequence=1>
- Gonzalez, I. H. (2018, Julio 27). *Cómo implementar ISO 50001 – Gestión de la energía.* Retrieved from Calidad y Gestion ISO 9000 ISO 14000 ISO 22000 OHSAS 18000: <https://calidadgestion.wordpress.com/2018/07/27/como-implementar-iso-50001-gestion-de-la-energia/>
- Gonzalez, I. H. (2018, Julio 27). *Cómo implementar ISO 50001 – Gestión de la Energía.* Retrieved from Calidad y Gestion ISO 9000 ISO 14000 ISO 22000 OHSAS 18000: <https://calidadgestion.wordpress.com/2018/07/27/como-implementar-iso-50001-gestion-de-la-energia/>
- Hernández López, J. H., León Velázquez, R., & Ambrosio López, A. (n.d.). *IMPULSO, REVISTA DE ELECTRÓNICA, ELÉCTRICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES.* Retrieved from Diagnóstico energético y elaboración de propuestas de uso eficiente de energía eléctrica para una institución educativa: https://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/Documents/v1/v1_art14.pdf
- Icesi Sostenible. (2019). *Comité Ambiental.* Retrieved from www.icesi.edu.co/icesi-sostenible/es/comite-ambiental.php
- ICFES-ACOFI. (1996). *Información y documentación de interés.* Retrieved from Definición Ingeniero Industrial: <http://www.acofi.edu.co/capitulo/informacion-y-documentos-de-interes/>
- ICONTEC. (2005). *NTC- ISO 9000. Sistemas de Gestión de la Calidad. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.* Retrieved from EL TIEMPO.
- icontec internacional. (2011, 11 30). *Norma técnica Colombiana NTC-ISO 50001.* Retrieved from Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación

para su uso: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC-ISO50001.pdf>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2018). *NTC ISO 50.001 Sistemas de Gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso.*

International Organization for Standardization. (2017). *ISO SURVEY 2017*. Retrieved from <https://www.iso.org/the-iso-survey.html>

ISOTools. (n.d.). *NORMAS ISO*. Retrieved from ¿Qué es una norma ISO?: <https://www.isotools.org/normas/>

ISOTools. (n.d.). *Software ISO M. Ambiente y Energía*. Retrieved from Sistemas de Gestión de Medio Ambiente y Energía > ISO 500001: <https://www.isotools.org/normas/medio-ambiente/iso-50001>

Jimenez, M. L. (2013, Abril). *Proyecto Fin de Carrera*. Retrieved from <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30181/fichero/PFC.pdf>

Olade. (2016). Retrieved from <http://www.olade.org/eficiencia-energetica/>

Prías Caicedo, O. F., Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Campos Avella, J. C., & Universidad del Atlántico. (2013). *Guía para la implementación de un sistema de gestión de la energía basado en la ISO 50.001*. Bogotá D. C.

Ramírez, A. (2017, 09 05). *Gestión energética y eficiencia energética: Dos conceptos claves para las empresas*. Retrieved from <https://energymaster.co/gestion-energetica-eficiencia-energetica/>

Revista SEMANA. (2015, 5 16). *Se encendió el bombillo*. Retrieved from <https://www.semana.com/100-empresas/articulo/historia-del-sector-energetico-en-colombia/427321-3>

Salas, A. P., & Avella, J. C. (2013). Guía para el diseño e implementación de sistemas de Gestión de la Energía en el sector servicios basada e el estándar ISO 50001. In Colciencias, & U. d. Atlántico.

Universidad ICESI. (2019, Marzo 4). *Boletín de prensa # 088*. Retrieved from <https://www.icesi.edu.co/unicesi/todas-las-noticias/5064-icesi-inauguro-1-322-paneles-solares>

Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá; Sistema de la Gestión Integral de la energía; Grisec. (n.d.). Matriz de calificación para el análisis de brechas energéticas respecto al SGIE-ISO 50001.

UPME. (2017, octubre). *Factores de emision del sistema interconectado nacional Colombia-SIN*.

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista realizada a la analista de gestión ambiental de la oficina SOMA- Universidad ICESI

¿Cuál es el área encargada de manejar los aspectos energéticos de la universidad?

La Oficina de Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SOMA) es la encargada de gestionar todas las actividades relacionadas con la energía y la salud ocupacional de toda la universidad.

¿Hasta ahora, en qué proyectos de eficiencia energética ha trabajado o está trabajando la universidad ICESI?

Hasta ahora, uno de los proyectos más grandes e importantes de la universidad ha sido la instalación de paneles solares en los techos de varios edificios con el fin de disminuir el CO₂ como el taller de diseño, el laboratorio de ingeniería y el M, si nosotros tuviéramos la infraestructura, también se hubiesen puesto en este edificio como oficina pionera y comprometida con la idea.

Adicionalmente trabajamos constantemente en campañas de ahorro del consumo de energía en toda la universidad como los stickers que hay en los salones y capacitaciones para los colaboradores de mantenimiento técnico y eléctrico. Finalmente, actualmente se presentó un proyecto de cambio de luminarias por LED, aunque por ahora solo está la propuesta y toca evaluarla

¿La universidad cuenta con un plan de acción? ¿Está relacionado con la ISO 50.001?

Actualmente la universidad no cuenta con un plan de acción y por ende no está relacionado con la norma ISO. Solo desde la oficina de SOMA poseemos nuestras propias políticas y compromisos, dentro de los cuales se encuentran inmersas las metas de gestión energética pero no están explícitas, se mencionan en “el uso racional y responsable de los recursos”

¿La universidad está trabajando en pro de una posible certificación (respecto a la ISO 50.001)? ¿Cree que dicha certificación es una buena idea por desarrollar?

Actualmente no estamos trabajando en una posible certificación respecto a la ISO 50.001 porque hay que considerar que no es obligatoria y por el momento nos estamos enfocando en otros proyectos, aunque no nos cerramos a la idea.

Posiblemente si pudiese traer buenos resultados para la universidad porque además de estar optimizando el recurso energético podrían disminuir los costos para la universidad, pero representa un reto porque se requeriría personal que lo desarrolle, lo sostenga con el tiempo y evalúe su impacto;

porque la idea de presentar y ejecutar un proyecto es no dejarlo tirado en el camino. Sería necesario ponerlo a discusión y mirar su viabilidad.

Anexo 2. Matriz de brechas energéticas de la universidad ICESI respecto a la ISO 50.001

Pregunta	NC	EP	C	Evidencias (documentos, observación, entrevista)
Usos significativos de la energía y límites del SGE				
¿La organización tiene identificadas las áreas o procesos con mayor consumo de energía?	X			Hasta la fecha no se tiene un estudio o sustento estadístico que demuestre cuál es el mayor consumo de energía de la universidad
¿La organización tiene identificadas las áreas o procesos con mayores oportunidades de ahorro energético en la compañía?		X		Dado que no se conocen cuáles son las áreas con mayor consumo de energía no se conoce específicamente las áreas con mayor oportunidad de ahorro, pero la experiencia si les ha permitido identificarlos generar propuestas de mejora.
¿La organización ha establecido los límites del sistema de gestión de la energía?	X			
Alta dirección				
¿La alta dirección ha demostrado su compromiso de apoyar el SGE y mejorar continuamente su eficacia cumpliendo con sus responsabilidades?		X		La alta dirección ha demostrado su compromiso por la gestión de la energía, aunque todavía no ha implementado un sistema.
¿La alta gerencia ha suministrado los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el SGE y el desempeño energético?	X			
Representante de la alta dirección y personal encargado de la gestión energética				
¿La alta dirección ha designado a un representante para asegurar que el SGE se establece, se implementa, mantiene y mejora continuamente según la ISO 50001?	X			Actualmente el uso racional y eficiente de la energía es abordado dentro del Comité ICESI Sostenible, el director administrativo y un docente del área ambiental son los responsable a nivel estratégico y a nivel operativo los delegados son la ingeniera del sistema de gestión ambiental y un ingeniero de Planta Física.
¿Existe un comité energético?	X			En la universidad no existe un comité energético específicamente, pero si existe el comité ambiental que es el encargado de tratar los aspectos por mejorar dentro de la gestión de la universidad
Política energética				
¿Existe una política energética claramente definida en la organización?	X			Existe una política ambiental que abarca el compromiso por el uso racional de la energía.
PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA				
¿Existe un procedimiento claramente identificado de planificación de Desempeño Energetico en la organización?	X			
¿Se realiza un seguimiento periódico a las actividades que pueden afectar el desempeño energético?		X		El delegado de planta física le hace seguimiento a los consumos de energía y evalúa los incrementos Y/o reducciones que se presentan para tomar las respectivas acciones correctivas.

Requisitos Legales

¿Se ha establecido cuáles son los requisitos legales y otros requisitos aplicables a la organización relacionados con el uso y consumo de la energía así como de la eficiencia energética?		X		
¿Se revisan y actualizan periódicamente los requisitos aplicables a la organización?		X		
¿La organización se asegura de determinar cómo aplicar estos requisitos?	X			La organización ha designado al responsable del cumplimiento de los requisitos y la representante del sistema de gestión ambiental es quien hace el respectivo seguimiento.
¿Se mantienen registros de las evaluaciones de cumplimiento de los requisitos legales?	X			
¿La consulta de los requisitos es accesible al personal de la empresa que así lo requiere?	X			La información de los requisitos legales esta disponible en la intranet de la Universidad, los docentes, administrativos y colaboradores tienen acceso a ella.

Revisión energética

¿La organización desarrolla o ha desarrollado una revisión energética?	X			
--	---	--	--	--

MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO

Línea de base energética

¿La organización tiene establecida y registrada una o varias líneas de base energética?	X			Hasta el momento no setiene establecida ninguna linea base dentro de la organización
---	---	--	--	--

Indicadores de desempeño energético

¿Existen Indicadores de Desempeño Energético (IDEs) en áreas de la organización?	X			
--	---	--	--	--

Medición de energía

¿La empresa evalúa periódicamente sus necesidades de medición?	X			Si se ha evaluado las necesidades de medición a través de los trabajos de investigación que ha desarrollado la academia pero no de forma periodica. Es importante que dichas evaluaciones sean impulsadas por el personal responsable de la gestión energética de la universidad .
¿La empresa tiene un sistema de medición de energía implementado, adecuado a su tamaño y características?	X			
¿Se asegura la calibración, exactitud y repetibilidad de los equipos de medición?		X		Los equipos de medición que se adquirieron todavía están calibrados y se está concretando con el proveedor de los equipos el proceso de calibración.

Medición del desempeño energético

¿Los IDE se comparan con la línea de base energética de forma apropiada?	X			
¿Se tiene establecido un método para verificar las mejoras del desempeño energético de la organización?	X			Para verificar las mejoras del desempeño energético se evalua y se compara con datos pasados el consumo de energía
¿Se mide y analiza la evaluación de consumo energético real contra el esperado?	X			
¿Los resultados de la medición del desempeño energético se registran?			X	
¿La organización analiza las desviaciones significativas del desempeño	X			

Objetivos energéticos

¿La empresa tiene objetivos energéticos establecidos y documentados?	X			
--	---	--	--	--

Metas energéticas

¿La empresa tiene planteadas metas energéticas?	X			
¿Existe un método documentado de revisión y actualización los de objetivos y metas energéticas?	X			
¿En el establecimiento y revisión de los objetivos y metas energéticas se tienen en cuenta los hallazgos de la revisión energética?	X			
¿Los objetivos energeticos y metas energéticas son acordes a la naturaleza y condiciones de la organización?	X			
¿Para el establecimiento de los objetivos y metas energéticas se considera:				
Las condiciones financieras, operacionales y comerciales de la organización?	X			
Las opciones tecnológicas?	X			
Las opiniones de las partes interesadas?	X			

Planes de acción

¿Existen planes de acción para el cumplimiento de los objetivos y metas	X			
---	---	--	--	--

IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN

Personal y Formación

generalidades

¿La organización tiene identificado el personal relacionado con los usos significativos de la energía (USE)?	X			El personal relacionado con el tema está disperso y la comunicación entre estas áreas es compleja.
¿La organización tiene identificada la formación que debe tener el personal para la operación de un SGE?	X			
¿La organización facilita formación para el óptimo desarrollo de las actividades relacionadas con el SGE por parte del personal?	X			
El personal y personas que trabajan en nombre de la organización:				
¿Conoce la importancia de la política energética, los procedimientos y los requisitos del SGE?			X	
¿Conoce su rol y responsabilidades para dar cumplimiento al SGE?	X			
¿Tiene conocimiento de las ventajas de la mejora del desempeño energético?			X	
¿Identifica la importancia de su actividad dentro del cumplimiento de los objetivos y metas energéticas?			X	

Comunicación

¿La organización tiene mecanismos para recibir comentarios o sugerencias por parte del personal para la mejora del SGE?	X			
¿La organización comunica de forma adecuada la información relacionada con el desempeño energético y de SGE?		X		La organización comunica a la comunidad universitaria los cambios que se llevan a cabo en pro del uso racional y eficiente de la energía; en el marco del sistema de gestión ambiental y no en relación al sistema de gestión de la energía.

Documentación

¿La organización tiene una metodología para aprobar los documentos del SGE antes de su difusión?	X			
¿La organización revisa y actualiza a intervalos definidos los documentos?	X			Es importante que la organización establezca, revise y actualice a intervalos definidos los documentos del Sistema de Gestión de la Energía.
¿La organización verifica el estado físico y de visibilidad de los documentos en cada área o dependencia?	X			Es importante que la organización verifique el estado físico y de visibilidad de los documentos del Sistema de Gestión de la Energía en cada área o dependencia.
¿La organización controla la distribución de los documentos de dominio público con relación al SGE?	X			Es indispensable que la organización controle la distribución de los documentos de dominio público con relación al SGE
¿La organización prevé el uso de documentación obsoleta?	X			
¿La organización archiva la documentos obsoletos?			X	
¿La organización tiene controles para la identificación, recuperación y	X			
¿Los registros pertinentes para el SGE son legibles, identificables y trazables y permanecen de esta manera?	X			

Control Operacional

¿La organización planifica labores de mantenimiento para las operaciones con uso significativo de energía?			X	
¿Las labores de mantenimiento son establecidas según las políticas, objetivos y metas energéticas establecidos por la organización?	X			
¿La organización fija criterios para la operación eficiente de las áreas con usos significativos de la energía?	X			
¿La organización fija criterios para el mantenimiento eficiente de las áreas con usos significativos de la energía?			X	
¿Se comunica apropiadamente los controles operacionales al personal que hace parte de la organización?	X			
¿Se comunican apropiadamente los controles operacionales al personal que trabaja para o en nombre la organización?	X			
¿La organización ha decidido planificar situaciones de emergencia con criterios de eficiencia desempeño energético?	X			

Diseño

¿Se ha identificado que el diseño de instalaciones, equipos, sistemas o procesos tiene un impacto significativo en el desempeño energético?			X	
¿La organización considera oportunidades de mejora del desempeño energético en estos diseños?			X	
¿Las oportunidades se incorporan en los diseños respectivos?		X		
¿Las oportunidades se incorporan en las actividades de compras de los proyectos respectivos?		X		
¿Los resultados de la actividad de diseño se registran?	X			

Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía

¿Se tiene un mecanismo para identificar equipos o productos con impacto en los Usos Significativos de la Energía?	X			
¿Los procedimientos de compras que tengan impacto sobre los usos significativos de energía, tienen en cuenta criterios de desempeño energético?	X			No se ha establecidos procedimientos de compra que tenga en cuenta criterios de desempeño energético, las personas que realizan las solicitudes de adquisición son conscientes de la importancia de incluir el desempeño energético pero no esta fijado.
¿Al realizar la adquisición de productos, equipos y servicios con impacto potencial significativo en el desempeño energético de la organización, se usan criterios para evaluar la eficiencia, el uso y consumo de la energía durante su vida útil?	X			
¿La compra de energía tiene impacto en el uso eficiente de la energía?	X			

Auditoría Interna del SGE

¿Se desarrollan auditorías internas para verificar el estado de cumplimiento del SGE?	X			
---	---	--	--	--

No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva

¿Se desarrollan revisiones de no conformidades reales o potenciales?	X			
--	---	--	--	--

REVISIÓN POR LA ALTA DIRECCIÓN

¿Se llevan a cabo revisiones del SGE por parte de la alta dirección?	X			
¿Los resultados de la revisión incluyen decisiones relacionadas con cambios en el desempeño energético, política energética, IDEs, metas, objetivos y en la asignación de recursos?	X			