

Norma ISO 50001, mecanismo facilitador que fortalece la gestión pública en organizaciones del Estado*

[Artículos de investigación]

Edwin Gustavo Díaz Méndez**

Harold Wilson Hernández Cruz***

Recibido: 26 de julio de 2021

Revisado: 29 de octubre de 2021

Aceptado: 10 de noviembre de 2021

Citar como:

Díaz Méndez, E. G., & Hernández Cruz, H. W. (2022). Norma ISO 50001, mecanismo facilitador que fortalece la gestión pública en organizaciones del Estado. *SIGNOS, Investigación en Sistemas de Gestión*, 14(1).
<https://doi.org/10.15332/24631140.7480>



Resumen

La gestión de la eficiencia energética en las entidades del sector público requiere avances y herramientas para su medición e integración en los demás sistemas de gestión aplicables. Para ello, la NTC-ISO 50001:2019 brinda un marco adecuado que facilita dicha gestión. En este artículo se propone un banco de herramientas integradas en un portal web que gira principalmente en torno a tres elementos. El primero se asocia a la creación de una línea base de consumo. El segundo es un instrumento de medición integrado con el Modelo Integrado de Planeación y Gestión (MIPG), que permite establecer el grado de madurez de los controles de la NTC-ISO 50001:2019, implementados dentro de la entidad. El tercero se trata de un conjunto

* Artículo de resultado de investigación.

** Candidato a Magíster en Calidad y Gestión Integral. Especialista en Administración y Gerencia de Sistemas de Calidad. Especialista en Seguridad de la Información. Ingeniero de Sistemas. Línea de investigación: Gestión de calidad. Universidad Santo Tomás. Correo electrónico: niwedzaid@hotmail.com, edwindiazm@usantotomas.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1966-1162>; CvLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001703500&lang=es

*** Magíster en Ciencias de la Educación. Especialista en Educación Mediada por TIC. Ingeniero Industrial. Universidad Santo Tomás, línea de investigación: Calidad y Gestión Integral. Correo electrónico: harold.hernandez@usantotomas.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9374-6703>; CvLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001592345&lang=es

de guías, formatos y documentos orientadores para la implementación del SGen publicados en un portal web. Resultado de la valoración de expertos y la aplicación de la medición y la metodología de línea base, se evidenció que la investigación entrega elementos que permiten evaluar la gestión, la administración, el control y la mejora continua con base en el uso eficiente de la energía y, por ende, mayor austeridad en el gasto público.

Palabras clave: austeridad del gasto, eficiencia energética, impacto ambiental, ISO 50001, línea base de consumo, MIPG, sector público.

ISO 50001 Standard Facilitating mechanism that strengthens public management in State organizations

Abstract

The management of energy efficiency in public sector entities requires advances and tools that allow its measurement and integration into the other applicable management systems, this is how the NTC-ISO 50001: 2019 provides an adequate framework for such management. A bank of tools integrated into a web portal is proposed that revolves mainly around three elements; the first one associated with the creation of a consumption baseline, the second element is a measurement instrument integrated with the MIPG that allows establishing the degree of maturity associated with the NTC ISO 50001: 2019 controls implemented within the entity and, finally, a set of guides, formats, and guiding documents for the implementation of the EnMS published on a web portal. Result of the evaluation of experts and the application of the diagnosis and the baseline methodology, it was evidenced that the result of the research provides elements that allow evaluating the management, administration, control and continuous improvement based on the efficient use of energy and, hence, greater austerity in public spending.

Keywords: Energy Efficiency, ISO 50001, Public Sector, consumption baseline, Austerity of spending, environmental impact, MIPG.

Norma ISO 50001: Mecanismo de habilitação para fortalecer a gestão pública em organizações estatais

Resumo

A gestão da eficiência energética em entidades do setor público requer desenvolvimentos e ferramentas para medir o sistema e integrá-lo com outros sistemas de gestão aplicáveis. É por isso que a NTC-ISO 50001:2019 fornece uma estrutura adequada para tal gestão. É proposto um banco de ferramentas integrado em um portal web que trata principalmente de três elementos, nomeadamente; o primeiro associado à criação de uma linha de base de consumo, o segundo elemento é uma ferramenta de medição integrada com o MIPG que permite estabelecer o grau de maturidade associado aos controles NTC ISO 50001:2019 implementados dentro da entidade e, finalmente, um conjunto de guias, formatos e documentos de orientação para a implementação do ENMS publicados em um portal web. Como resultado da avaliação dos especialistas e da aplicação da metodologia de medição e linha de base, tornou-se evidente que o resultado da pesquisa fornece elementos que

permitted a avaliação da gestão, administração, controle e melhoria contínua com base no uso eficiente da energia e, portanto, uma maior austeridade nos gastos públicos.

Palavras-chave: Eficiência energética, ISO 50001, Setor Público, linha de base do consumo, Austeridade dos gastos, impacto ambiental, MIPG.

Introducción

La eficiencia energética se caracteriza por la habilidad de lograr objetivos productivos, empleando la menor cantidad de energía posible. En otras palabras, consiste en lograr un nivel de producción, con los requisitos de calidad establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energéticos y la menor contaminación ambiental asociada (Borroto, 2005, p. 66).

En ese sentido, los sistemas de gestión aportan una serie de elementos que permiten dirigir y controlar los ámbitos relacionados con la optimización interna de las organizaciones. Es así como las normas emitidas por la International Standards Organization (ISO) ejercen una serie de controles que ayudan a soportar la capacidad de entender y aplicar las necesidades y expectativas de las partes interesadas. La diversificación de las normas ha permitido ampliar la generación de estándares específicos a sectores o necesidades específicas como la gestión del consumo y el uso de la energía, mediante la norma ISO 50001, que ha permitido crear los sistemas de gestión de eficiencia energética (SGEn) (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec], 2019).

Ahora bien, un SGEn es un conjunto de elementos interrelacionados que permiten a una organización contar con un enfoque sistémico para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética. Estos elementos se basan en los lineamientos de la NTC-ISO 50001:2019. Dicha norma internacional especifica los requisitos aplicables al uso y el consumo de la energía, incluyendo la medición, la documentación, la información, las prácticas de diseño y la adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyen al desempeño energético (NTC-ISO 50001:2019).

Por otro lado, el cambio de mentalidad con relación a los aspectos culturales y ambientales a escala mundial, en búsqueda de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015), fortalece los sistemas de gestión como herramientas propicias que logran establecer requisitos y controles respecto a las partes interesadas internas o externas en ese sentido. El ODS 7, "Energía asequible y no contaminante", tiene una relación directa con la norma ISO 50001, que en su ámbito de aplicación busca fortalecer el uso eficiente de la energía a través de una serie de controles que llevarán a la optimización de este recurso. Con esto se busca generar un impacto relacionado con el aprovechamiento de este insumo y la disminución de la huella de carbono, debido a que, según CeroCo₂ (2019), la mayoría de las equivalencias de emisiones generadas se reportan por el consumo de electricidad. Por ejemplo, por cada 10.000 kW de energía gastada la huella de carbono total es de 4100,00 kg de CO₂ (4.1 Ton CO₂). Este factor de emisión se utiliza bajo el cálculo.

En el Estado colombiano, el Ministerio de Minas y Energías (MinEnergía) es la entidad encargada de formular planes, programas, proyectos y regulaciones (MinEnergía, 2019). Lidera el Plan Energético Nacional direccionado y ejecutado por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), que en su *Informe de gestión 2017-2018* (UPME, 2018) establece principios para fomentar adecuadamente el uso de la eficiencia energética en relación con la

productividad del Estado. Su mayor apuesta es apalancar un programa denominado *Visión 2030* que pretende, a través de varias iniciativas con corporaciones de orden nacional y privado, aplicar redes inteligentes para unificar conceptos y desarrollar actividades apoyadas en otros sectores, con el fin de lograr un bien común y optimizar los recursos de los diferentes sectores productivos del país.

En concordancia con el Plan Energético Nacional (PEN) 2050, que tiene como fin consolidar una visión integral energética, se plantea una meta trazada en el desarrollo del Plan de Acción Indicativo de Eficiencia Energética (PAI), que pretende para 2022 reducir el consumo energético en 9,05 %, mediante la aplicación de modelos, técnicas, planes y actividades, tanto en entidades públicas como privadas (UPME, 2018). Así mismo, en el ámbito distrital, la Circular 3 de 2010 de la Secretaría General Alcaldía Mayor de Bogotá expone que se deben aplicar lineamientos y estrategias tendientes a la optimización del uso diario de la energía. Dentro las estrategias, además de la implementación de tecnologías, se puede buscar el desarrollo de sistemas gestión para la identificación de actividades y la mejora continua de los procesos (Secretaría General Distrital, 2019 a,b).

Adicionalmente, se han diseñado diferentes proyectos de escolarización que establecen las uniones público-privadas, a través del Programa Estratégico Nacional de Sistemas de Gestión de la Energía. Este ha capacitado a poco más de 450 personas en gestión energética, y la interacción y participación de las empresas correspondió a 65 en cinco regiones del país, con cátedras sobre las acciones de caracterización energética y organizacional y la implementación de sistemas de gestión y análisis de brecha para el cumplimiento de la NTC-ISO 50001:2019. De este modo, se ha contribuido a la generación de una cultura y una adaptación para que las organizaciones emprendan las acciones necesarias que les permitan realizar una revisión energética (Navarro, 2017).

La implementación de un SGEN permite dirigir y controlar de manera organizada los consumos energéticos responsables. Según Castro (2018), para causar un impacto cultural y organizativo es necesario cumplir los requisitos legales vigentes encaminados a mejorar la gestión energética, teniendo en cuenta sus beneficios económicos y sociales, representados en un ahorro de recursos para las organizaciones (NTC ISO 50001:2019). Por lo tanto, es necesario crear conciencia dentro de la administración pública para adoptar los términos de referencia que impliquen la adecuada administración de la eficiencia energética, sobre la base de los controles de la NTC-ISO 50001:2019, articulados con las dimensiones del Modelo Integrado de Planeación y Gestión (MIPG), para implementar austeridad en el gasto y beneficios al ambiente.

La aplicación de esta norma sería un avance importante para la administración pública en Colombia, que adelanta proyectos, programas y estrategias que incentiven a las entidades del Estado a incluir este sistema de gestión dentro de su funcionamiento. El perfil inicial de esta norma es para empresas de manufactura e industriales. En el sector público, el mayor consumo de energía se evidencia en su planta física y tecnológica (UPME 2018). Además de la reducción del consumo energético, la aplicación de la norma ISO 50001 se refleja en la consecución de beneficios económicos y sociales, que se adquieren gracias a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.

En esta indagación se propone aplicar un instrumento de medición y crear una línea base de consumo energético y un banco de herramientas que facilite la implementación de un SGEN dentro de una entidad pública, donde se apliquen las disposiciones del Departamento

Administrativo de la Función Pública (DAFP) y el MIPG. Para ello se realiza un análisis de la información de la Fundación Gilberto Alzate Avendaño (FUGA, 2020), con el fin de establecer sus datos de referencia y validar los resultados de la última auditoría realizada por parte de Secretaría de Ambiente.

Se presenta una serie de herramientas, guías y formatos que permiten el desarrollo de un SGEEn mediante los principios y requisitos de la NTC-ISO 50001:2019 dentro de una entidad pública, con el fin de alcanzar las metas asociadas a la gestión ambiental y un impacto positivo en los gastos de funcionamiento. Esto se logra gracias a la adecuada administración de los consumos y la implementación un sistema de gestión de la eficiencia energética.

Finalmente, la medición y el banco de herramientas permiten solucionar la necesidad de crear y fomentar el conocimiento frente a los aspectos relacionados con la eficiencia energética en el sector público y su impacto en la gestión. Por otro lado, es imprescindible realizar la implementación de herramientas adecuadas, acertadas y visibles para que las entidades puedan establecer SGEEn robustos que cumplan con el objetivo trazado en la política energética.

Metodología

Enfoque de la investigación

El trabajo de investigación se basó en métodos mixtos (cuantitativo y cualitativo). De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), en este método el enfoque cualitativo y el cuantitativo interactúan simultáneamente, con la intención de alcanzar una mayor claridad de la investigación. No se debe utilizar un paradigma parcializado hacia un punto específico. Con base en esto, el desarrollo metodológico corresponde a una serie de elementos que articulan fuentes de consulta, métodos y herramientas que dan respuesta al objeto de la investigación.

El desarrollo metodológico incluyó la validación de las auditorías a la eficiencia energética de la FUGA; la determinación de la correlación entre los controles de la NTC-ISO 50001:2019 y el MIPG; la recopilación y el análisis de la información de consumos energéticos de la FUGA, soportados en los recibos del proveedor, para la creación de la línea de base y los pronósticos; la construcción de un instrumento de medición que identifique fácilmente la calificación y el nivel de madurez, según los controles establecidos en la NTC-ISO 50001:2019, y adaptando técnicas y métodos referentes incluidos en el desarrollo de Hernández (2018); la construcción de guías, formatos y documentos para la adecuada gestión de SGEEn, y, por último, la elaboración de un portal web que integró todas las herramientas, las cuales sirven de apoyo a las entidades para gestionar el SGEEn.

Herramientas para recolección de datos

En este ítem se realizaron interacciones para la obtención de datos con referencia a los consumos de energía. Se indagó en la FUGA el registro del consumo de los tres últimos años. La validación del instrumento de medición se hizo mediante encuestas web, utilizando Google Forms. Así mismo, la entrevista de aplicabilidad se formuló de forma virtual, empleando Google Meet. En cuanto a la integración de las herramientas que apoyan la implementación de un SGEEn, se elaboró en un portal web. De acuerdo con esto, se exponen de forma general las herramientas utilizadas para el desarrollo de la investigación.

- Lenguaje PHP
- Lenguaje base de datos MySQL
- Lenguaje de diseño CSS
- Excel
- G-suite, correo institucional, encuestas

Definición de variables

Las variables que se correlacionaron dentro del instrumento de medición se exponen en la tabla 1.

Tabla 1. Definición de variable

Variable	Definición de la variable
MIPG	Modelo integrado de planeación y gestión referenciado a las entidades públicas busca la optimización de servicios ofertados hacia los ciudadanos.
NTC-ISO 50001:2019	Norma técnica colombiana de eficiencia energética, gestionar el consumo y el uso de la eficiencia energética.

Fuente: elaboración propia.

Resultados y discusión

Instrumento de medición del nivel de madurez

En primera instancia, se diseñó un instrumento para la medición del nivel de madurez de un SGEN en entidades públicas. Lo primero fue el análisis de los controles NTC-ISO 50001:2019 y el MIPG, para identificar la manera más acertada de correlacionarse entre sí. En un principio se hizo el estudio con las actividades y metas que deben realizar las entidades respecto al cumplimiento del MIPG; esto comparado con los numerales que tiene la NTC-ISO 50001:2019. Sin embargo, no se logró identificar de manera precisa la relación existente entre las actividades asociadas a MIPG y los numerales de la norma. Dado lo anterior, se hace un ejercicio que evalúe las dimensiones del MIPG y los controles de la NTC-ISO 50001:2019. Mediante esto se pudo establecer de manera precisa una correlación (tabla 2).

Tabla 2. Ejemplo tabla correlación con tres controles

NTC-ISO 50001	# DIM	MIPG	Ubicación en el PHVA	Observaciones
5.1 Liderazgo y compromiso	1	Talento humano	Corazón del MIPG	Se establecen en los dos modelos la importancia del desarrollo del personal como factor diferenciador de cualquier sistema.
6.2.2 Los objetivos y metas energéticas	3	Gestión para el resultado con valores	Hacer	Es la base y la proyección de los resultados frente a las acciones que se proponen en el objetivo generado por la alta dirección.
6.3 Revisión energética	3	Gestión para el resultado con valores	Hacer	Evalúa directrices, planes y herramientas con relación a la gestión determinada para un SGEN o para toda la entidad.

Fuente: elaboración propia.

Después de ello, se hizo un recorrido completo de los numerales y se forma una estructura para emparejar cada control con una dimensión. Por otra parte, se determinó que la estructura de gestión ambiental generada por el MIPG es el Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA), y se reporta en la dimensión “Gestión con valores para el resultado”, dimensión 3. Aquí se registran todos los planes y son vistos como insumos del modelo operacional de las entidades.

La eficiencia energética por parte del Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA) se relaciona con el establecimiento de un programa del uso eficiente de la energía, y lo genera a partir del numeral 4.3.4 de un documento guía que presenta los lineamientos para la formulación e implementación del PIGA, que se puede consultar en la página de la Secretaría de Ambiente. Este a su vez se basa en el numeral 4.3 de la ISO 14001:2004 Planeación. En esta etapa también es oportuno y conveniente dividir los controles de la NTC-ISO 50001:2019 en administrativos y técnico, puesto que el ámbito de la eficiencia energética tiene una relación muy estrecha con el asunto técnico y de operación en campo. Debido a esta situación, se forma una estructura entre las dimensiones que tienen el MIPG y los numerales de la norma NTC-ISO 50001:2019 (Secretaría de Ambiente, 2019).

La escala de valoración se determina según la propuesta por el modelo COBIT, que establece cinco niveles de acuerdo con el nivel de implementación de los requisitos (tabla 3).

Tabla 3. Escala de valoración de controles

Variable tipo cuantitativa Descripción	Variable tipo cualitativa cuantitativa Calificación	Criterio
Inexistente	0	Total falta de cualquier proceso reconocible. La organización ni siquiera ha reconocido que hay un problema por resolver.
Inicial	20	1) Hay evidencia de que la organización ha reconocido que los problemas existen y que necesitan ser resueltos. Sin embargo, no hay procesos estandarizados. Pero en cambio hay métodos <i>ad hoc</i> que tienen que ser aplicados en forma individual o caso por caso. El método general de la administración es desorganizado.
Repetible	40	Los procesos se han desarrollado hasta el punto en que diferentes personas siguen procedimientos similares emprendiendo la misma tarea. No hay capacitación o comunicación formal de procedimientos estándar y la responsabilidad se deja a la persona. Hay un alto grado de confianza en los conocimientos de las personas; por lo tanto, es probable que haya errores.
Efectivo	60	Los procedimientos han sido estandarizados, documentados y comunicados a través de capacitación. Sin embargo, se ha dejado en manos del personal el seguimiento de estos procesos, y es improbable que se detecten desviaciones. Los procedimientos mismos no son sofisticados, sino que son la formalización de las prácticas existentes.
Gestionado	80	Es posible monitorear y medir el cumplimiento de los procedimientos y emprender acción donde los procesos parecen no estar funcionando efectivamente. Los procesos están bajo constante mejoramiento y proveen buena práctica; se usan la automatización y las herramientas en forma limitada o fragmentada.
Optimizado	100	Los procesos han sido refinados hasta tener la mejor práctica, basada en los resultados de mejoramiento continuo y el diseño de la madurez con otras organizaciones. Se usa una forma integrada para

Variable tipo cuantitativa Descripción	Variable tipo cualitativa cuantitativa Calificación	Criterio
		automatizar el flujo de trabajo, suministrando herramientas para mejorar la calidad y la efectividad, para hacer que la entidad se adapte con rapidez.

Fuente: iPMOGuide (2018).

La estructura determinada para el instrumento de medición se describe a continuación, y forma parte de los anexos de esta investigación. En cuanto a su subdivisión, se adapta al instrumento de medición MSPI, según la información consultada en el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MinTIC, 2018), respecto a los temas de seguridad la información. Aquí se correlacionan los controles y los anexos de los sistemas de seguridad de la información uno a uno, en cuanto a los controles dispuestos, y se asigna una puntuación (ISO 27001:2013).

H1: Portada

El contenido de esta hoja en Excel corresponde a los siguientes elementos:

- **Objetivo:** realizar la medición inicial correspondiente a la eficiencia energética, de acuerdo con la NTC-ISO 50001:2019, articulada con las dimensiones del MIPG aplicable para entidades de orden público.
- **Alcance:** incluye la cuantificación de los controles asociados a la eficiencia energética de la NTC-ISO 50001:2019, el modelamiento de dichos controles relacionados con el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) y una correlación de los elementos normativos con las dimensiones de MIPG.
- **Condiciones para la aplicación:** el instrumento para medir la eficacia de los controles de la gestión de la eficiencia energética deberá aplicarse a funcionarios de las entidades con conocimientos referentes a la administración de la infraestructura física de la entidad o el personal técnico operativo encargado de la energía eléctrica de la organización.
- **Políticas de operación:** para el diligenciamiento de esta herramienta debe asegurarse de mantener la coherencia de las evidencias que se deben aportar según la normatividad aplicable. Se deben tener en cuenta los requerimientos que se establecen en el MIPG que le apliquen a la correlación realizada. No hay que diligenciar la pestaña PHVA, dado que traerá los valores indicados de las pestañas (*Administrativas y Técnicas*).

H2: Escala de evaluación

La escala de medición utilizada en el instrumento se evalúa con respecto al grado de madurez que pueda tener la posible implementación de los controles asociados a la NTC-ISO 50001:2019. Para ello se examinan dos métodos de medición. El primero es la metodología COBIT (por su nombre en inglés Control Objectives for Information and related Technology) y el segundo pertenece a la CMMI (por su nombre en inglés Capability Maturity Model Integration). El análisis realizado indica que a pesar de que el marco de referencia COBIT se desarrolló para evaluar procesos de tecnología, la escala de evaluación para los controles aporta un ítem denominado *inexistente*, lo cual parece pertinente para aplicar la calificación a

los controles, a diferencia de la metodología CMMI, dado que su escala empieza con el ítem *inicial*. Luego de esto, a continuación, se describe la escala de evaluación tomada de la metodología COBIT, y que a lo largo del instrumento se tendrá en cuenta para realizar la calificación de los controles vinculados a la NTC-ISO 50001.

H3: Administrativas

La descripción de esta hoja dentro del instrumento corresponde a los controles identificados en la norma de orden administrativo; es decir, no se requiere un perfil operativo técnico para alcanzar la implementación de los controles seleccionados allí para el SGEN. La cabecera del archivo de Excel tiene la siguiente selección para poder identificar el contenido del instrumento de medición:

- Identificador del tipo de control: se establece el nombre de la celda que permite identificar dentro del instrumento de medición y crear la diferencia entre el control administrativo y el técnico (AD1) o (T1).
- Rol implementador: identifica el perfil de la persona encargada de realizar las actividades para cumplir el requisito de la norma.
- Ítem: corresponde al control solicitado en la NTC-ISO 50001:2018.
- Numeral NTC-ISO 50001:2018: es el número proporcionado por la NTC-ISO 50001:2018 correspondiente al control.
- Dimensión MIPG: corresponde a la correlación realizada frente a los numerales de la NTC-ISO 50001:2019.
- Contenido NTC-ISO 50001:2019: la orientación que entrega la norma con relación a los controles definidos en el instrumento de medición como administrativos y técnicos.
- Nivel de cumplimiento control: la calificación otorgada de acuerdo con la escala de evaluación con relación a las evidencias aportadas por la entidad.
- Recomendación: los aportes que se puedan generar a partir de la auditoría o revisión realizada.

H4: Técnicas

La descripción de esta hoja en el instrumento corresponde a los controles identificados dentro de la norma de orden técnico-operativo. Es decir que requiere un perfil específico para alcanzar la implementación de los controles seleccionados allí para el SGEN. La cabecera del archivo de Excel tiene la selección descrita en la hoja administrativa.

H5: PHVA

La descripción de esta hoja en el instrumento corresponde a los controles identificados dentro de la norma de orden administrativo y técnico; es decir, adopta los valores que se han calificado y se distribuyen dentro del ciclo PHVA.

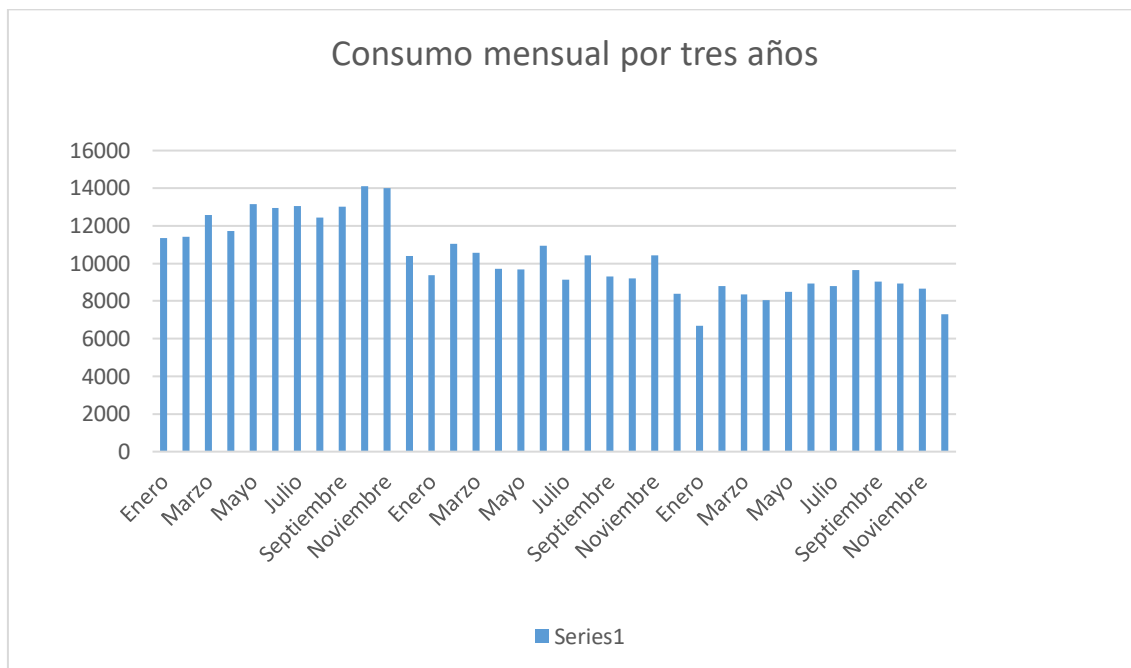
H6: Resultados

La descripción de esta hoja dentro del instrumento corresponde a los totales obtenidos de los controles administrativos y técnicos y a la valoración del ciclo PHVA. Se tienen en cuenta las variables cuantitativas y cualitativas expuestas en la escala de calificación definidas en la metodología COBIT.

Metodología para la creación de una línea base de consumo

Una vez realizada la recopilación de la información explorando la identificación de escenarios, como lo indica Castillo (2018), se tiene como propósito establecer una tendencia con los datos obtenidos, con el fin de generar puntos de comparación de los consumos de energía dentro de la entidad. Se inicia con un gráfico de consumo expresado en columnas, donde el eje y corresponde al consumo mensual, y el x, al número de meses evaluados por tres años. Continúa con un análisis de tendencia y finaliza con la generación de un pronóstico (figura 1).

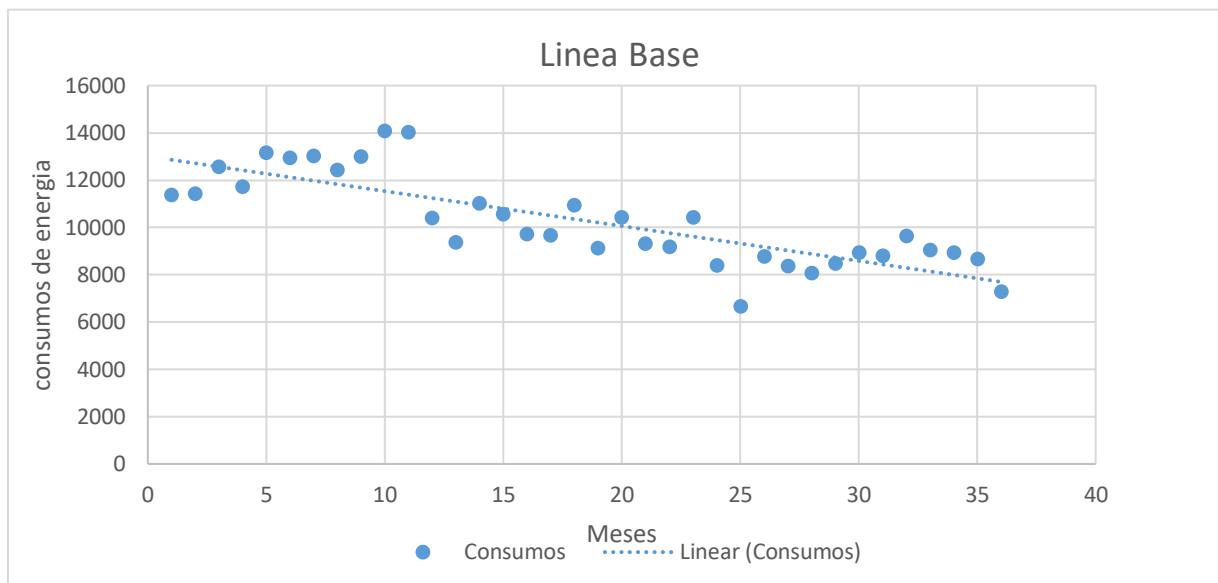
Figura 1. Consumo mensual 2017-2019



Fuente: elaboración propia

El gráfico visualiza los meses de mayor consumo; sin embargo, es difícil realizar un análisis de tendencias. Por tanto, se procede a graficar un elemento de dispersión entre el periodo de datos y el consumo. Para determinar una tendencia, se utilizará la fórmula de interpolación lineal, que se define con una ecuación de la recta, y matemáticamente se puede interpretar como la línea base, dado que su resultado gráfico expresa un consumo lineal (color negro) con respecto a los datos tratados (figura 2).

Figura 2. Ecuación de la recta de consumo energético



Fuente: elaboración propia.

Matemáticamente se expresa de la siguiente manera: $y = -147,4 x + 13008 R^2 = 0,652$. Este valor corresponde a la línea base obtenida del tratamiento de los datos con relación a la interpolación lineal. Con esta información se realizará un análisis que se denomina *Tendencia estacional mensual*, para poder determinar un pronóstico de consumo del siguiente año. De esta manera, se podrán establecer parámetros que se tendrán en cuenta en la estructuración del presupuesto de funcionamiento de la siguiente vigencia. Dentro del análisis de tendencia se debe generar la búsqueda del método de regresión. El objetivo será encontrar el valor de a (intersección con el eje x) y el de b (pendiente) para aplicar la fórmula del pronóstico de variación. Para esto se realiza el despeje de la fórmula, luego se reemplazan los valores obtenidos y se halla b (figura 3).

Figura 3. Ecuación b

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - [\sum_{i=1}^n t_i]^2}$$

Fuente: Chase y Jacobs (2000).

En resumen, se determina la siguiente sección:

1. El primer paso es poner los meses correspondientes a la evaluación del periodo (columna B47 – Referencia anexo 4 creación línea base).
2. El segundo paso es calcular el índice estacional (columna D46 Referencia anexo creación línea base); se toma el cálculo del valor hallado del índice estacional irregular correspondiente a cada mes (columna F29 Referencia anexo 4 creación línea base); se buscan todos los eneros, todos los febreros, etc., así para cada mes.
3. Se debe integrar a la tabla la información relacionada con los consumos.
4. Copiar el índice estacional para todos los meses.

5. Hallar los consumos desestacionalizados X_i , se debe dividir el consumo evaluado entre el índice estacional.
6. Al hallar T_i , que corresponde a un número en secuencia para cada uno de los meses, da 36 meses.
7. Para hallar la “(columna F47 Referencia anexo 4 creación línea base)”, se multiplican los factores $X_i * T_i$ que corresponde al número de periodo y al desestacionalizado.
8. Para hallar el siguiente dato en la columna (G47 Referencia anexo creación línea base), es un t al cuadrado (t^2); por tanto, se multiplica el producto por la misma columna.
9. Para hallar el promedio de T_i con respecto a los datos, es decir la sumatoria de T_i dividido en la cantidad de datos propuestos 36, de igual forma se realiza con X_i dividido y la cantidad de datos; finalmente se eleva al cuadrado la sumatoria de T_i .
10. Para hallar el valor de α , qué viene siendo la intersección donde se cruzan la tendencia alta y baja, es necesario encontrar el promedio de T_i y de la demanda desestacionalizada X_i . Con ellos aplicamos la fórmula que mencionamos anteriormente.

Diseño del banco de herramientas

Se realiza un portal web donde se encuentra el banco de herramientas alojado en un hosting en Amazon Web Services, que contiene una serie de guías, formatos y documentos, los cuales servirán de apoyo documental para que las entidades logren subir su índice de calificación con respecto a los controles de la NTC-ISO 50001:2019. A continuación, se relaciona navegabilidad que está a disposición.

Figura 4. Visualización Banco de herramientas



Fuente: elaboración propia.

La figura 4 muestra la página de inicio del portal web. Tiene cinco páginas interiores, de izquierda a derecha; posee guías, formatos y documentos descargables en Excel y Word, los cuales están vinculados directamente a la estructuración de esta investigación, y se relacionan a la vinculación de un SGen. A modo general, se describe el contenido del portal web; sin embargo, en él se adjunta un video que contiene la navegación por el portal.

- **Inicio:** es la página principal, y contiene una explicación breve del ámbito y el alcance del portal en torno al trabajo de investigación. Acompañado de eso, se relaciona una corta explicación de las páginas interiores, así como una imagen y un archivo descargable en Excel, con un resumen que asocia los documentos

construidos en el banco de herramientas que se recomiendan tras la investigación.

- **Instrumento de medición:** determina la cantidad de controles aplicados de acuerdo con la NTC-ISO 50001:2019, con respecto a la documentación y los soportes que tiene la entidad sujeto de estudio.
- **Línea base energética:** es una referencia cuantitativa que permite una comparación entre periodos; la recopilación de esta información permite evaluar el consumo mensual de energía y generar un pronóstico de consumo para el año siguiente.
- **Herramientas administrativas:** este vínculo cuenta con una serie de herramientas propuestas para generar una adecuada identificación y planeación de un *sistema de eficiencia energética*.
- **Herramientas técnicas:** este vínculo cuenta con una serie de herramientas propuestas para generar una adecuada ejecución y operación de un *sistema de eficiencia energética*.
- **Lista de recomendaciones:** contiene un listado de acuerdo con los controles generados a partir de la NTC-ISO 50001:2019 y la propuesta de una de las herramientas disponibles dentro del portal para aplicar; así mismo, indica en qué sitio se encuentra el enlace para la descarga.

En referencia a la página interior denominada **Herramientas administrativas**, se plantean las siguientes guías, formatos o documentos para integrar a un SGEEn (figura 5):

- **Plantilla cuestiones internas-externas:** se propone una matriz archivo en Excel que contiene dos hojas: una para internas y otra para externas, y establece las directrices que determinan las afectaciones de la eficiencia energética que pueden existir.
- **Plantilla partes interesadas:** se propone una herramienta en Excel que estandariza el tema relacionado con las partes interesadas; cabe resaltar que dicha disposición debe girar en torno a la SGEEn, lo cual busca registrar a los actores que puedan ser afectados por las actividades de la entidad.
- **Plantilla caracterización:** se propone una herramienta en Excel que identifique los principales aspectos con relación a la afectación que proceda, interna o externa, en un SGEEn. El ejemplo propuesto está relacionado con el soporte de la infraestructura física, teniendo como punto de partida la disponibilidad del servicio energético.
- **Recomendaciones políticas energéticas:** se entrega un documento que contiene los lineamientos generales para establecer la política energética.
- **Plantilla riesgos y tratamiento:** se propone una matriz que permite realizar la estimación e identificación de los riesgos; se exponen datos relacionados con el proceso responsable, los recursos y demás considerados en una matriz.
- **Plantilla objetivos, metas energéticas:** se propone un documento en Word que contiene una serie de elementos para definir y priorizar el desempeño energético, a través del planteamiento de objetivos y metas energéticas acordes con la política de la entidad y la información obtenida de la evaluación periódica.

- **Plantilla plan de capacitaciones:** se proporciona una herramienta que permite programar las capacitaciones relacionando insumos.
- **Plantilla plan de comunicaciones:** se propone un plan de comunicaciones articulado con los numerales de la NTC-ISO 50001:2019.
- **Plantilla acciones resultados auditoría:** se propone una herramienta y se adjunta un ejemplo asociado con SGE_n, para que la organización determine la aplicabilidad y defina la comprensión y el alcance.
- **Plantilla acciones de mejora:** se propone un formato de acción de mejora y va relacionado un ejemplo con respecto a la ausencia de controles a la eficiencia energética; se expone la metodología de los cinco porqués.

Figura 5. Página interior: Herramientas administrativas



Fuente: elaboración propia.

En referencia a la página interior denominada **Herramientas técnicas**, se plantean las siguientes guías, formatos o documentos para integrar a un SGE_n (figura 6):

- **Recomendaciones revisión energética:** se presenta un documento que contiene los lineamientos generales y recomendaciones para generar la aplicabilidad de la revisión energética.
- **Recomendaciones para control de operación:** se presenta un documento que contiene los lineamientos generales y las recomendaciones para generar la aplicabilidad del control operacional.
- **Plantilla indicadores:** se propone la implementación de una serie de indicadores relacionados con la administración de los riesgos de SGE_n, para mantenerlos o reducirlos, fortalecer la cultura con respecto a los SGE_n en los funcionarios y, por último, evaluar y controlar el nivel de madurez o cumplimiento de la NTC-ISO 50001.
- **Plantilla fichas técnicas para adquisición de elementos:** se propone un archivo en Word que contiene una descripción de orden técnico respecto a la compra de elementos, teniendo en cuenta el objetivo, la meta, el diagnóstico, entre otros.
- **Plantilla plan de evaluación desempeño energético:** se propone una herramienta de Excel, en la que se pueden incorporar elementos con base en el resultado obtenido de la

evaluación de controles del instrumento de medición expuesto en esta investigación. Allí se pueden establecer las acciones que se deben tener en cuenta para incrementar la implementación de un SGEN.

Figura 6. Página interior: Herramientas técnicas



Fuente: elaboración propia

Validación de la herramienta

Esta investigación se propuso validar los factores asociados al instrumento de medición y el banco de recomendaciones relacionados a la NTC-ISO 50001:2019, entregables principales de esta investigación, a través del diseño y la aplicación. Se indagaron dos métodos, los cuales corresponden al coeficiente Alpha de Cronbach y al de concordancia de Kendall. Se emplearon las directrices que requiere cada una de las etapas en referencia a la parte estadística, con lo cual hubo resultados positivos, tanto para el instrumento como para el banco de recomendaciones.

El resultado arroja una fiabilidad aceptable en el desarrollo de las propuestas. Según la evaluación realizada mediante el método Alpha de Cronbach, se observa matemáticamente que 1 es su punto más alto y 0 el más bajo. Las dos propuestas enviadas, sujetos de evaluación por parte de los expertos, arrojan resultados asociados a 0,96 para el instrumento y 0,93 para el banco de recomendaciones. Entre tanto, para el coeficiente de concordancia de Kendall, se puede concluir para ambas propuestas que los expertos reconocieron y aceptaron los criterios relacionados con la claridad, la pertinencia y la aplicabilidad. También se obtienen comentarios favorables, en el sentido en que los expertos concuerdan en la importancia de tener este tipo de herramientas para el desarrollo de las acciones tendientes a la implementación de la NTC-ISO 50001:2019.

Conclusiones

Actualmente, las entidades públicas, en el marco de la dimensión 3 del MIPG y de los planes institucionales de gestión ambiental, desarrollan labores encaminadas a la eficiencia energética. Sin embargo, su alcance se centra en el mantenimiento y la sensibilización del

consumo. Por esta razón, es relevante construir sistemas que incluyan procesos de planeación, seguimiento y medición, de cara al logro de objetivos y políticas propias de un SGEen.

Se ofrece a las entidades públicas un instrumento de medición y una metodología de análisis que les permita establecer una línea base para determinar el estado de su consumo energético, construido a partir del análisis de diferentes metodologías y herramientas relacionadas con las dimensiones de MIPG y los controles dados en la NTC-ISO 50001:2019.

Establecer un instrumento de medición que permite determinar el grado de madurez de un sistema de gestión mediante la metodología COBIT 5, y que integra las dimensiones de MIPG, facilita medir la eficiencia energética, y permite diagnosticar y conocer las entradas y salidas del proceso relacionado con la gestión ambiental y de apoyo de la entidad caso de estudio; esto con referencia a los controles determinados en la NTC-ISO 50001:2019 y su grado de implementación.

La aplicación de la herramienta permite que la entidad sea consciente de sus debilidades y pueda diseñar los planes de acción correspondientes que le permitan incrementar el uso eficiente de la energía.

Respecto la creación de la línea base, fue necesario usar la teoría de estacionalidad y los pronósticos, teniendo como referencia su carga. Mediante la variabilidad de las diferentes épocas del año, se podrán evaluar las oportunidades y amenazas que suceden, y permitirá detectar una generación inesperada de energía. Esta herramienta busca predecir el consumo de los siguientes periodos de acuerdo con el comportamiento reportado. Con ello se determinará la factibilidad de implementar acciones para obtener una eficiencia adecuada en el gasto y potenciar su gestión administrativa.

La elaboración y entrega de un portal web que contiene los formatos, las guías y las herramientas creadas para el apoyo a la implementación de un SGEen mediante los parámetros de la NTC-ISO 50001:2019 permite a las entidades contar con la disponibilidad de la información centralizada y puntual.

Se recomienda la divulgación y el uso del banco de herramientas, no solo en el ámbito distrital, sino también como apropiación en el sector público nacional.

Referencias

- Borroto, A. (2005). La gestión energética: alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial. *Energética*, 33, 65-69. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/energetica/article/view/24011>
- Castillo, G. (2018). *Revisión energética edificio Cde la USM JMC, según requerimientos de la norma ISO 50001 sobre sistemas de gestión energética* (tesis de pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María. <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/43908/3560901064121UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, M. (2018). *Consumo sustentable. Para qué sirve, importancia, acciones, ejemplos*. <https://www.lifeder.com/consumo-sustentable/>
- Cero Co2. (2019). *Quiénes somos*. <https://www.ceroco2.org/quienes-somos>
- Chase, R., & Jacobs, R. (2000). *Administración de la producción y operaciones*. McGraw-Hill.
- Fundación Gilberto Alzate. (2020). *Acerca de la entidad*. <https://fuga.gov.co/transparencia/acerca-de-la-fundacion>

- Hernández, J. (2018). *COBIT, una metodología que genera valor en las empresas. Seguridad informática (6)*.
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4677/00004999.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2019). *NTC-ISO 50001:2019. Sistemas de gestión de energía*. Autor.
- International Organization for Standardization. (2004). *ISO 14001:2004. Sistemas de gestión de ambiental*. Autor.
- International Organization for Standardization. (2013). *ISO 27001:2013. Sistemas de seguridad de la información*. Autor.
- iPMOGuide. (2018). *COBIT-Modelo de madurez*. <https://ipmoguide.com/cobit-modelo-de-madurez/>
- Ministerio de Minas y Energía. (2019). *Misión y visión*. <https://www.minenergia.gov.co/mision-y-vision>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia. (2018). *Modelo de seguridad*. <https://www.mintic.gov.co/gestion-ti/Seguridad-TI/Modelo-de-Seguridad/>
- Navarro, A. (2017). *Modelo de revisión energética en la USM JMC, según requerimientos de la norma ISO 50001:2011 sobre sistemas de gestión de energía* (tesis de pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María.
<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/46495/3560901063886UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*.
<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy.html>
- Secretaría General Distrital. (2019a). *Guía de ajuste del sistema integrado de gestión distrital*.
<https://secretariageneral.gov.co/sites/default/files/tomoiiguideajustesver.pdf>
- Secretaría General Distrital. (2019b). *Documentos para energía eléctrica: uso racional y eficiente*.
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=24354>
- Secretaría de Ambiente. (2019). *Plan Institucional de Gestión Ambiental - PIGA*.
<http://www.ambientebogota.gov.co/es/plan-institucional-de-gestion-ambiental-piga1>
- Unidad de Planeación Minero-Energética. (2018). *Informe de gestión 2018*.
http://www1.upme.gov.co/InformesGestion/Informe_de_gestion_2018_19092018.pdf