

DOCUMENTO DE ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO - AIN

REGLAMENTACIÓN TÉCNICA DE SISTEMAS E INSTALACIONES TÉRMICAS

GRUPO DE POLÍTICAS Y REGLAMENTACIÓN

DIRECCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Bogotá, 22 de octubre de 2019

Página 1 de 95

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Presentación..... | 5 |
| 2 | Marco conceptual y legal del Análisis de Impacto Normativo – AIN | 8 |
| 2.1 | Lineamientos conceptuales y legales del AIN | 8 |
| 2.2 | Documento CONPES 3816 de 2014..... | 11 |
| 2.3 | Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) | 11 |
| 2.4 | Guías y orientaciones del Departamento Nacional de Planeación – DNP | 12 |
| 2.4.1 | Guía metodológica de Análisis de Impacto Normativo | 12 |
| 3 | Análisis de Impacto Normativo para bienes y servicios asociados a sistemas e instalaciones térmicas en Colombia..... | 15 |
| 3.1 | Definición del problema | 15 |
| 3.1.1 | ¿Cuál es la situación que se ha identificado y que requiere la acción gubernamental?..... | 15 |
| 3.1.1.1 | Listado de problemáticas y descripción de la situación que requiere acción gubernamental | 15 |
| 3.1.2 | ¿Qué está causando o dando origen a dicha situación? | 20 |
| 3.1.3 | ¿Cuáles son los efectos que surgen de esa situación?..... | 23 |
| 3.1.4 | ¿Qué o quiénes y de qué forma están siendo afectados o podrían ser afectados por la situación? | 24 |
| 3.1.4.1 | Listado de actores | 24 |
| 3.1.4.2 | Entidades del ejecutivo y adscritas | 25 |
| 3.1.4.3 | Entidades Privadas | 26 |
| 4 | Análisis de Impacto Normativo para bienes y servicios asociados a sistemas e instalaciones térmicas en Colombia..... | 27 |
| 4.1 | Definición de los objetivos | 28 |
| 4.1.1 | Objetivo General | 28 |
| 4.1.2 | Objetivos Específicos | 28 |
| 4.1.3 | Objetivos Operacionales | 29 |
| 5 | Selección de opciones y/o alternativas..... | 29 |

| | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1 | Soluciones No Regulatorias | 30 |
| 5.2 | Soluciones Regulatorias..... | 33 |
| 6 | Preparación del análisis de impacto..... | 35 |
| 6.1 | Priorización de aspectos relevantes para la reglamentación..... | 35 |
| 6.1.1 | Seguridad..... | 35 |
| 6.1.2 | Protección del Medio Ambiente | 35 |
| 6.1.3 | Satisfacción de requerimientos del sistema o instalación térmica | 35 |
| 6.1.4 | Desempeño Energético | 35 |
| 6.2 | Metodologías para medir costos y beneficios | 37 |
| 6.2.1 | Análisis Multicriterio | 38 |
| 6.2.2 | Resultados del análisis multicriterio..... | 39 |
| 6.2.2.1 | Resultados de priorización de alternativas de solución | 39 |
| 6.2.2.2 | Análisis de Riesgos..... | 47 |
| 6.2.3 | Herramientas de observación | 49 |
| 6.2.3.1 | Situación del sector del Aire Acondicionado..... | 56 |
| 6.2.3.2 | Estrategia de Distritos Térmicos en Colombia | 58 |
| 6.2.3.3 | Estudios técnicos sobre potenciales de eficiencia energética | 60 |
| 6.2.3.3.1 | Referencia Plan de Acción Indicativo del Proure -PAI PROURE..... | 60 |
| 6.2.3.3.2 | Análisis costo-efectividad en lo referente a la implementación de medidas de eficiencia energética e impactos sociales y económicos de incentivos para la sustitución de equipos eficientes | 76 |
| 6.2.3.3.2.1 | Indicadores para medidas de eficiencia energética sector residencial..... | 78 |
| 6.2.3.3.2.2 | Indicadores para medidas de eficiencia energética sector terciario | 79 |
| 6.2.3.3.2.3 | Indicadores para Medidas de eficiencia energética sector industrial..... | 81 |
| 7 | Conclusión | 83 |
| 8 | Diseño de la implementación y monitoreo | 87 |
| 9 | Reporte sobre la consulta | 90 |

Bibliografía..... 93
Lista de tablas..... 94
Lista de ilustraciones 95



1 Presentación

El Ministerio de Minas y Energía desde la Dirección de Energía Eléctrica y el Grupo de Políticas y Reglamentación, respondiendo a mandatos de ley ejerce su función reguladora sobre los bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad por parte del sector energético, promoviendo el afianzamiento de factores de calidad como son la suficiencia, cobertura, seguridad, eficiencia y confort, así como la información que debe suministrarse a consumidores y al público en general respecto de su comercialización y uso. Esto, en el reconocimiento del derecho a la libre competencia económica que supone responsabilidades y obligaciones que garanticen el rol de las empresas como una función social dentro de los límites del bien común, en tanto que promueve el acceso e intercambio comercial con otras naciones.

De acuerdo con los objetivos del Subsistema Nacional de la Calidad, este Ministerio busca promover en los mercados, la seguridad, la calidad, la confianza, la productividad, la innovación y la competitividad de los sectores productivo e importador de bienes y servicios y proteger los intereses de los consumidores, en los asuntos relativos a procesos, productos y personas. Así, cobra vital importancia el establecimiento de normas y reglamentos técnicos adaptados a los requerimientos nacionales y ajustados conforme a las tendencias internacionales.

Estudios realizados por la *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos* OCDE sobre la Política Regulatoria en Colombia, afirman que mejores resultados de política pública se lograrán con el desarrollo e implementación de estándares obligatorios sobre el uso de la consulta pública, medio por el cual se garantice la participación de los ciudadanos, las empresas y la sociedad civil en el proceso normativo. Otro aspecto destacado en el marco de los acuerdos internacionales de los cuales Colombia hace parte, es la integración y difusión del Análisis de Impacto



Normativo en el proceso de formulación de políticas públicas, el cual aporta ventajas notables en la toma de decisión sobre las propuestas de reglamentación, a través de la valoración del impacto que puede generarse.

En este sentido, el Ministerio de Minas y Energía valora y promueve el desarrollo del Análisis de Impacto Normativo – AIN, como instrumento de política en la mejora regulatoria. Al efecto, atiende a la iniciativa expresada en el Conpes 3816 de 2014 “Mejora Normativa: Análisis de Impacto” (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2014), sobre la importancia de institucionalizar el AIN en la etapa temprana del proceso de emisión de la normatividad, así como lo establecido en el Artículo 2.2.1.7.5.4, sobre buenas prácticas de reglamentación técnica, en el Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo Decreto 1074 (MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO, 2015), modificado por el Decreto 1595 (MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO, 2015).

En este orden de ideas y en concordancia con su agenda regulatoria 2018- 2019 (ver link: <https://www.minminas.gov.co/agenda-regulatoria>), el Ministerio de Minas y Energía se encuentra preparando la propuesta reglamentaria para los sistemas e instalaciones térmicas que prestan servicios destinados a la climatización de espacios y a la dotación de agua caliente sanitaria, así como aquellas instalaciones que produzcan y distribuyan energía térmica para atender la demanda de vapor, agua o calor de proceso. Es así como en atención a las buenas prácticas de mejora regulatoria y a los principios de simplificación, racionalización y estandarización, promulgados por el Decreto 1595 de 2015, la propuesta de reglamentación integrará los proyectos asociados al Reglamento de Instalaciones Térmicas RITE, el Reglamento de Calderas RT y los posibles servicios de los Distritos Térmicos en Colombia, presentadas a este Ministerio por parte de diversas entidades



En particular, el Grupo de Políticas y Reglamentación, para la preparación reglamentaria diseñó y llevó a cabo el Ciclo de Talleres “Construcción de la Reglamentación Técnica de Sistemas e Instalaciones Térmicas”, basado en la metodología establecida por el Departamento Nacional de Planeación –DNP, para la formulación y desarrollo del Análisis de Impacto Normativo – AIN, el cual se llevó a cabo entre el 17 de octubre y el 22 de noviembre de 2018.

En este ciclo de talleres participaron más de 50 empresas, 6 entidades de educación superior y centros o grupos de investigación, consultores independientes, representantes de los gremios de ACAIRE, ACIEM y proveedores inscritos en el directorio de CAMACOL, así como representantes de ONG´s. Las entidades del sector público y en especial actores del Subsistema Nacional de la Calidad – SICAL, como evaluadores de la conformidad, tuvieron una participación significativa con 42 representantes. En total se contó con la participación de 119 personas que se hicieron presentes durante los cuatro (4) talleres realizados en las ciudades de Medellín, Barranquilla, Cali y Bogotá.

Durante el referido ciclo de talleres se recopilaron experiencias y se obtuvieron importantes resultados para la fase de Análisis de Impacto Normativo –AIN. En este sentido se pudo identificar no solamente los riesgos para la salud y la vida humanas, sino también los riesgos asociados a la ausencia de buenas prácticas profesionales, administrativas o técnicas y tecnológicas que en contrario son necesarias para garantizar la salvaguarda de los objetivos legítimos del país, entendidos como los imperativos de la seguridad nacional, la prevención de prácticas que puedan inducir a error, la protección de la salud o seguridad humana, de la vida, la salud animal o vegetal o del medio ambiente.



Los resultados obtenidos a la fecha también representan un gran aporte en la definición del alcance, objetivos, precisión de las problemáticas, e identificación de las alternativas de solución, al igual que en la definición de los aspectos relevantes para la reglamentación como son la seguridad, el desempeño energético, la protección del medio ambiente y la satisfacción de los requerimientos de los servicios prestados por sistemas instalaciones térmicas, todos ellos a considerar en la elaboración del texto de anteproyecto de reglamento. Consulte el Informe Ejecutivo del Ciclo de Talleres (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2018), en <https://www.minenergia.gov.co/sistemas-instalaciones-termicas>.

Finalmente, y luego de haber efectuado la correlación de los resultados de los talleres frente a las iniciativas de reglamentación, se verificaron los aportes de los participantes y se incorporaron en el presente documento de Análisis de Impacto Normativo. De esta manera, se pone a consideración de la ciudadanía y los grupos de interés, mediante el instrumento de consulta pública (Artículo 2.1.2.1.14., del Decreto 1595 de 2015), con el propósito de recibir los comentarios a los que haya lugar, esperando el aporte de información valiosa que permitan enriquecer esta importante fase en el desarrollo de la propuesta reglamentaria.

2 Marco conceptual y legal del Análisis de Impacto Normativo – AIN

2.1 Lineamientos conceptuales y legales del AIN

De acuerdo con el Decreto 1595 de 2015, el *Análisis de Impacto Normativo - AIN*, es considerado una evaluación que evidencia tanto los resultados deseados como los



impactos probables positivos y negativos que se generan por la propuesta o modificación de un reglamento técnico, así mismo el *Anteproyecto del Análisis de Impacto Normativo -AIN Preliminar-*, es el documento que contienen la definición del problema, los objetivos del AIN y las posibles opciones identificadas para resolverlo. En este sentido el *Informe de análisis de impacto normativo –AIN-*, es un documento que las entidades reguladoras preparan para dar a conocer la metodología de elaboración, las técnicas de levantamiento de información y las posiciones de los diferentes actores consultados, esto junto con los resultados y conclusiones obtenidas frente a las alternativas de solución planteadas y priorizadas frente a las problemáticas identificadas.

Elemento relevante dentro del AIN es el Listado problemáticas, mediante el cual se identifican los principales problemas que pongan en riesgo los objetivos legítimos en Colombia establecidos en forma general en el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC. Tal listado en etapa preliminar constituye un insumo importante para elaborar el Plan Anual Análisis de Impacto Normativo –PAAIN de los reguladores.

Las entidades reguladoras deberán elevar a consulta nivel nacional el análisis de impacto normativo establecido en el PAAIN Artículo 2.2.1.7.5.5, Decreto 1595 (MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO, 2015). Estas consultas se realizan a través de los correspondientes sitios web institucionales o a través de otros medios idóneos según sea el caso, los cuales se definen y comunican con las especificaciones de las herramientas de consulta pública a utilizar y la forma en la cual se realizará la respectiva retroalimentación.

El término total de las consultas públicas nacionales será mínimo de treinta (30) días calendario, destinando de término al menos (10) días calendario para la consulta del



anteproyecto de Reglamento Técnico. Los términos se contarán a partir su publicación en el correspondiente sitio web.

De acuerdo con la Recomendación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico¹ - OCDE 2012 del Consejo sobre Política y Gobernanza Regulatoria, la mejora regulatoria busca brindar mayor confianza en las decisiones regulatorias de acuerdo con los principios de buenas prácticas de la OCDE, de forma tal que estas se tomen de forma objetiva, imparcial y consistente, sin conflicto de intereses, sesgo o influencia indebida.

La regulación influye de forma transversal en el desarrollo económico de los países, razón por la cual, la OCDE promueve la regulación inteligente y con estándares de calidad, que cumpla con los objetivos para los cuales fue expedida; a esto se le ha conocido como “Mejora Regulatoria”. Al respecto la OCDE ha establecido:

“Internacionalmente una política de Mejora Normativa asegura la eficiencia económica y social de las normas al incorporar herramientas durante el proceso mediante el cual el gobierno, luego de identificar un objetivo de política pública, determina si empleará la normatividad como instrumento de política, evalúa alternativas y adopta la norma a través de un proceso de toma de decisiones basado en evidencia“.²

¹ La OCDE fue fundada en 1961, la cual agrupa a 36 países miembros y su misión es promover políticas que mejoren el bienestar económico y social de las personas alrededor del mundo. Colombia firmó el ingreso a la OCDE el 25 de mayo de 2018, el cual quedará definitivo, una vez se cumplan con todas las medidas impuestas para hacer parte de la convención.

² Recomendación del consejo de la OCDE sobre política y gobernanza regulatoria. 2012.



2.2 Documento CONPES 3816 de 2014

El documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social de la República de Colombia, CONPES 3816 (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2014), establece las bases que institucionalizan el Análisis de Impacto Normativo -AIN-, en este documento el AIN se define de la siguiente manera: “El AIN (o RIA por sus siglas en inglés) es un instrumento que aplica la administración pública luego de la intención de intervenir mediante una norma. Esta herramienta examina y cuantifica los beneficios, costos y efectos que probablemente una nueva norma o un cambio en ésta pueda generar”.

2.3 Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC)

El Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC), es uno de los convenios multilaterales sobre comercio internacional de mercancías adoptado en Colombia mediante la Ley 170 (SENADO DE LA REPÚBLICA, 1994), incluidos como Anexos del Acuerdo de Marrakech por el cual se estableció la Organización Mundial del Comercio (OMC).

Con el fin de incrementar y facilitar el comercio y obtener el acceso efectivo al mercado, este Acuerdo OTC tiene por objetivo que los reglamentos técnicos, las normas y los procedimientos de evaluación de la conformidad no sean discriminatorios y no constituyan obstáculos innecesarios al comercio internacional, al tiempo que reconoce el derecho de los Miembros a adoptar medidas de reglamentación para alcanzar sus objetivos legítimos, entre ellos: los imperativos de la seguridad nacional, las prescripciones en materia de calidad, la protección de la salud o seguridad humanas y de la vida o la salud de los animales, la preservación de los vegetales, la protección



del medio ambiente y la prevención de prácticas que puedan inducir a error. El Acuerdo recomienda a los Miembros que basen sus medidas en normas internacionales.³

En términos de transparencia, el Acuerdo OTC establece que cada Parte permitirá que personas de la otra Parte participen en el desarrollo de sus normas, reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad. En este sentido, se establece la obligación de notificación a cada Parte de los proyectos de reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad que se pretenda adoptar. Cada la Parte deberá a su vez notificar a los demás miembros de la OMC, de conformidad con el Acuerdo OTC. Para estos efectos, cada Parte deberá conceder, al menos un plazo de sesenta (60) días desde la transmisión de la notificación mencionada, para que los interesados puedan presentar y formular observaciones y consultas de tales medidas a fin de que la Parte notificante pueda absolverlas y tomarlas en cuenta.

2.4 Guías y orientaciones del Departamento Nacional de Planeación – DNP

2.4.1 Guía metodológica de Análisis de Impacto Normativo

El Departamento Nacional de Planeación dentro de la política de mejora regulatoria ha planteado en una Guía los lineamientos metodológicos para la preparación del Análisis

³ Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) de la Organización Mundial del Comercio.

de Impacto Normativo -AIN, dicha Guía contiene orientaciones para cada una de las fases requeridas en la construcción del AIN.

La siguiente figura muestra el proceso general para la emisión de regulación en Colombia y la inclusión del Análisis de Impacto Normativo – AIN-:

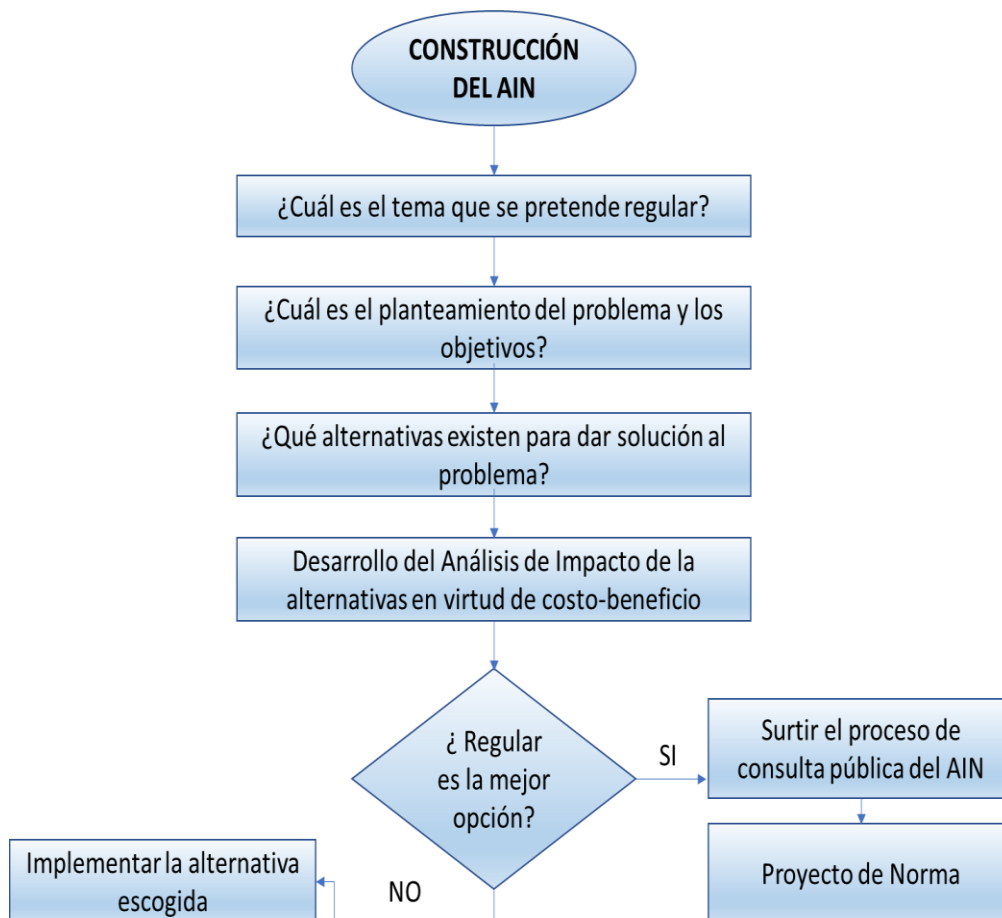
Ilustración 1 Proceso de emisión de reglamentación



FUENTE: MARCO LEGAL Y METODOLÓGICO DEL ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO. CONSORCIO HINICIO-CAEM. CONSULTORÍA SECO-MADS. 2019.

La siguiente figura resume los pasos para incluir la estrategia de mejora regulatoria Análisis de Impacto Normativo – AIN, en la emisión de normas.

Ilustración 2 Construcción del Análisis de Impacto Normativo - AIN



FUENTE: MARCO LEGAL Y METODOLÓGICO DEL ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO. CONSORCIO HINICIO-CAEM. CONSULTORÍA SECO-MADS. 2019.

3 Análisis de Impacto Normativo para bienes y servicios asociados a sistemas e instalaciones térmicas en Colombia

3.1 Definición del problema

3.1.1 ¿Cuál es la situación que se ha identificado y que requiere la acción gubernamental?

A continuación, se describe la situación que requiere la gestión gubernamental respecto de los riesgos que se pueden realizar con la producción y uso de bienes y servicios asociados a los sistemas e instalaciones térmicas en Colombia. Realización que puede generar un menoscabo de los objetivos legítimos del país, pudiéndose evitar a través del establecimiento de acciones de mitigación apropiadas. Al efecto, metodológicamente la situación se construyó con base en el listado de problemáticas obtenido de las diferentes fuentes consultadas, los resultados del ciclo nacional de talleres y los insumos específicos presentados por los gremios ACAIRE, ACIEM, así como por el Ministerio del Trabajo, mismos que por conexidad también se consideran en la construcción del Anteproyecto de Reglamento de Sistemas e Instalaciones Térmicas – RETSIT.

3.1.1.1 Listado de problemáticas y descripción de la situación que requiere acción gubernamental



Falta de Seguridad y efectos negativos sobre la salud

Los sistemas e instalaciones térmicas deben entregar o prestar sus servicios dentro de los rangos aceptables para sus parámetros técnicos, así como también ser seguros para las personas en cuanto al desempeño y operación de los equipos e insumos que los conforman. No obstante, la inexistencia de una estandarización mínima o carencia en el uso de estándares de calidad y seguridad para su diseño, construcción o montaje, operación y mantenimiento generan condiciones inseguras en sistemas e instalaciones térmicas en inmuebles, edificaciones o procesos industriales, siendo causantes de accidentes y afectaciones del ambiente. En particular se identifica falta de una apropiada especificación técnica de equipos y materiales, así como ausencia y/o verificación de certificaciones de equipos, materiales e insumos.

Caso especial corresponde con la baja calidad del aire y condiciones de confort inadecuadas al interior de las edificaciones. Aspectos que tienen efectos negativos sobre la salud de los usuarios, impactando en términos de bajos índices de productividad y ausentismo. Se destaca entonces, la importancia que tiene garantizar un servicio idóneo de las instalaciones de climatización en espacios de uso humano. En este sentido, la falta de implementación de monitoreo, el análisis y control de las variables que determinan la calidad del aire interior y de otros servicios como el agua caliente sanitaria, es un factor generador de la problemática.

Uso ineficiente de la energía y baja reducción de emisiones GEI y SAO

El mayor aprovechamiento de los energéticos usados es un deber y por ende un objetivo de todos los sistemas e instalaciones térmicas del país, no solo por los efectos económicos derivados de operar con un buen nivel de eficiencia energética, sino por las afectaciones ambientales asociadas al nivel de uso de los energéticos para cada



proceso en particular. El no conocer el punto de operación eficiente de las instalaciones y equipos, así como la ausencia de buenas prácticas de operación y de la inexistencia de referencias locales o regionales, o tal vez sectoriales o gremiales, que sirvan de indicadores, generan por una parte incertidumbre sobre la eficiencia en costos de operación y mantenimiento en la cadena de valor de los servicios prestados, y por ende en su traslado a los usuarios. La misma problemática se refleja en cuanto a la disponibilidad de referentes asociados a la generación de emisiones contaminantes indirectas o directas, producidas por la operación de instalaciones térmicas, y el consecuente deterioro ambiental, tal como el de la capa de ozono. Situación que a nivel local trae como consecuencia altos costos por las medidas que por urgencia son tomadas por las autoridades locales, dada su estrecha relación y necesidad de mitigar condiciones adversas para la salud de los ciudadanos.

Bajo uso de estándares para asegurar características de bienes y servicios en procura de la satisfacción de los usuarios

En el ámbito de los sistemas e instalaciones asociados a procesos térmicos es prolífica la existencia a nivel internacional de normas y guías técnicas, así como el desarrollo de sellos y etiquetas por parte de organismos de certificación e inspección con base en su aplicación y evaluación de conformidad. No obstante, en el caso colombiano no se observa un uso generalizado como parte de procedimientos y protocolos para la verificación de requisitos, bien sean obligatorios o voluntarios. En el mismo sentido, las implicaciones en las características de productos o servicios, o del suministro de información relevante a usuarios, determina la necesidad que los estándares se difundan, actualicen, complementen o creen, para un uso ajustado y generalizado en el país.



Objetivo principal de todo sistema es la satisfacción de los actores que lo gestionan, así como de los usuarios que se benefician con los productos de su operación. Luego, existe una oportunidad de mejora en la aplicación de estándares, pues permite asegurar las características del producto o servicio, así como la trazabilidad del cumplimiento de requisitos de entrada y salida, ya sea en el diseño, el montaje, la operación o el mantenimiento.

Información suficiente y confiable es fundamental para el control operativo, la inspección o la evaluación de la eficiencia energética, las condiciones de seguridad y los efectos sobre la salud, así como las condiciones del servicio, no obstante, en la actualidad es mínima o no es suficiente la disponibilidad de información para determinar los efectos de la operación de sistemas e instalaciones térmicas.

En el mismo sentido, se presenta una baja identificación, definición y monitoreo de indicadores que garanticen el control de las variables clave en el seguimiento de puntos de control de los procesos, ya sean de generación de energía térmica, distribución o uso, debe estar acompañado de, situación que, lo cual es elemental para garantizar el cumplimiento eficaz y eficiente de los requerimientos de este tipo de sistemas.

Falta de competencias de las personas y capacidades operativas

La gestión apropiada de cualquier sistema requiere una coordinada, efectiva y competente participación de los actores con él relacionados, tanto para su diseño y construcción, operación, gestión de insumos e información, así como en la verificación de sus efectos. En este sentido, los sistemas e instalaciones térmicas sugieren por su variada complejidad una amplia interrelación de personas con competencias particulares. Si bien, el país dispone de cerca de dos centenares de facultades de ingeniería con variadas ramas profesionales, así como oferta de programas tecnológicos



y técnicos, no se dispone de especialistas en los diferentes grados de formación que apoyen el desarrollo integral de sistemas e instalaciones térmicas en el país. Similar situación aplica por deficiencia de especialistas de inspección que efectúen labores asociadas a instalaciones térmicas que serán objeto del alcance del Reglamento de Sistemas e Instalaciones Térmicas – RETSIT. En el mismo sentido, si bien la normalización de competencias laborales ya dispone de una sólida metodología, previendo con su aplicación beneficios para los sectores, como son la efectiva identificación de actividades, conocimientos requeridos e instrumentos de evaluación, la disposición de normas para sistemas e instalaciones térmicas es baja o inexistente en sistemas e instalaciones térmicos, encontrándose unas pocas dirigidas a equipos específicos, o no aplicables por su falta de actualización.

Actividades como modelación de sistemas, identificación de parámetros y variables claves, son necesarias para la adecuada planeación y operación. Así, es relevante la disponibilidad de capacidades para establecer procedimientos, su aplicación y la especificación de equipos para medición, así como su calibración. En este aspecto se manifiesta carencia en la disponibilidad de equipos con condiciones de calibración óptimas, así como capacidades para la medición de variables o parámetros de proceso.

Por otro lado, las mismas deficiencias anteriores generan carencias que apuntan a las capacidades del personal en los aspectos de seguridad industrial y salud ocupacional, hasta el cumplimiento de los requerimientos para la gestión integral de la energía en sistemas e instalaciones térmicas.

Baja aplicación de herramientas y mecanismos de control operativos

La buena gestión de cualquier sistema resulta en gran parte debida a la disposición y uso de un subsistema de medición adecuado, siendo por tanto éste un elemento



necesario que soporta al mismo sistema, para garantizar la continuidad y suficiencia de sus procesos, así como de la producción de bienes y servicios con los atributos de calidad requeridos y esperados por los consumidores y usuarios. No obstante, el control y seguimiento de variables de procesos en la operación de sistemas e instalaciones térmicas presenta falencias asociadas a la falta de herramientas, mecanismos, procedimientos e instrumentos de monitoreo y medición, con las debidas calibraciones. Así, no está garantizada la captura de manera pertinente, oportuna y confiable datos de variables o parámetros de proceso con los cuales se pueda evidenciar el comportamiento y desempeño, no solo de los productos, sino los asociados al uso energético y el impacto ambiental, hoy necesarios para la toma de decisiones frente a requerimientos normativos.

3.1.2 ¿Qué está causando o dando origen a dicha situación?

Causas de la problemática

De acuerdo con las opiniones expresadas por las partes interesadas durante el ciclo de talleres, las causas y efectos de la situación problemática son las siguientes:

Falta de Seguridad y efectos negativos sobre la salud

- Especificación de parámetros no clara desde el diseño
- Realización de proyectos térmicos sin personal calificado o certificado
- Ausencia de guías de prueba, ajustes y balanceos
- Realización de proyectos térmicos sin considerar la calidad de aire interior
- Generación de errores en seguridad por falta de una guía integradora



- Falta de rutinas de mantenimiento antes de entrega
- Fallas en la ejecución del plan de mantenimiento
- Existencia de técnicos ingenieros no calificados realizando diseños.
- No hay un documento que oriente sobre la seguridad de un proyecto
- Informalidad

Uso ineficiente de la energía y baja reducción de emisiones GEI y SAO

- Se procura proyectos económicos por sobre la atención de requerimientos ambientales
- Selección inadecuada de los equipos y materiales
- Ausencia de supervisión especializada y/o diseño
- Capacitación deficiente del constructor y/o instalador
- Falta de sistemas y dispositivos de captura de datos sobre variables operativas
- Falta de idoneidad del personal que opera el sistema
- Falta de definición de parámetros para identificar el tipo de mediciones necesarias
- Baja calidad de los equipos y materiales usados.
- Desconocimiento en la aplicabilidad de normatividad ambiental al proceso objeto de la instalación o sistema
- Falta un modelo que permita al cliente/propietario cuantificar el desempeño global del proyecto



- Falta que los propietarios reconozcan la responsabilidad y consecuencias por altos consumos de energía
- Falta de indicadores que permitan al cliente/propietario tener una referencia para su proyecto, por ejemplo, en Eficiencia Energética o desempeño

Bajo uso de estándares para asegurar características de bienes y servicios en procura de la satisfacción de los usuarios

- No existencia de procedimientos estandarizados para evaluar la satisfacción del servicio
- Falta de procedimientos claros para medición y calibración
- Falta de conocimiento del ente verificador
- Falta de capacitación del inspector en temas tales como riesgos, análisis de ciclo de vida y normatividad ambiental aplicable
- El organismo de inspección no cuenta con equipos adecuados y calibrados para realizar las mediciones
- No se dispone de referencias para diseño sostenible.

Falta de competencias de las personas y capacidades operativas

- Falta un modelo educativo que integre distintas disciplinas con mismo objetivo de aprovechar energía
- No hay educación, ni cultura que sensibilice hacia sostenibilidad
- No hay proyecto educativo que incluya las consideraciones interdisciplinarias de la seguridad

- Asignación de personal no calificado o ingenieros de otras especialidades
- Baja disponibilidad y uso de normas de competencia laboral

3.1.3 ¿Cuáles son los efectos que surgen de esa situación?

Consecuencias de la problemática

Falta de Seguridad y efectos negativos sobre la salud

- Incumplimiento de normatividad y legislación
- Afectación legal y económica
- Incremento del riesgo para la salud y de enfermedades
- Sanciones y multas
- Insatisfacción del usuario (No hay confort, no calidad aire)
- Ausentismo

Uso ineficiente de la energía y baja reducción de emisiones GEI

- Disminución del tiempo de reposición de equipos
- Altos costos mantenimiento y operación
- Desperdicio de energía y aumento en contaminación ambiental
- Afectación en la certificación ambiental
- Pérdida de credibilidad
- Sanciones y multas

Bajo uso de estándares para asegurar características de bienes y servicios en procura de la satisfacción de los usuarios

- Baja productividad y competitividad
- Altos costos funcionamiento
- Baja posibilidad para gestionar un sistema o sector

Falta de competencias de las personas y capacidades operativas

- Ineficiencias en los procesos
- Aumento de costos de bienes y servicios producidos
- Incremento de GEI
- No disponibilidad de profesionales certificados

3.1.4 ¿Qué o quiénes y de qué forma están siendo afectados o podrían ser afectados por la situación?

3.1.4.1 Listado de actores

Los actores que están relacionados con la producción y uso de bienes y servicios asociados a los sistemas e instalaciones térmicas en Colombia y por ende a las definiciones que en materia de intervención determine el Estado Colombiano, son las personas naturales y jurídicas que ejecuten labores de dirección, diseño, montaje, operación, mantenimiento, remodelación, ampliación, inspección e interventoría, de los equipos y las instalaciones de uso final y los sistemas de producción y distribución de energía térmica, que prestan servicios energéticos a usuarios de los sectores residencial, terciario e industrial.



Serían objeto de reglamentación los servicios energéticos tales como la climatización de espacios, la producción de agua caliente sanitaria - que tienen como fin el bienestar térmico, la calidad del aire interior y la higiene de las personas -; la producción y distribución de energía térmica para atender demandas de vapor, agua o calor de proceso y las necesidades de calefacción o refrigeración.

Así mismo:

Las personas naturales y jurídicas que fabriquen, importen y/o distribuyan equipos que conformen las instalaciones térmicas y los sistemas de producción y distribución de energía térmica.

Los propietarios y usuarios las instalaciones térmicas y los sistemas de producción y distribución de energía térmica.

Organismos que emitan dictámenes de la evaluación de la conformidad relacionados con una medida reglamentaria.

Los profesionales de la ingeniería, tecnólogos y técnicos, en función de su intervención en alguna de las fases de un sistema e instalaciones térmicas, y de acuerdo con las competencias legales y reglamentarias, respecto del ejercicio de sus actividades.

Así mismo, el conjunto de actores que cumpliría roles desde diversos ámbitos como parte de la implementación de disposiciones reglamentarias, como sigue:

3.1.4.2 Entidades del ejecutivo y adscritas

- Ministerio de Minas y Energía
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Ministerio del Trabajo
- Ministerio de Salud y Protección Social

- Instituto de Hidrología, meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM
- Agencia Nacional de Licencias Ambientales- ANLA
- Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA
- Superintendencia Nacional de Salud
- Instituto Nacional de Metrología –INM
- Superintendencia de Industria y Comercio – SIC
- Superintendencia de Servicios Públicos
- Centros de investigación y Academia
- Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER)
- Dirección Nacional de Bomberos

3.1.4.3 Entidades Privadas

- Fabricantes, importadores, distribuidoras y comercializadoras de quipos que conformen, a) sistemas de aire acondicionado, climatización y refrigeración; b) calderas, y c) redes de enfriamiento y calefacción.
- Empresas de ingeniería y de instalación y mantenimiento, que presenten servicios en instalaciones térmicas como: a) sistemas de aire acondicionado, climatización y refrigeración; b) calderas, y c) redes de enfriamiento y calefacción.
- Desarrolladores, empresas constructoras y de ingeniería vinculadas a proyectos de construcción de edificios, así como administradores de mantenimiento y operación de edificios.
- Organismo Nacional de Acreditación de Colombia ONAC
- Organismos Evaluadores de la Conformidad OEC (Laboratorios de ensayo y calibración, Organismos de Inspección)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – Icontec



- Entidades de certificación
- Asociaciones y agremiaciones
- Banca privada, bancos desarrollo
- Aseguradoras de Riesgos Profesionales
- Centros de investigación y Academia

Los actores participantes del ciclo de talleres han manifestado que es necesario resolver las situaciones problemáticas anteriormente ilustradas para los sistemas e instalaciones térmicas, dado que afectan su productividad, incrementan los costos de operación y se está expuesto a condiciones inseguras deteriorando la calidad de los ambientes de trabajo, con consecuencias sobre la eficiencia en el uso de los recursos, especialmente los relacionados con el uso de la energía.

Por otro lado, también se hicieron manifestaciones en sentido que las acciones que busquen reducir las problemáticas identificadas, implicarían, en algunos casos, inversiones de recursos para reducir los efectos negativos citados, los cuales pueden provenir de diversos actores, dependiendo del tipo de estrategia de mejora.

4 Análisis de Impacto Normativo para bienes y servicios asociados a sistemas e instalaciones térmicas en Colombia



4.1 Definición de los objetivos

4.1.1 Objetivo General

Reducir el riesgo de pérdida de recursos energéticos y ambientales disponibles por su uso, así como evitar el detrimento del beneficio recibido de los usuarios de sistemas e instalaciones térmicas y sus aplicaciones, mediante el establecimiento de medidas que contribuyan adicionalmente a la competitividad y crecimiento del sector energético, en cumplimiento de los mandatos de ley asociados al Uso Racional y Eficiente de la Energía, su debida gestión y los compromisos internacionales de reducción de emisiones.

4.1.2 Objetivos Específicos

- Mejorar el desempeño energético y las condiciones de seguridad de los equipos y las instalaciones de uso final y los sistemas de producción y distribución de energía térmica y servicios asociados en el país.
- Asegurar la implementación de medidas para la reducción del riesgo de ineficiencia energética y accidentalidad en el uso energético y prestación de servicios, tales como la climatización de espacios, la producción de agua caliente sanitaria; la producción y distribución de energía térmica para atender demandas de vapor, agua o calor de proceso y necesidades de calefacción o refrigeración. Lo anterior bajo el entendido que algunas de las prestaciones tienen como fin el bienestar térmico, la calidad del aire interior y la higiene de las personas.

- Reducir asimetrías de información entre los actores públicos y privados en lo concerniente a sistemas, instalaciones y equipos de uso final, para producción y distribución de energía térmica y servicios asociados.

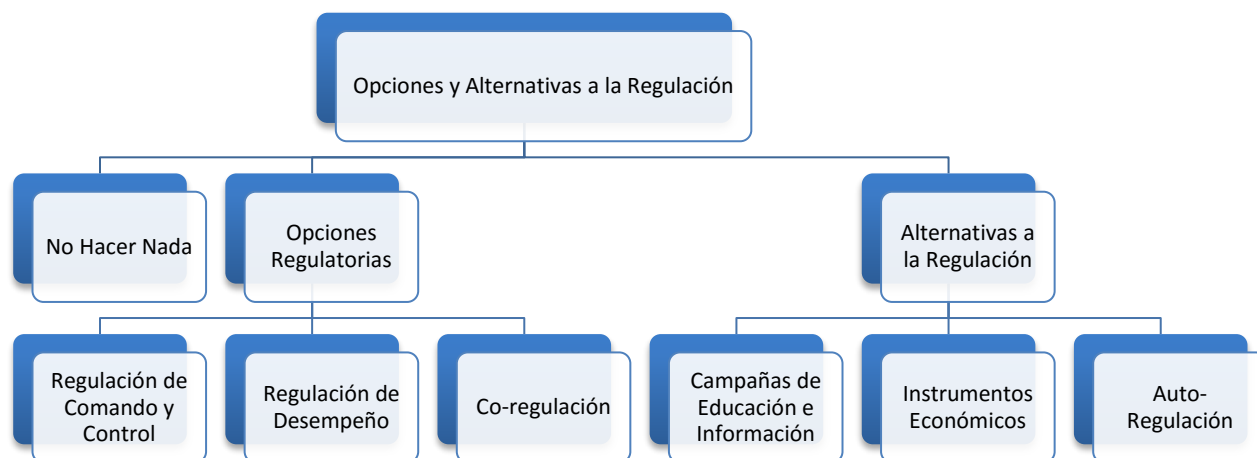
4.1.3 Objetivos Operacionales

- Generar señales de mercado claras, en el mediano y largo plazo que minimicen los riesgos de menoscabar los objetivos legítimos del país.
- Unificar criterios establecidos en diversas iniciativas reglamentarias en función de la mejora regulatoria.

5 Selección de opciones y/o alternativas

De acuerdo con lo descrito anteriormente la situación que requiere la acción gubernamental, responde a los mandatos de ley, los compromisos internacionales del país y la puesta en marcha de las políticas gubernamentales. En este sentido, el conjunto de opciones de solución, y la selección de estas para una mejor respuesta a los objetivos trazados que contemple la opinión de las partes interesadas, pueden clasificarse en medidas no regulatorias, regulatorias o el mantenimiento del estatus quo, como se muestra en la figura siguiente:

Ilustración 3 Opciones y alternativas de solución



FUENTE: MARCO LEGAL Y METODOLÓGICO DEL ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO. CONSORCIO HINICIO-CAEM. CONSULTORÍA SECO-MADS. 2019.

En atención a los resultados obtenidos en los talleres nacionales, los asistentes consideran que mantener el estatus quo no es suficiente para generar un cambio en la prestación de servicios objeto de análisis. Por esta razón se plantean el grupo de soluciones, de acuerdo con la tipología no regulada o regulada como sigue:

5.1 Soluciones No Regulatorias

Fortalecer las competencias de las personas y capacidades operativas

Fomentar en los programas de formación y entrenamiento las competencias de profesionales, tecnólogos y técnicos, previa su identificación y normalización, facilitará el cumplimiento de los requerimientos de los servicios objeto de análisis.



Es importante promover la sensibilización, difusión, capacitación, guías de buenas prácticas y en especial la formación por competencias en el ámbito de la gestión eficiente de la energía.

Es muy importante el rol de los administradores de los edificios y los actores inmobiliarios, por la responsabilidad en la operación y mantenimiento de los sistemas e instalaciones requiriéndose por esto las competencias de este personal en cuanto a monitoreo y medición de variables de los sistemas analizados.

Falta de herramientas y mecanismos de control operativos

El control y seguimiento de variables de proceso en la operación de sistemas e instalaciones térmicas presenta falencias tales como la falta de herramientas o mecanismos e instrumentos que permitan capturar datos confiables para la toma de decisión.

Es importante tener en cuenta el uso de la simulación para los sistemas analizados, herramienta que deberá contrastarse en la fase de inspección sobre el desempeño del sistema en sitio.

Incrementar el uso de estándares y el acceso a la información

El uso de estándares tales como guías técnicas o procedimientos internos es un apoyo esencial para mantener una mejora continua de los requerimientos del producto o servicio. Esto se hace relevante frente a los temas de eficiencia energética, seguridad y control de la calidad, así como con la protección del medio ambiente.

Es importante que tanto estándares nacionales como internacionales se encuentren disponibles por las autoridades competentes.



Es necesaria la recopilación de información especialmente relacionada con incidentes y accidentes que hayan comprometido la integridad de la vida o el ambiente, que permitan contar con datos confiables para el análisis y establecimiento de acciones concretas.

Los equipos existentes en el mercado con los que se prestan los servicios objeto de la reglamentación, requieren una clasificación debido a las diferencias entre usos o servicios prestados y las tecnologías asociadas a los diversos equipamientos. Así mismo, es necesario el establecimiento de indicadores que permitan monitorear diversos parámetros de los equipos, en el mismo sentido se requiere definir variables que permitan identificar claramente las características de las tecnologías presentes en el mercado y de la capacidad instalada.

Se requieren bases de datos confiables que administradas recurrentemente permitan obtener información sobre importaciones, fabricación y ensamble nacional, suministro de información certificada y ofertas de laboratorios de ensayo, entre otros

Uso eficiente de la energía y reducción de emisiones GEI y SAO

La eficiencia energética como estrategia para la reducción de emisiones de efecto invernadero y del potencial agotamiento de la capa de ozono, además de dar cumplimiento a los compromisos de país en la reducción de GEI, permite incrementar la productividad mediante la disminución de costos asociados a la operación de los sistemas e instalaciones térmicas. Sin embargo, es importante promover buenas prácticas asociadas a la gestión integral de la energía tal como el levantamiento de la línea base de energía o referente inicial del consumo energético para establecer medidas pertinentes. Así mismo, el establecimiento de requisitos asociados a límites mínimos de eficiencia energética es de gran importancia a la hora de establecer exigencias a los equipos que se comercializan y al desempeño de los sistemas instalados.



Es importante valorar índices a nivel sectorial que describan el desempeño de los sistemas e instalaciones, tales como costos por metro cuadrado, nivel de eficiencia por unidad de capacidad instalada, entre otros.

Seguridad y efectos sobre la salud

La determinación de factores de riesgo, así como la implementación de la evaluación de riesgos en los sistemas e instalaciones térmicas, son de especial relevancia dado que un monitoreo de los riesgos disminuirá el potencial de presentar accidentes que puedan afectar la salud y la vida humanas, así como del ambiente.

Es importante incluir acciones de inspección y certificación en la fase de operación y mantenimiento que garanticen un dictamen aprobatorio de las instalaciones.

Es importante que se mejore la difusión sobre las estrategias de posconsumo, se fortalezcan entidades y proyectos orientados a fortalecer la cadena de valor de la disposición de residuos.

5.2 Soluciones Regulatorias

Fortalecer las competencias de las personas y capacidades operativas

Los Organismos de Evaluación de la Conformidad –OEC- tales como los de inspección deben incluir esquemas de evaluación para determinar el tipo y aplicabilidad de las competencias necesarias para la operación de sistemas e instalaciones térmicas.

Establecer parámetros y condiciones mínimas para la lectura, accesibilidad y calidad de la medición, así como establecer requisitos de diseño que tenga en cuenta los puntos de medición y la accesibilidad, permitirá tener mejores resultados en los procesos de evaluación de conformidad.

Igualmente, la formación de evaluadores e inspectores con capacidades vigentes y la acreditación de organismos evaluadores de personas permitirán complementar las capacidades de análisis y verificación requeridas para los sistemas e instalaciones, incluyendo en su alcance las actividades de evaluación de conformidad. Resulta entonces fundamental que los inspectores cuenten con competencias, de acuerdo con los tipos de proyecto y sus diferentes etapas, dada la diversidad de las variables a verificar y los riesgos asociados.

Incrementar el uso de estándares y el acceso a la información

Es importante establecer y aumentar el uso de estándares (internacionales o nacionales armonizados) que establezcan requisitos desde el diseño hasta el desmantelamiento de los sistemas e instalaciones térmicas, y parámetros y/o rangos que permitan demostrar el desempeño de los mismos frente a las condiciones del servicio. Tales parámetros o rangos deben permitir el monitoreo de indicadores de desempeño energético, calidad del aire interior y condiciones de seguridad que presenten riesgos a la integridad humana y al ambiente.

Uso eficiente de la energía y reducción de emisiones GEI y SAO

Los indicadores que permitan obtener información pertinente sobre el desempeño energético y la afectación en la reducción de emisiones GIE y SAO, deben corresponder a parámetros de eficiencia energética acordes con los tipos de sistemas objeto de análisis. Los cuales deben ser medidos y monitoreados para tomar decisiones frente al cumplimiento de metas de consumo energético y de cumplimiento de servicios prestados.

Seguridad y efectos sobre la salud

La calidad del aire interior requiere el establecimiento de requisitos que permitan garantizar el confort de los usuarios en edificaciones.

6 Preparación del análisis de impacto

6.1 Priorización de aspectos relevantes para la reglamentación

Los participantes del ciclo de talleres, llevaron a cabo una propuesta de priorización de los aspectos relevantes para la propuesta de reglamentación, obteniendo los siguientes resultados.

6.1.1 Seguridad

La seguridad fue el aspecto con mayor importancia para los participantes, esto para todas las fases (procesos) en el marco de la gestión de los servicios objeto de estudio.

6.1.2 Protección del Medio Ambiente

Este aspecto se destaca en importancia especialmente en las fases (Procesos) de desmantelamiento y disposición final, como en la fase de construcción e inspección.

6.1.3 Satisfacción de requerimientos del sistema o instalación térmica

Este aspecto se destaca en la fase (Proceso) de diseño.

6.1.4 Desempeño Energético

Este aspecto se destaca en la fase de construcción y operación y mantenimiento, en comparación de las fases de diseño, instalación o desmantelamiento y disposición final.

A continuación, se presentan los resultados de la priorización, en dónde se da una especial relevancia a los aspectos de seguridad y protección del medio ambiente, seguido de la satisfacción de los requerimientos de los servicios, así como, el desempeño energético.

Vale la pena resaltar que la calificación está compuesta por la ponderación que hicieron los participantes para cada uno de los aspectos en el marco de análisis de la cadena de valor (Diseño, Construcción-Instalación, Operación y Mantenimiento, Inspección y Desmantelamiento), por lo tanto, el aspecto medio ambiental tuvo especial relevancia en las fases de Construcción e Instalación y Desmantelamiento.

El aspecto energético tuvo mayor relevancia en la fase de operación y mantenimiento, así como en la construcción, debido a que en estas fases está representado el mayor consumo de energía, en comparación de las fases de diseño, instalación o desmantelamiento y disposición final.

Tabla 1 Resultados de la Priorización de Aspectos objeto de Reglamentación

| Fase | Priorización* | | | | | Total | Resultado Priorización |
|------------------------------------------|---------------|----|----|---|-----|-------|------------------------|
| | D | CI | OM | I | DES | | |
| Seguridad | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1,5 | 1 |
| Desempeño Energético | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4,5 | 4 |
| Satisfacción Requerimientos del Servicio | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3,5 | 3 |
| Protección del MA | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

***Convención:**

D: Diseño

CI: Construcción - Instalación

OM: Operación – Mantenimiento

I: Inspección

DES: Desmantelamiento

Los resultados de esta ponderación y otros resultados relevantes, integran el análisis multicriterio que se explica a continuación.

6.2 Metodologías para medir costos y beneficios

Para poder identificar y evaluar los costos y beneficios asociados a la implementación de las alternativas de solución, considerando estas como medidas de intervención regulatorias, es conveniente analizar diferentes metodologías y valorar cuál de estas tendría resultados más efectivos para la evaluación, teniendo en cuenta el tipo y la calidad de información relevantes que se encuentra disponible, así como, la complejidad de la monetización de beneficios o costos asociados a la implementación de soluciones regulatorias o no regulatorias.

De acuerdo con la Guía Metodológica de Análisis de Impacto Normativo para Colombia (DNP - OCDE, 2016)⁴, en la cual se señalan las metodologías recomendadas para el desarrollo del AIN, se pueden referenciar los siguientes tipos:

- Análisis de costos administrativos
- Análisis multi-criterio
- Análisis costo-efectividad
- Análisis costo-beneficio

⁴ *Guía Metodológica de Análisis de Impacto Normativo (2016). DNP, OECD (2016). Disponible <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/Colombia-2016-web.pdf>*



6.2.1 Análisis Multicriterio

De acuerdo con las necesidades particulares del Análisis de Impacto Normativo, la metodología de análisis multicriterio se combinó con herramientas tales como: a) panel de expertos en lo referente a las ponderaciones de los aspectos relevantes de la reglamentación, -llevado a cabo durante el ciclo de talleres-, b) análisis de riesgos, en cuanto a la percepción de costos por las acciones de implementación regulatoria, c) herramientas de observación, tales como análisis de estudios de caso, resultados de entrevistas y otras fuentes de información secundaria como estudios técnicos sobre potenciales de eficiencia energética, - se incluyeron el análisis costo-efectividad en lo referente a la implementación de medidas de eficiencia energética e impactos sociales y económicos de incentivos para la sustitución de equipos eficientes.

De acuerdo con la información disponible a la fecha, el análisis multicriterio responde de manera transparente y sistemática a la configuración de la mejor metodología de evaluación frente a la situación problemática identificada.

Los beneficios valorados en el análisis son aquellos que las partes interesadas han manifestado mediante los canales de participación y especialmente en el ciclo de talleres orientados a la construcción del Análisis de Impacto Normativo- AIN. Dicha información es considerada la calificación cualitativa dada a los criterios de evaluación, que en este caso fue efectuada por las partes interesadas en espacios de participación abierta.

Los criterios de evaluación corresponden a aspectos relevantes de la reglamentación los cuales están asociados a indicadores, los cuales serán base para el monitoreo de las soluciones propuestas y como seguimiento a los resultados del Análisis de Impacto Normativo – AIN.



Se consideran como beneficios los efectos positivos por el establecimiento de la reglamentación.

6.2.2 Resultados del análisis multicriterio

6.2.2.1 Resultados de priorización de alternativas de solución

De acuerdo con los resultados y la naturaleza del problema, se propone abordar y tratar la situación problemática mediante un paquete de medidas regulatorias y no regulatorias, con el fin de dar respuesta al objetivo general de la reglamentación, en línea con el mandato de ley por un uso eficiente de la energía y los compromisos en la reducción de emisiones de efecto invernadero; así como de la contribución a la competitividad y al crecimiento del sector energético.

Así mismo, en pro del cumplimiento de los objetivos específicos, como son, la mejora del desempeño energético y las condiciones de seguridad de los equipos y las instalaciones de uso final y los sistemas de producción y distribución de energía térmica objeto de análisis.

Y en aras de alcanzar los objetivos operacionales de reducción del riesgo de ineficiencia energética, accidentalidad en los servicios energéticos e incumplimiento de los requerimientos de los servicios energéticos que tienen como fin, el bienestar térmico, la calidad del aire y la higiene de las personas, en la climatización, dotación de agua caliente sanitaria y la producción y distribución de energía térmica para atender demanda de vapor, agua o calor de proceso y necesidades calefacción y refrigeración.

Finalmente se prevén acciones paralelas que como consecuencia de la reglamentación crean espacios para la reducción de asimetrías de información entre los actores públicos y privados en lo concerniente los equipos y las instalaciones de uso final y los sistemas de producción y distribución de energía térmica y la promoción, difusión, capacitación, fortalecimiento de buenas prácticas y en especial la formación por competencias en el ámbito de la gestión eficiente de la energía.

A continuación, se presenta el resultado de la priorización de acciones, es importante tener en cuenta que las soluciones de los aspectos de desempeño energético y protección del medio ambiente van de la mano debido a la estrecha relación entre la eficiencia energética, el uso de energías no convencionales y la cogeneración, tienen sobre la disminución de las emisiones GEI y las SAO.

Tabla 2 Resultados de la priorización de alternativas de solución

| Aspectos de la Reglamentación | Situación Problemática | Propuesta de Solución | | Ponderación de los Aspectos |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| | | Solución Regulatoria | No Solución Regulatoria | |
| Seguridad | Falta de seguridad y efectos negativos sobre la salud y la vida | Monitoreo, análisis y control de las variables que determinan la calidad del entorno, espacios de uso humano y equipos a los que se encuentren expuestos los usuarios | Establecer parámetros asociados a condiciones de seguridad de las instalaciones térmicas. | 1 |

| | | | | |
|--|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | | Fortalecer el desarrollo, uso y mejora de estándares de calidad y seguridad. | Establecer y/o Incrementar el uso de estándares y el acceso a la información que establezcan requisitos desde el diseño hasta el desmantelamiento de los sistemas e instalaciones térmicas, y parámetros y/o rangos que permitan demostrar el desempeño de los mismos frente a las condiciones del servicio. | |
| | | La implementación de sistemas de seguridad industrial y salud ocupacional | | |
| | | Durante la operación y el mantenimiento se cumplan las funciones de inspección y certificación garantizar un servicio idóneo | | |
| | Presencia de enfermedades en los recintos de trabajo | | Establecimiento de requisitos que permitan garantizar el confort de los usuarios en edificios. | |

| Aspectos de la Reglamentación | Situación Problemática | Propuesta de Solución | | Ponderación de los Aspectos |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| | | Solución No Regulatoria | Solución Regulatoria | |
| Protección del Medio Ambiente | Baja reducción de emisiones GEI y SAO | Promover buenas prácticas asociadas a la operación y mantenimiento de sistemas de refrigeración y procesos que usen refrigerantes | Establecer requisitos asociados a uso de refrigerantes con menor o nulo potencial de calentamiento global y deterioro de la capa de ozono, en la cadena de valor y los sistemas instalados | 2 |
| Aspectos de la Reglamentación | Situación Problemática | Propuesta de Solución | | Ponderación de los Aspectos |
| | | Solución Regulatoria | Solución No Regulatoria | |
| Aseguramiento Requisitos del Servicio | Bajo nivel de aseguramiento de las características del producto, proceso o servicio a satisfacción del usuario | Mejorar las condiciones de monitoreo y la definición de indicadores, que garanticen el control de variables clave | Establecer y/o Incrementar el uso de estándares y el acceso a la información que establezcan requisitos desde el diseño hasta el desmantelamiento de los sistemas instalaciones térmicas, y parámetros y/o rangos que permitan demostrar el desempeño de los mismos frente a las condiciones del servicio. | 3 |

| | | Incrementar el uso, desarrollo y disponibilidad de estándares (complementarse, crearse o actualizarse) | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| | | Recopilación de información sobre incidentes y accidentes, y el desempeño energético de los sistemas térmicos y sus instalaciones | | |
| | | Clasificación de servicios prestados y las tecnologías asociadas a los diversos equipamientos | | |
| | | Bases de datos confiables y actualizadas permitan obtener información sobre datos del mercado | | |
| Aspectos de la Reglamentación | Situación Problemática | Propuesta de Solución | | Ponderación de los Aspectos |
| | | Solución Regulatoria | No Solución Regulatoria | |
| Desempeño Energético | Uso ineficiente de la energía | Promover buenas prácticas asociadas a la | Se deben establecer indicadores que permitan obtener información | 4 |

| | | gestión integral de la energía | pertinente sobre el desempeño energético y la afectación en la reducción de emisiones GEI y SAO | |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| | | Creación y monitoreo de índices que describan el desempeño de los sistemas e instalaciones | Medir y monitorear indicadores para tomar decisiones frente al cumplimiento de metas de consumo energético y de cumplimiento de servicios prestados. | |
| | | | Establecer requisitos asociados a límites mínimos de eficiencia energética en equipos que se comercializan y al desempeño de los sistemas instalados. | |
| Aspectos de la Reglamentación | Situación Problemática | Propuesta de Solución | | Ponderación de los Aspectos |
| | | Solución Regulatoria | Solución No Regulatoria | |
| Trasversal – Sensibilización, Formación y Capacitación | Falta de competencias de las personas y capacidades operativas | Fomentar programas de formación y entrenamiento que fortalezcan las competencias de profesionales, tecnólogos y técnicos, e inspectores y evaluadores de la conformidad. | Los Organismos de Evaluación de la Conformidad –OEC– tales como los de inspección deben incluir esquemas de evaluación para determinar el tipo y aplicabilidad de las competencias necesarias para la operación de sistemas e instalaciones térmicas. | Trasversal |

| | | | | |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | | Promover la sensibilización, difusión, capacitación, guías de buenas prácticas y en especial la formación por competencias en el ámbito de la gestión eficiente de la energía. | Establecer parámetros y condiciones mínimas para la lectura, accesibilidad y calidad de la medición, así como establecer requisitos de diseño que tenga en cuenta los puntos de medición y la accesibilidad. | |
| | | Desarrollo de destrezas de especialistas en los diferentes grados de formación que apoyen el desarrollo de sistemas e instalaciones térmicas en el país. | | |
| | | Fortalecimiento de capacidades de personas en los aspectos de seguridad industrial y salud ocupacional, así como especialistas de inspección que efectúen labores en instalaciones objeto de análisis | | |
| | | Acreditación de organismos evaluadores de personas | | |

| | | | | |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| | | <p>Durante la fase de operación es muy importante la capacidad de los administradores de los edificios e incluso la labor de información previa de los actores inmobiliarios o instaladores antes de operación de los sistemas.</p> | | |
| | | <p>Fortalecimiento de competencias del personal encargado en la operación y mantenimiento de los sistemas mediante capacitación y entrenamiento entre otras áreas en, monitoreo y medición de variables de los sistemas analizados.</p> | | |
| | | <p>Es importante tener en cuenta el uso de programas de simulación orientados a predecir y monitorear variables de desempeño de los sistemas analizados, las cualidades de este</p> | | |

| | | | | |
|--|--|------------------------------------------------------------|--|--|
| | | tipo de herramientas deberán permitir un uso generalizado. | | |
|--|--|------------------------------------------------------------|--|--|

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

6.2.2.2 Análisis de Riesgos

En el análisis de riesgo tiene en cuenta la probabilidad (posibilidad de ocurrencia del riesgo) y el impacto como las consecuencias que puede ocasionar la materialización del riesgo.⁵

Tabla 3 Matriz de Calificación y Valoración de Riesgos

| PROBABILIDAD | IMPACTO | | | | |
|-----------------|--------------------|-----------|--------------|-----------|------------------|
| | Insignificante (1) | Menor (2) | Moderado (3) | Mayor (4) | Catastrófico (5) |
| Raro (1) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Improbable (2) | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Posible (3) | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| Probable (4) | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 |
| Casi Seguro (5) | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 |

FUENTE: METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO APLICADO A REGLAMENTOS TÉCNICOS.

MINMINAS. UNAL. 2018

De acuerdo con los resultados de los riesgos identificados por los participantes ante la aplicación de medidas regulatorias, se destaca la percepción sobre la no

⁵ MINMINAS. UNAL. Metodología de Análisis de Impacto Normativo aplicado a Reglamentos Técnicos. 2018

implementación de las medidas regulatorias o no regulatorias, teniendo en cuenta los aspectos de seguridad, desempeño energético, satisfacción de requerimientos del servicio y protección del medio ambiente. Los riesgos descritos representan situaciones potenciales que sin un debido manejo preventivo desencadenan en problemas con efectos negativos sobre las personas, procesos, ambiente y calidad de los servicios prestados.

Tabla 4 Resultados Análisis de Riesgos - Consecuencias de la Ausencia de Reglamentación

| Aspecto | Riesgo | Calificación Total (Probabilidad*Impacto) | Puntaje |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|
| Seguridad | Falta de información y de gestión de procedimientos y manuales técnicos | 34 | ALTO RIESGO |
| | Falta de conocimiento, capacitación y recursos para la verificación | 34 | ALTO RIESGO |
| Satisfacción del Requerimiento del Servicio | Incremento de costos y tiempos de implementación y capacidades para el procesamiento. | 44 | RIESGO EXTREMO |
| | Difícil acceso para la medición y registro | 55 | RIESGO EXTREMO |
| Desempeño Energético | Capacitaciones deficientes en modelación y balance energético. | 55 | RIESGO EXTREMO |
| | Falta de información sectorial. | 53 | ALTO RIESGO |
| Protección de Ambiente | Aumento de costos por cumplimiento y pago de multas. | 44 | RIESGO EXTREMO |
| | Operación efectiva de desmantelamiento. | 54 | RIESGO EXTREMO |
| | Competencia requerida para desmantelamiento adecuado. | 44 | RIESGO EXTREMO |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por otro lado, los participantes evaluaron riesgos asociados al incremento en los costos de inversión CAPEX/OPEX debido al cumplimiento regulatorio, así como una posible restricción de ofertas por la exigencia en el uso de estándares y a un posible aumento de costos asociados al monitoreo, calibración de equipos y servicios de certificación calificados.

Tabla 5 Resultados Análisis de Riesgos - Efectos Económicos de la Reglamentación

| Aspecto | Riesgos | Calificación (Probabilidad*Impacto) | Total Puntaje |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|
| Económico | Restricción de ofertas | 24 | ALTO RIESGO |
| Económico | Aumento de costos de inversión (CAPEX/OPEX) | 33 | ALTO RIESGO |
| Aumento de costos asociados al monitoreo, calibración de equipos, servicios de certificación calificados | Aumento de costos asociados al monitoreo, calibración de equipos, servicios de certificación calificados | 34 | ALTO RIESGO |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

6.2.3 Herramientas de observación

A continuación, se presenta el resultado de la revisión de información secundaria, tales como estudios de caso, estudios técnicos del sector de energía, análisis sobre la



implementación de medidas de eficiencia energética, entre otros temas que permiten entender el panorama del lector objeto de estudio. Fuentes energéticas, usos y aplicaciones de la energía en la industria manufacturera ⁶⁻⁷⁻⁸

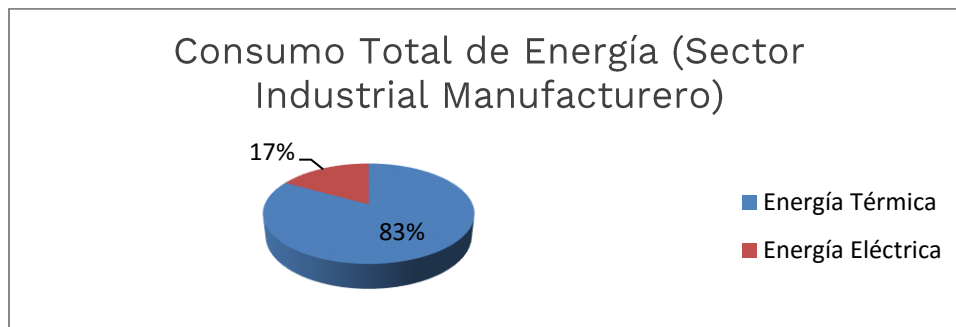
La energía térmica representa el 83% de consumo total de energía en el sector industrial (equivalente a 15.374 GWh – Cálculo a partir de BECO 2017), el restante 17% corresponde al uso de energía eléctrica (equivalente a 3.141 GWh - Cálculo a partir de BECO 2017). Los sistemas de combustión y calentamiento presentan una extrema obsolescencia tecnológica, sumado a una baja eficiencia energética y alta emisión de Gases Efecto Invernadero – GEI- y otros contaminantes atmosféricos. También se encuentra una baja calidad de los productos y productividad de los procesos, así como problemas de salud ocupacional. (UPME, INCOMBUSTION, 2014)

⁶ *Foro eficiencia energética en la industria. 2015 ANDI. Programa de investigación e innovación en combustión avanzada de uso industrial. Grupo de Ciencia y Tecnología del Gas y Uso Racional de la Energía – GASURE. Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. Bogotá. Septiembre 23 de 2015*

⁷ *Determinación del potencial de reducción del consumo energético en los subsectores manufactureros códigos CIU 10 a 18 en Colombia. Proyecto UPME – Colciencias – INCOMBUSTION. 2013-2014.*

⁸ *Taller técnico regional “Tendencias de eficiencia energética en el uso de combustibles fósiles”. Ponencia: “oportunidades de mejoramiento de la eficiencia. Energética térmica en procesos industriales”. Andrés Amell Arrieta. Red de investigación e innovación en combustión avanzada de uso industrial. INCOMBUSTION. Grupo de Ciencia y Tecnología del Gas y Uso Racional de la Energía. GASURE. Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. Septiembre 23 de 2014.*

Ilustración 4 Distribución del consumo de energía – sector industrial manufacturero



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME (PAI PROURE 2017 – 2022)

La distribución del consumo de energía mostrado en la gráfica anterior incluye en su mayoría las industrias de manufactura más energointesivas.

Los procesos principales objeto de análisis en el estudio referenciado, corresponden a actividades de manufactura en donde los rangos y valores de temperatura se clasifican en:

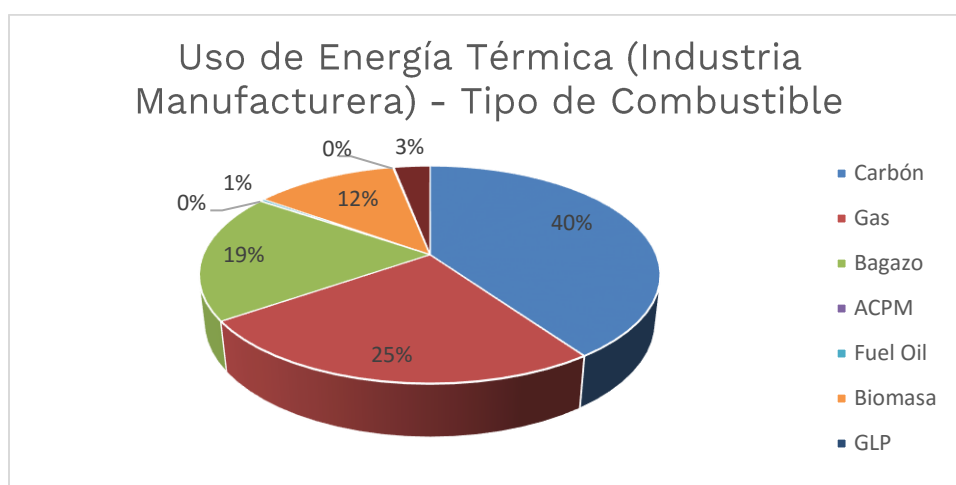
Tabla 6 Procesos y valores de temperatura en la industria manufacturera

| Proceso | Rango de Temperaturas |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Calentamiento de líquidos industriales y producción de agua caliente | 45 – 100°C |
| Calentamiento de aire para secado industrial | 70 – 120°C |
| Fusión de metales | 232°C, 657°C, 1083°C, 1530°C |
| Forja | 1000°C |
| Tratamientos térmicos | 450°C, 600°C, 900°C, 1000°C |
| Procesos cerámicos | 1110 – 1370°C |
| Producción de cemento | 1400 °C |
| Fusión de vidrio | 500 °C |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

De acuerdo con el combustible empleado, el uso de energía térmica en la industria manufacturera corresponde a:

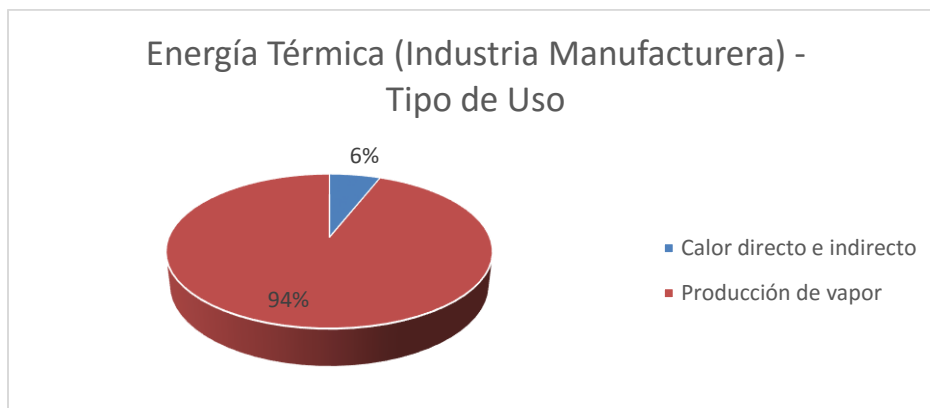
Ilustración 5 Distribución del consumo de energía – sector industrial manufacturero



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME-INCOMBUSTIÓN 2014

El uso de la energía térmica en la industria para la producción de vapor es del 94% (equivalente a 14.451 GWh – Cálculo a partir de BECO 2017), el restante 6% (equivalente a 922 GWh – Cálculo a partir de BECO 2017) a usos de calor directo e indirecto).

Ilustración 6 Uso de energía térmica en la industria manufacturera



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME-INCOMBUSTIÓN 2014

En cuanto al calor residual producto de la generación de vapor, se presentan diversas aplicaciones, tales como a) secado, b) curado a baja temperatura, c) calentamiento de agua, d) calefacción de aire.

La capacidad de generación de vapor está representada en la capacidad instalada en calderas, especialmente en acuatubulares en el sector de alimentos (subsector de producción de azúcar), papel y textiles, con una potencia media entre 2400BHP y 3000 BHP, usando como combustible principal carbón mineral y biomasa (bagazo de caña y residuos de palma de aceite). La potencia media de las calderas piro-tubulares se encuentra entre 200BHP a 900 BHP, estas calderas son utilizadas en todos los sectores y en su mayoría cuentan con el gas natural como combustible.

Las eficiencias de combustión en calderas acuatubulares con potencias mayores a 1000BHP que operan con combustibles tales como carbón y biomasa, se reporta en



65%, y para potencias inferiores dicha eficiencia corresponde al 76%. (UPME, INCOMBUSTION, 2014)

El uso del vapor en la industria se destina al calentamiento de material a temperaturas inferiores a 160°C mediante la condensación del vapor en serpentines, que a su vez calientan por convección aire o agua o en la inyección directa al producto, por ejemplo, en el sector de alimentos se emplea en el control de humedad e hidratación. La mayor parte del vapor usualmente se libera a la atmósfera.

La falta de sistemas de recuperación de calor sensible y calor latente de vaporización evita que el calor recuperado pueda utilizarse en precalentamiento del aire de combustión, el agua de alimentación y/o el agua de reposición a la caldera, y en algunas aplicaciones el precalentamiento de materias primas utilizadas en los procesos de transformación. (UPME, INCOMBUSTION, 2014)

Para algunas aplicaciones es viable, técnicamente, la sustitución con sistemas de calentamiento directo, como: a) calentamiento por paneles radiantes, b) calentamiento por radiación infrarroja, c) calentamiento por combustión directa, d) quemadores de alta velocidad, e) calentamiento de agua por tubos inmersos, f) bombas de calor; logrando eficiencias superiores al 70%.

Con respecto a los sistemas de bombeo para la regulación del caudal existen oportunidades de eficiencia del 45% para el sistema, que incluye cambios de válvulas de estrangulamiento por variadores de velocidad o del 32%, en los casos de sustitución de motor de la bomba por uno de alta eficiencia.

También una mejor eficiencia en la combustión se obtendría mejorando la relación aire/combustible, que en promedio se encuentra en 50% en calderas, siendo el rango entre el 10% y el 20% indispensable para la eficiencia óptima. Existe un potencial de incremento de estas eficiencias del 1%, si se logra una reducción del 15% de exceso de

aire. Esto es especialmente importante en calderas de alto factor de carga y utilización, debido a los beneficios por el ahorro de combustible. (UPME, INCOMBUSTION, 2014)

La estrategia de cogeneración, carece de reportes de la energía térmica recuperada, sin embargo, se estima que los sistemas con motores de combustión o turbinas a gas, tienen eficiencias eléctricas dentro de límites usuales alejados del límite máximo. Los que emplean turbinas de vapor presentan eficiencias eléctricas por debajo del límite inferior usual.

En la mayoría de los casos el grado de carga del elemento motriz está por debajo del 50% lo cual es altamente desfavorable en las turbinas a gas y de vapor. En algunas empresas el grado de carga alto se ve contrarrestado por la baja eficiencia de la combustión o debido a defectos en la operación de las turbinas de vapor.

Es importante que se logre mejor medición y control del calor útil recuperado para lograr mayor confiabilidad sobre datos estimados de eficiencia térmica de estos sistemas de cogeneración.

El rendimiento eléctrico equivalente (REE) propuesto por CREG a los sistemas de cogeneración de acuerdo con el combustible empleado, muestra una tendencia a esta por debajo del mínimo para ser considerado la opción de vender electricidad al SIN. (UPME, INCOMBUSTION, 2014)

Por otra parte, se encuentra gran heterogeneidad en las unidades producción y por lo tanto en la estimación del consumo energético específico, así como la no disponibilidad de datos de placa de los equipos y sus especificaciones técnicas más importantes. Esto se considera consecuencia de la falta de tradición en el registro, la actualización o el control de información de las tecnologías y los procesos industriales manufactureros analizados. (UPME, INCOMBUSTION, 2014)

Lo anterior se suma a la ausencia de indicadores energéticos, en la industria y sus subsectores, tales como consumos específicos de energía eléctrica y térmica, relación energía térmica/energía eléctrica, factor de carga y factor de utilización de los equipos y procesos.

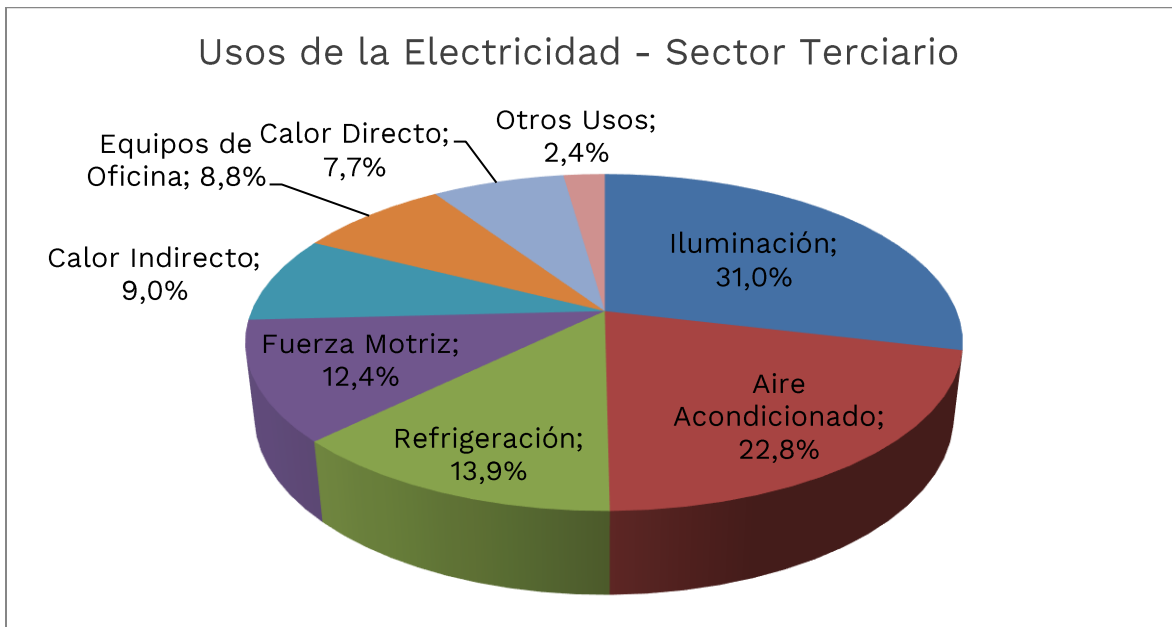
6.2.3.1 Situación del sector del Aire Acondicionado⁹

El acondicionamiento del aire y la refrigeración en el país, representa el 8% del consumo total de energía eléctrica en el país, (equivalente a 4.741 GWh – Cálculo a partir de BECO 2017), teniendo en cuenta los usuarios del sector terciario, residencial e industrial.

Sólo en el sector terciario el consumo de energía eléctrica para aire acondicionado corresponde al 22, 8%, (equivalente a 3.624 GWh – Cálculo a partir de BECO 2017).

⁹ *Formulación de una NAMA para el sector de Aire Acondicionado en Colombia – Proyecto Distritos Térmicos en Colombia. Estructuración de las áreas de intervención de la NAMA. MGM INNOVA GROUP. Agosto. 2017*

Ilustración 7 Uso de energía eléctrica en el sector terciario



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME (PAI PROURE 2017 - 2022)

De acuerdo con proyecciones de estudios previos los equipos que prestan servicios de aire acondicionado que se venderán en 10 años corresponden a equipos minisplit llegando casi a 1.200.000 equipos en el año 2030.

Para el periodo 2010 - 2015 el consumo total aparente en términos de capacidad térmica correspondiente a equipos autocontenidos, minisplit, unidades condensadoras y unidades paquete, fue de 3.237.945 TR (este valor no incluye el consumo de chillers, que equivale a 72.494 TR) para el mismo período. (MADS, MGM INNOVA GROUP, 2017)

Durante el periodo 2010 - 2015 la capacidad instalada de refrigeración se duplicó de 367.441 TR instaladas en 2010 a 704.997 TR instaladas en 2015. En el mismo periodo de



tiempo las unidades condensadoras y las unidades paquete representaron una fracción significativa del consumo total en térmicos de capacidad térmica. (MADS, MGM INNOVA GROUP, 2017)

En cuanto a la generación de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) debidas al consumo de energía eléctrica del sector de acondicionamiento del aire fijo, en el país se reportaron en 2015, 2.113.778 Ton CO₂eq.

Otras emisiones GEI asociadas al consumo de refrigerantes para mantenimiento en el sector de acondicionamiento para el mismo año, corresponden a 473.787 TonCO₂eq, lo anterior asumiendo un porcentaje de recuperación y tratamiento muy bajo.

Como resultado de lo anterior se estimaron para el año 2015 emisiones totales del sector en 2.587.565 TonCO₂eq con el 81,7% debido al consumo de energía eléctrica y el 18,3% por el consumo de refrigerantes.

Manteniendo las tendencias analizadas en el periodo de tiempo 2010 – 2015, se estima que para el año 2030 las emisiones de GEI debidas al consumo de energía eléctrica en los sistemas de aire acondicionados alcanzarán 7,2 millones de toneladas de CO₂.

Así mismo las emisiones de GEI debidas al consumo de refrigerante en los sistemas de aire acondicionado en el país alcanzarán 1,6 millones de toneladas de CO₂ en 2030. (MADS, MGM INNOVA GROUP, 2017)

6.2.3.2 Estrategia de Distritos Térmicos en Colombia¹⁰

Los Distritos Térmicos son sistemas energéticos que proveen calor y/o frío a edificaciones individuales dentro de una localidad. El suministro de calor o frío se produce en una planta central y se distribuye a través de tuberías de distribución hasta

¹⁰ Estudios realizados por MADS-UTO, en el marco del Proyecto “Distritos Térmicos en Colombia”. 2016-2018.

los puntos de recepción de los usuarios finales, en el marco de un servicio prestado por un tercero (MADS, TRACTEBEL, 2018).

Los Distritos Térmicos (DT) pueden mejorar la eficiencia energética, ya que permiten centralizar la oferta de servicios de energía térmica ya sea en forma de agua fría, agua caliente o vapor, a ser usados por diferentes clientes. Igualmente ofrece beneficios como el bajo impacto ambiental (reducción o eliminación de SAO y GEI), la facilidad en la operación y labores asociadas al mantenimiento de los equipos, así como la reducción de costos en comparación con sistemas de refrigeración convencionales. De acuerdo con Naciones Unidas, los DT pueden generar ahorros entre el 30% y el 50% en consumo de energía primaria, en comparación con sistemas de refrigeración convencionales. (MADS, TRACTEBEL, 2018).

Se estima que en Colombia la implementación de DT en siete (7) ciudades, con proyecciones a 2030 aportaría un 1,5% de ahorros de energía eléctrica en el sector terciario y el 3% de reducción de emisiones de GEI. (MADS, 2019)

El potencial de reducción de emisiones de CO₂ con la instalación de estos DT, con respecto a un escenario de Business As Usual (BAU), se estima en una reducción acumulada para el 2030 de 1.5 Mton. En cuanto a las sustancias agotadoras de la capa de ozono – SAO, se estima una reducción de emisiones de 14 toneladas de CFC-11, 84Ton de HFC-134 y 55Ton de HFC-122. (UN, EPM, Smith, 2016).

De acuerdo con estudios de factibilidad económica, los costos de operación y de mantenimiento (Opex) -de la central de enfriamiento, sistema de distribución y estaciones de transferencia-, los costos de utilities (agua, electricidad y gas natural - en caso de cogeneración-) y los costos de administración, pueden corresponder, según la configuración del DT, al 3% de los costos de inversión (Capex) por concepto de la

central de enfriamiento y del 1.5% de los costos de inversión (Capex) por concepto del sistema de distribución¹¹ (MADS, TRACTEBEL, 2018).

En los casos de sistemas convencionales que pueden requerir reinversión, así como mayores costos de mantenimiento por una mayor capacidad instalada, y menor eficiencia energética, el costo durante una vida útil estimada de 30 años puede ser menor.

6.2.3.3 Estudios técnicos sobre potenciales de eficiencia energética

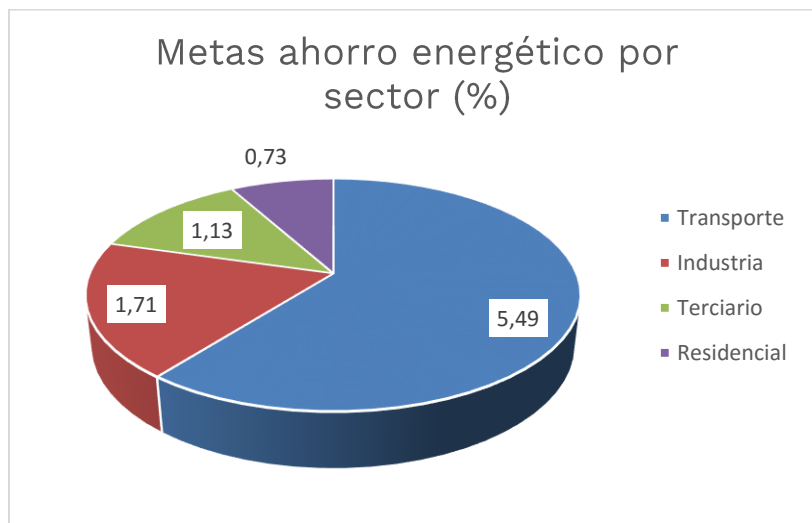
6.2.3.3.1 Referencia Plan de Acción Indicativo del Prooure -PAI PROURE¹²

De acuerdo con el Plan de Acción Indicativo del PROURE 2017 – 2022 (UPME, 2017), Resolución 41286 de 2016, la eficiencia energética global que se proyecta alcanzar se estima que los sectores industrial, terciario y residencial, en conjunto, metas indicativas de ahorro del 3,57%, siendo, 1,71% para el sector industrial, 1,13% para el sector terciario y 0,73% para el sector residencial. Esta meta corresponde a 275.269 TJ.

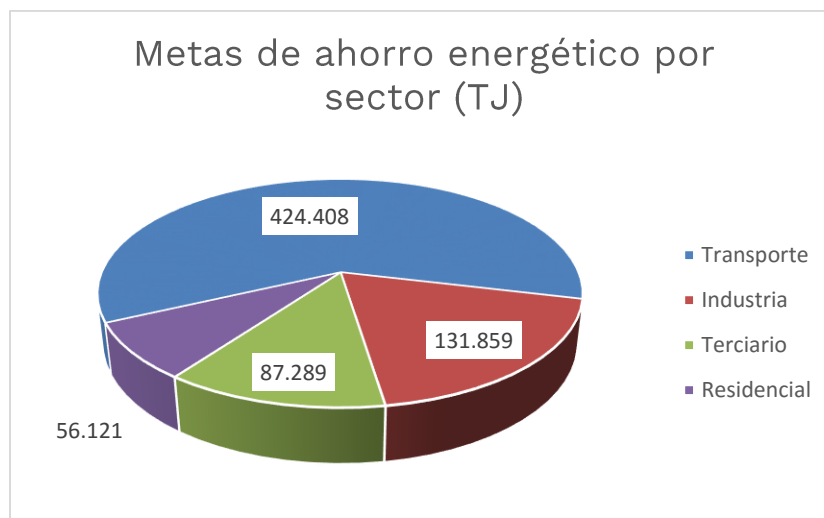
¹¹ Incluye costos indexados promedio a 30 años.

¹² UPME. Plan de Acción Indicativo del Prooure. 2017 - 2022

Ilustración 8 Metas de Ahorro Energético – PAI PROURE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME (PAI PROURE 2017 – 2022)



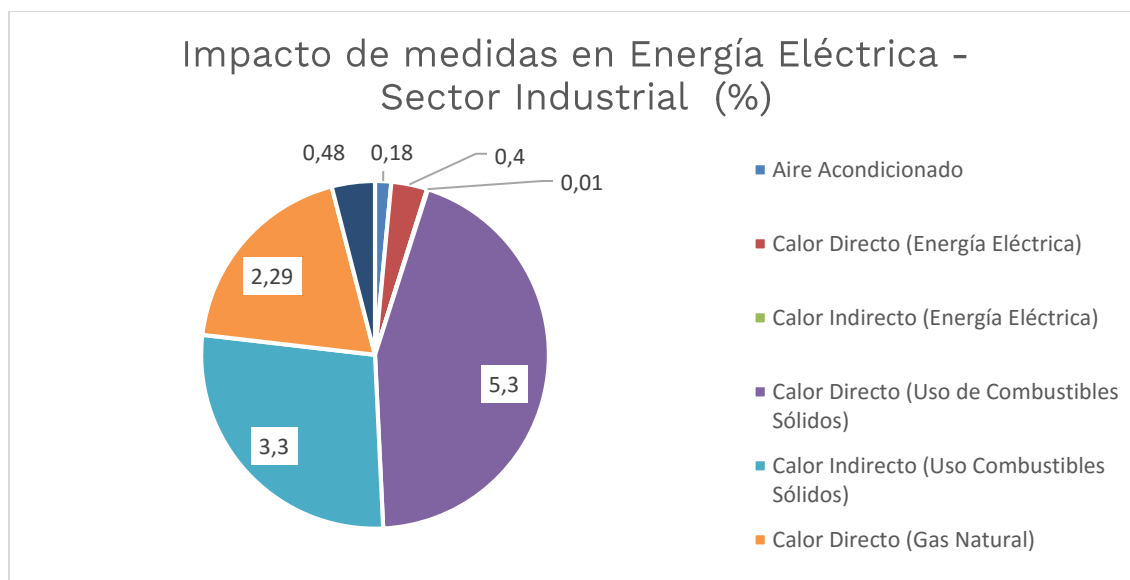
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME (PAI PROURE 2017 – 2022)

Los potenciales y principales medidas de eficiencia energética planteadas en el Pla de Acción Indicativo del Proure 2017- 2022 correspondientes al sector industrial, terciario y residencial, que se analizan en el marco del enfoque de la propuesta de reglamentación, son los siguientes:

Sector industrial

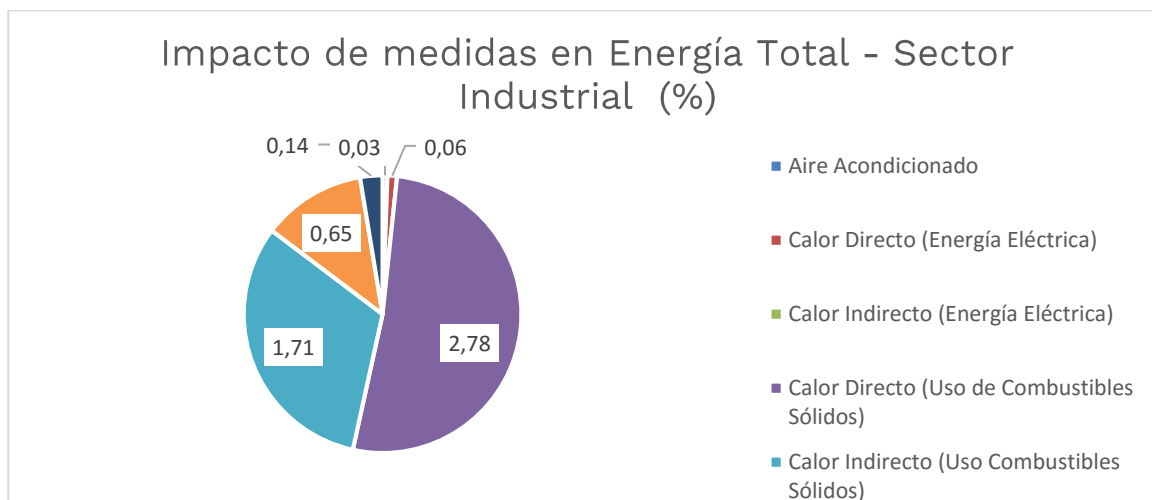
A continuación, se describe el impacto de las medidas de eficiencia energética en la reducción del consumo de energía eléctrica, energía total nacional, consumo final y en los casos con información disponible, en la reducción de GEI y SAO, dichas medidas contempladas en el PAI PROURE 2017 – 2022, son objeto de análisis para la propuesta de reglamentación.

Ilustración 9 Impacto medidas en el consumo de Energía Eléctrica – Sector Industrial - PAI PROURE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME (PAI PROURE 2017 – 2022)

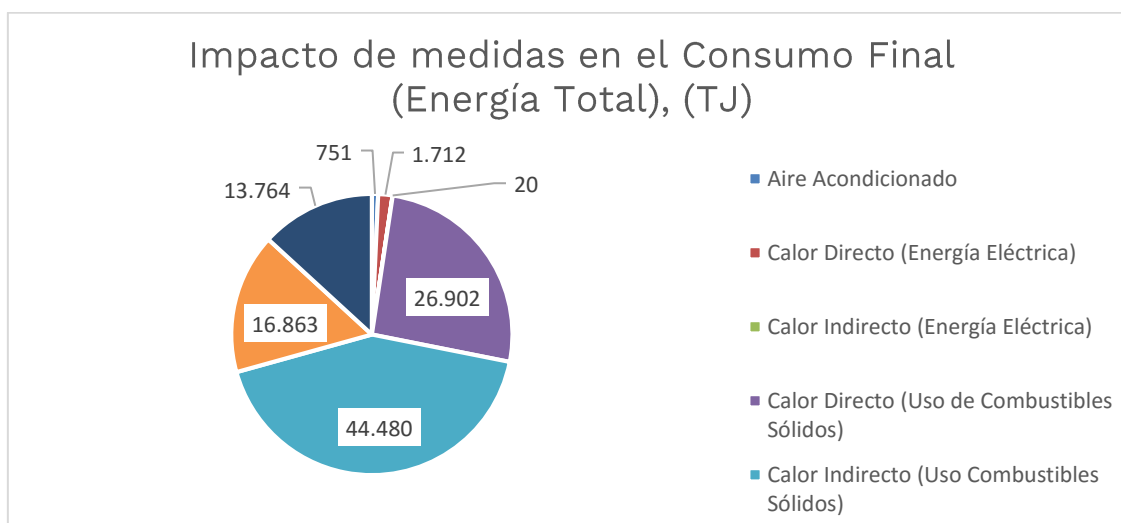
Ilustración 10 Impacto medidas en el consumo de Energía Total– Sector Industrial - PAI PROURE



FUENTE:

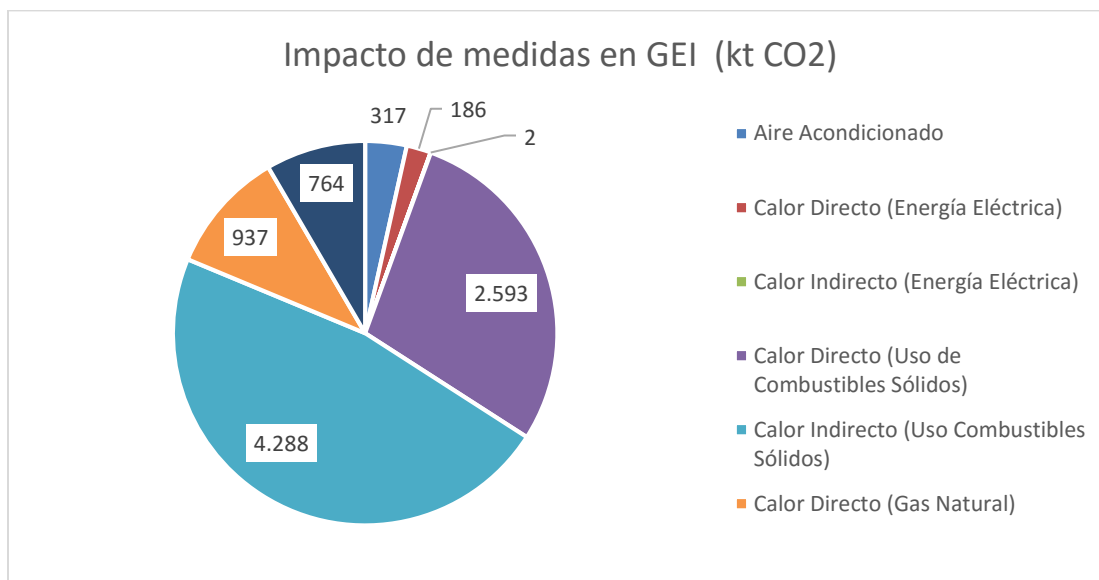
ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME (PAI PROURE 2017 – 2022)

Ilustración 11 Impacto de medidas en el Consumo Final de Energía - PAI PROURE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME (PAI PROURE 2017 – 2022)

Ilustración 12 Impacto de medidas en el Consumo Final de Energía - PAI PROURE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME (PAI PROURE 2017 – 2022)

De acuerdo con las gráficas anteriores se resume a continuación el efecto de la implementación de los diferentes tipos de medidas propuestas en el PAI PROURE. A continuación, se describe el potencial de aplicación y de eficiencia individual de cada una de las medidas, las cuales son objeto de análisis para la propuesta de reglamentación.

Eficiencia energética en aire acondicionado

Impacto sobre la energía eléctrica del sector industrial: 0,18%

Impacto sobre energía total de sector industrial: 0,03%

Impacto en consumo final (TJ): 751

Reducción en Sustancias Agotadoras de Ozono, SAO (Ton de SAO): 0,2

Reducción en Gases de efecto invernadero (kt CO₂): 317

- Uso y mantenimiento de las superficies de intercambiadores de calor y en la correcta operación de los sistemas de refrigeración bajo las condiciones de presión y temperatura con que fueron diseñados.

Potencial de aplicación: 70%

Potencial de eficiencia: 10%

- Estudio de demanda y oferta de energía térmica de frío en parques industriales que permita promover iniciativas de tercerización de este servicio.

Potencial de aplicación: NA

Potencial de eficiencia: NA

Calor directo - Energía eléctrica

Impacto sobre la energía eléctrica del sector industrial: 0,40%

Impacto sobre energía total de sector industrial: 0,06%

Impacto en consumo final (TJ): 1.712

Gases de efecto invernadero (kt CO₂): 186

- Buenas prácticas en la carga, operación, control automatizado y mantenimiento de hornos. **Potencial de aplicación:** 40%

Potencial de eficiencia: 15%

- Reposición y mantenimiento de aislamiento térmico

Potencial de aplicación: 50%

Potencial de eficiencia: 7%

- Cambios de procesos productivos para industrias manufactureras con sistemas de calentamiento directo

Potencial de aplicación: 18%

Potencial de eficiencia: 35%

Calor indirecto - Energía eléctrica

Impacto sobre la energía eléctrica del sector industrial: 0,01%

Impacto en consumo final (TJ):20

Gases de efecto invernadero (kt CO2): 2

- Buenas prácticas en operación y mantenimiento de sistemas de calentamiento indirecto

Potencial de aplicación: 50%

Potencial de eficiencia: 7%

Calor directo - Uso de combustibles sólidos

Impacto sobre la energía eléctrica del sector industrial: 5,30%

Impacto sobre energía total de sector industrial: 2.78%

Impacto en consumo final (TJ): 26.902

Gases de efecto invernadero (kt CO2): 2.593

- Buenas prácticas de operación y mantenimiento de hornos

Potencial de aplicación: 40%

Potencial de eficiencia: 10%

- Reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.

Potencial de aplicación: 40%

Potencial de eficiencia: 7%

- Mejoras en combustión de combustibles sólidos.

Potencial de aplicación: 60%

Potencial de eficiencia: 8%

- Aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión

Potencial de aplicación: 40%

Potencial de eficiencia: 10%

- Cambios de procesos productivos para industrias manufactureras con sistemas de calentamiento directo.

Potencial de aplicación: 18%

Potencial de eficiencia: 35%

Calor indirecto - Uso de combustibles sólidos

Impacto sobre la energía eléctrica del sector industrial: 3,30%

Impacto sobre energía total de sector industrial: 1.71%

Impacto en consumo final (TJ): 44.480

Gases de efecto invernadero (kt CO₂): 4.288

- Buenas prácticas de operación, simultaneidad de procesos, optimización de purga y mantenimiento de calderas

Potencial de aplicación: 60%

Potencial de eficiencia: 7%

- Reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.
Potencial de aplicación: 60%
Potencial de eficiencia: 18%
- Aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión
Potencial de aplicación: 40%
Potencial de eficiencia: 8%
- Mejoras en combustión de combustibles sólidos.
Potencial de aplicación: 50%
Potencial de eficiencia: 8%
- Sustitución de calderas convencionales a calderas de lecho fluidizado
Potencial de aplicación: 30%
Potencial de eficiencia: 23%
- Estudio de demanda y oferta de energía térmica de calor en parques industriales que permita promover iniciativas de tercerización de este servicio
Potencial de aplicación: NA
Potencial de eficiencia: NA
- Cogeneración
Potencial de aplicación: ND
Potencial de eficiencia: ND

Calor directo - Uso de gas natural

Impacto sobre la energía eléctrica del sector industrial: 2,29%

Impacto sobre energía total de sector industrial: 0.65%

Impacto en consumo final (TJ): 16.863

Gases de efecto invernadero (kt CO₂): 937

- Buenas prácticas de operación y mantenimiento de hornos
Potencial de aplicación: 40%
Potencial de eficiencia: 10%
- Reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.
Potencial de aplicación: 40%
Potencial de eficiencia: 7%
- Mejoras en combustión de gas natural
Potencial de aplicación: 60%
Potencial de eficiencia: 6%
- Aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión
Potencial de aplicación: 40%
Potencial de eficiencia: 9%
- Cambios de procesos productivos para industrias manufactureras con sistemas de calentamiento directo.
Potencial de aplicación: 18%
Potencial de eficiencia: 35%

Calor indirecto - Uso de gas natural

Impacto sobre la energía eléctrica del sector industrial: 0,48%

Impacto sobre energía total de sector industrial: 0.14%

Impacto en consumo final (TJ): 13.764

Gases de efecto invernadero (kt CO₂): 764

- Buenas prácticas de operación, simultaneidad de procesos, optimización de purga y mantenimiento de calderas
Potencial de aplicación: 60%
Potencial de eficiencia: 7%
- Reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.
Potencial de aplicación: 60%
Potencial de eficiencia: 8%
- Aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión
Potencial de aplicación: 70%
Potencial de eficiencia: 10%
- Mejoras en combustión de gas natural
Potencial de aplicación: 30%
Potencial de eficiencia: 6%
- Sustitución de reconversión de calderas piro-tubulares a súper calderas
Potencial de aplicación: 30%
Potencial de eficiencia: 18%

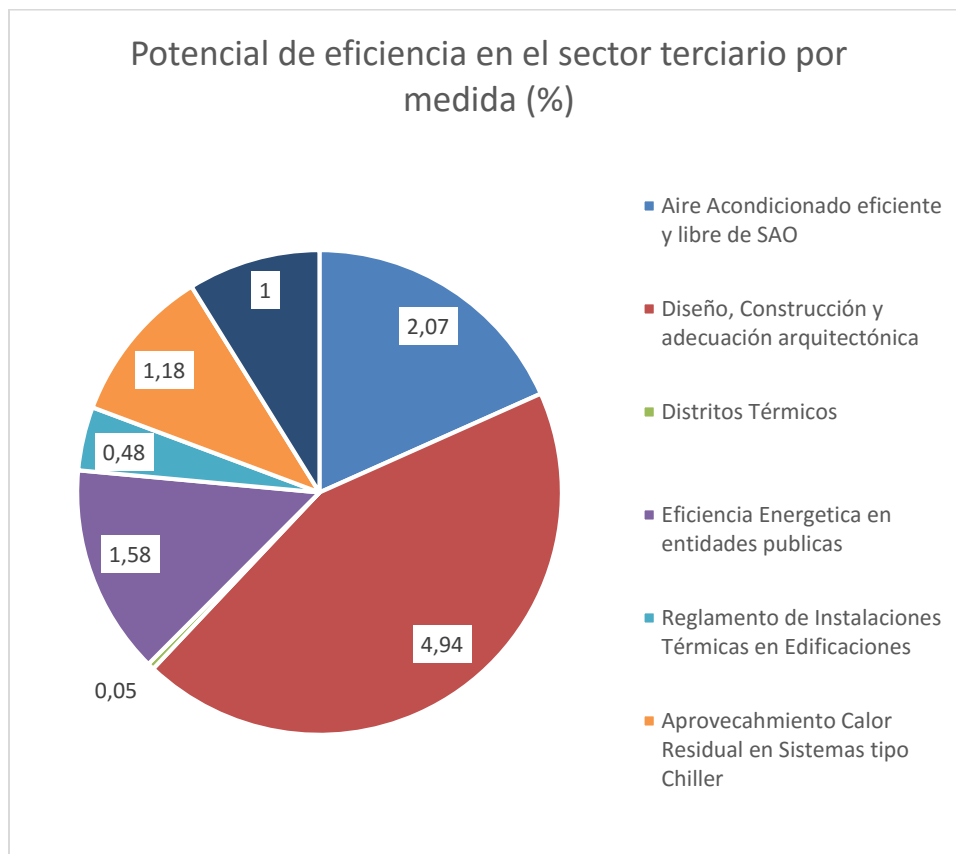
- Sustitución de calentamiento indirecto a quemadores directos
Potencial de aplicación: 25%
Potencial de eficiencia: 33%
- Estudio de demanda y oferta de energía térmica de calor en parques industriales que permita promover iniciativas de tercerización de este servicio.
Potencial de aplicación: NA
Potencial de eficiencia: NA

Sector terciario

Energía eléctrica (cambio tecnológico): 14,8%

Buenas Prácticas – Usos eléctricos: 5% al 10%

Ilustración 13 Potencial de eficiencia por medida – Sector Terciario PAI PROURE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME (PAI PROURE 2017 – 2022)

Dentro del potencial de eficiencia en el sector terciario se destacan las medidas relacionadas con el diseño, construcción y adecuación arquitectónica y las relacionadas con la implementación de aire acondicionado eficiente y libre de SAO, como las de mayor impacto.

A continuación, se describe el potencial de aplicación y de eficiencia individual de cada una de las medidas, las cuales son objeto de análisis para la propuesta de reglamentación.

- Implementación de sistemas de aire acondicionado eficientes energéticamente y libres de sustancias agotadoras de ozono, de bajo potencial de calentamiento global

Potencial en el sector: 2,07%

Potencial en el país: 0,14%

- Mejoras en el diseño, la construcción y la adecuación arquitectónica de edificaciones (incluyendo mejoramiento en la transferencia de calor por los techos, ventanas y muros)

Potencial en el sector: 4,94%

Potencial en el país: 0,34%

- Implementación de distritos térmicos

Potencial en el sector: 0,05%

Potencial en el país: 0,004%

- Mejoramiento de la eficiencia energética en entidades públicas por implementación de buenas prácticas, sustitución de equipos de uso final (en su mayor parte sistemas de iluminación y aire acondicionado), adecuaciones arquitectónicas y uso de FNCE

Potencial en el sector: 1,58%

Potencial en el país: 0,11%

- Adopción de un reglamento de instalaciones térmicas en edificaciones
Potencial en el sector: 0,48%
Potencial en el país: 0,03%
- Reducción del 5% de consumo de gas natural por aprovechamiento de calor residual en sistemas tipo chiller
Potencial en el sector: 1,18%
Potencial en el país: 0,08%
- Implementación de Sistemas de Gestión Integral de Energía
Potencial en el sector: 1,00%
Potencial en el país: 0,07%

Dentro de las medidas transversales, se destaca la implementación de sistemas de gestión integral de la energía SGEI y el seguimiento a reportes sobre el consumo de energía y la generación de emisiones de gases efecto invernadero GEI, como parte de la creación y operación del Gestor de la Información de EE (GIEE).

Sector Residencial

Impacto de medidas de eficiencia energética en el consumo del sector residencial (Energía eléctrica): 0,18%

Impacto en el consumo de Energía eléctrica – Sector Residencial por sustitución de equipos de refrigeración): 1.702 GWh/año

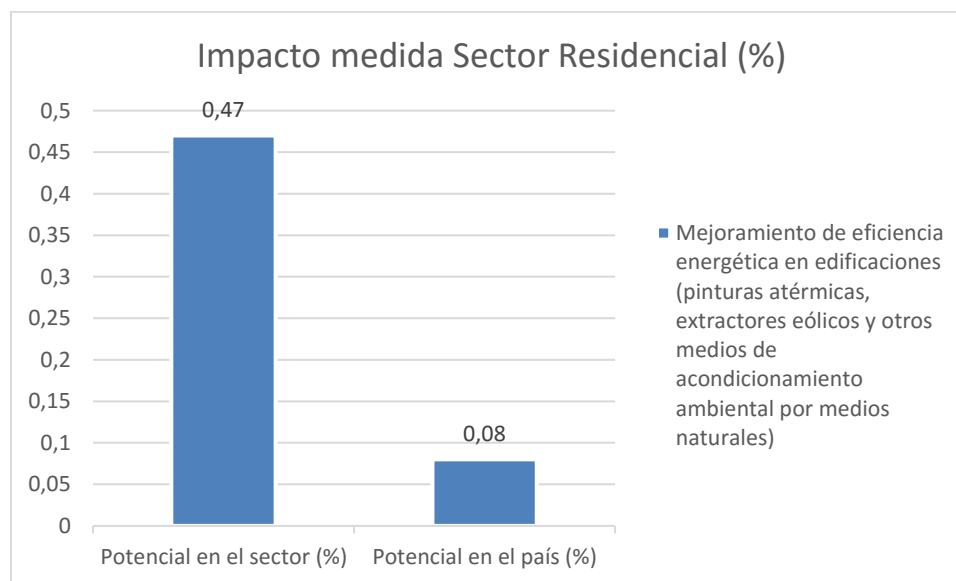
Dentro del potencial de eficiencia en el sector residencial se destacan las medidas relacionadas con el mejoramiento de la eficiencia energética en las edificaciones. A continuación, se describe el potencial de aplicación y de eficiencia de la medida, la cual es objeto de análisis para la propuesta de reglamentación.

- Mejoramiento de eficiencia energética en edificaciones (pinturas atérmicas, extractores eólicos y otros medios de acondicionamiento ambiental por medios naturales)

Potencial en el sector: 0,47%

Potencial en el país: 0,08%

Ilustración 14 Potencial de eficiencia medida mejoramiento eficiencia energética en edificaciones – Sector Terciario PAI PROURE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS UPME (PAI PROURE 2017 – 2022)



6.2.3.3.2 Análisis costo-efectividad en lo referente a la implementación de medidas de eficiencia energética e impactos sociales y económicos de incentivos para la sustitución de equipos eficientes¹³

De acuerdo con estudios recientes sobre análisis de costo efectividad en cuanto a la aplicación de programas de eficiencia energética en los sectores residencial, terciario e industrial, se destacan a continuación la revisión de un conjunto de medidas que de ser aplicadas pueden aportar a un mejor desempeño de los sistemas e instalaciones objeto de estudio de reglamentación.

Los indicadores revisados son costo-efectividad, inversión total, ahorro energético, impacto en la reducción de emisiones GEI, así como el factor de decisión del usuario (asociado a al precio y variación de los energéticos), el factor de decisión social y la factibilidad de implementación de las medidas incluye, (la rentabilidad del usuario, el potencial de ahorro energético, la inversión necesaria, el desempeño ambiental de la medida y las posibles barreras tecnológicas, de información, regulatorias y culturales). (UPME, CONSORCIO GENESIS, 2014)

Es importante resaltar algunos elementos claves de las metodologías utilizadas en estos estudios, así como los supuestos y los estimadores transferidos para el cálculo de los beneficios. Es importante destacar que estos estudios han incluido información primaria y secundaria.

13 Costo Efectividad Medidas de Eficiencia Energética, UPME – Consorcio Génesis, 2014.



Los elementos relevantes incluyen: a) los costos-beneficios se han calculado tanto para los usuarios de energía que implementan medidas de eficiencia energética como para el resto de la sociedad; b) las tasas de descuento utilizadas corresponden a créditos de libre inversión, aplicadas a los usuarios del sector residencial, terciario e industrial; c) los costos – beneficios de cada medida se valoran como impactos económicos, energéticos, y ambientales, tanto para los usuarios como para el resto de la sociedad. (UPME, CONSORCIO GENESIS, 2014)

También se destaca que para el cálculo de los impactos económicos se incluyen los siguientes factores: i) la inversión asociada a la implementación de las medidas, ii) la variación de costos de mantenimiento, iii) la variación de costos por disposición de residuos y aquellos ligados a emisiones GEI. Así como las pérdidas en las ganancias operacionales para las empresas del sector energético (energía eléctrica y gas natural), cambios en recursos del esquema de subsidios y contribuciones, mejoras en la salud, variación en percepción del confort, pérdida de empleo en sectores energéticos (carbón), generación de empleo para implementar medidas y por el aumento en la competitividad de la industria y el sector terciario nacional. (UPME, CONSORCIO GENESIS, 2014)

Por otro lado, los impactos energéticos corresponden a: la disminución en el consumo energético, ahorros en costos de generación de energía (no ampliación de infraestructura), ahorro en costos de distribución y transmisión, reducción de pérdidas absolutas de energía en la transmisión de energía. En el mismo sentido, los impactos ambientales corresponden a: la variación de emisiones de gases de efecto invernadero e impactos ambientales locales evitados en la ampliación de la infraestructura de generación (UPME, CONSORCIO GENESIS, 2014)



La valoración económica de los impactos mencionados (tantos los costos como los beneficios), se calculan monetariamente mediante valoraciones indirectas (a partir de información secundaria), dichas metodologías son: las técnicas de costos evitados y el de transferencia de beneficios, esta última es aplicada mediante transferencia simple de unidades monetarias de valor. Para el cálculo de los beneficios asociados la salud, el confort, la productividad y el empleo se aplica un supuesto soportado en referencias internacionales representado en un impacto comparativo del 15% de ahorro energético. (UPME, CONSORCIO GENESIS, 2014)

Los precios de mercado de los energéticos analizados (energía eléctrica, gas natural, carbón, GLP, ACPM) corresponden a los establecidos en el estudio para el año 2014, teniendo en cuenta variaciones en los precios de los energéticos y equiparando las unidades de energía. (UPME, CONSORCIO GENESIS, 2014)

6.2.3.3.2.1 Indicadores para medidas de eficiencia energética sector residencial

De acuerdo con el factor de decisión, que mide el costo de cada unidad de energía ahorrada en comparación con mantener un consumo ineficiente del energético, las medidas de buenas prácticas y sustitución de equipos ineficientes en el sector del aire acondicionado, muestra rangos de conveniencia moderado. (UPME, CONSORCIO GENESIS, 2014)

Tabla 7 Indicadores para medidas de eficiencia energética sector residencial

| Campo de acción | Medida | Índice de costo efectividad usuario (Pesos/kWh) | Índice de costo efectividad social (Pesos/KWh) | Ahorro Energético (kWh/año) | Impacto CO ₂ (Millones de ton CO ₂ /año) |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Acondicionamiento de Aire | Buenas Prácticas en Aire Acondicionado | 231,81 | 98,05 | 62.696.771 | 0,023 |
| | Sustitución de equipos ineficientes de aire acondicionado | 281,66 | 53,18 | 133.255.889 | 0,03 |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN SECUNDARIA (UPME - CONSORCIO GÉNESIS, 2014)

En cuanto a la factibilidad de implementación de las medidas que representa si la inversión necesaria y las barreras consideradas, no superan los beneficios (la rentabilidad de la medida, el potencial energético y la mitigación de GEI), la medida sobre aislamiento de techos en edificaciones presenta buena factibilidad, de acuerdo con datos (UPME, CONSORCIO GENESIS, 2014)

6.2.3.2.2 Indicadores para medidas de eficiencia energética sector terciario

Teniendo en cuenta el factor de decisión, las medidas de sustitución de equipos ineficientes chiller refrigerados por agua y la sustitución de minisplit, muestra rangos de conveniencia bueno y excelente respectivamente, de acuerdo con el análisis de datos del estudio analizado (UPME, CONSORCIO GENESIS, 2014)

Tabla 8 Indicadores para medidas de eficiencia energética sector terciario

| Campo de acción | Medida | Índice de costo efectividad usuario (Pesos/kWh) | Índice de costo efectividad social (Pesos/KWh) | Ahorro Energético (kWh/año) | Impacto CO ₂ (Millones de ton CO ₂ /año) |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Acondicionamiento de Aire | Sustitución de chiller refrigerados por aire por equipos más eficientes | 524,20 | 271,57 | 79.143.829 | 0,029 |
| | Sustitución de chiller refrigerados por agua por equipos más eficientes | 89,66 | 33,45 | 1.156.497.702 | 0,420 |
| | Sustitución de equipos minisplit por equipos más eficientes | 71,55 | 12,11 | 134.111.762 | 0,049 |
| Transversal | Implementación de SGIE | 54,59 | 52,59 | 2.595.483.331 | 0,942 |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN SECUNDARIA (UPME - CONSORCIO GÉNESIS, 2014)

En cuanto a la factibilidad de implementación las tres medidas mostradas en la tabla anterior presentan buena a moderada factibilidad de acuerdo con el análisis de datos obtenidos en el estudio en cuestión, UPME – Consorcio Génesis, 2014.

6.2.3.3.3 Indicadores para Medidas de eficiencia energética sector industrial

De acuerdo con el factor de decisión, que mide el costo de cada unidad de energía ahorrada en comparación con mantener un consumo ineficiente del energético, las medidas mostradas a continuación presentan rangos de conveniencia de excelente a moderado. (UPME – Consorcio Génesis, 2014).

Tabla 9 Indicadores para medidas de eficiencia energética sector industrial - Calderas

| Campo de acción | Medida | Índice de costo efectividad usuario (Pesos/kWh) | Índice de costo efectividad social (Pesos/KWh) | Ahorro Energético (kWh/año) | Impacto CO ₂ (Millones de ton CO ₂ /año) |
|-----------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Calderas | Mejoramiento eficiencia de calderas que operan con GLP | 975.291 | 226,43 | 157.362 | 1,309 |
| | Mejoramiento eficiencia de calderas de condensación | 215.580 | 183,40 | 2.565.971 | 0,435 |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN SECUNDARIA (UPME - CONSORCIO GÉNESIS, 2014)

En cuanto a la factibilidad de implementación de las medidas, que representa si la inversión necesaria y las barreras consideradas, no superan los beneficios (la rentabilidad de la medida, el potencial energético y la mitigación de GEI), las medidas mostradas en la tabla anterior presenta excelente a moderada factibilidad, de acuerdo con datos analizados (UPME, CONSORCIO GENESIS, 2014)

Oros estudios, estiman potenciales de ahorro para el sector industrial debidos a la gestión en buenas prácticas operacionales y ahorros por reconversión tecnológica, muestran que en el uso de energía eléctrica se lograrían ahorros del 19% y en el uso de energía térmica del orden del 10%, esto, teniendo en cuenta el consumo total de estos energéticos para el sector. (MINMINAS - ERNST & YOUNG, 2015)¹⁴

En este sentido, dentro de las medidas de eficiencia energética, aplicables a este sector, se destacan, además de las buenas prácticas, las oportunidades en la renovación tecnológica de equipos industriales, tal es el caso de calderas más eficientes y las estrategias de optimización y automatización de la combustión siendo de gran impacto, como se muestra a continuación.

Tabla 10 Indicadores para medidas de eficiencia energética sector industrial - Hornos

| Campo de acción | Medida | Ahorro Energético (GBTU) |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Hornos y Calderas | Optimizar y automatizar la combustión (industria química, de alimentos y hierro) | 4.568 |
| | Recuperar calor residual (industria de alimentos) | 521 |
| | Precalentar el aire de combustión con los gases de combustión (alimentos) | 183 |
| | Sustitución de calderas convencionales por calderas de condensación a gas natural (industria de alimentos) | 9 |

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN SECUNDARIA (UPME, CONSORCIO BARILOCHE– BRP. 2007)

¹⁴ Política de Eficiencia Energética para Colombia. Producto 3. MINMINAS – E&Y, 2015. Los porcentajes se estimaron a partir de una muestra de 200 auditorías a empresas en el proyecto OPEN, así como en otros estudios de caracterización.



7 Conclusión

Las problemáticas respecto de los sistemas e instalaciones térmicas, sus usos y servicios en el país, y las soluciones propuestas para resolverlas, se facilitó al abordar las temáticas a acciones en el marco del ciclo de vida de proyectos, como base para estructurar la intervención del estado a través de una propuesta regulatoria.

Resultado especial es diferenciar las fases -desde el diseño hasta la disposición final de las instalaciones térmicas-, permitiendo identificar de manera paralela e interrelacionada, problemas y soluciones asociados a aspectos relevantes, tales como seguridad, desempeño energético, protección del medio ambiente y requerimientos de los servicios prestados.

Las soluciones a implementar en la propuesta reglamentaria deben responder a un análisis integral como proyecto y sistema, lo cual se validó con la información suministrada por los diferentes grupos de interés, así como la información obtenida y analizada a partir de la aplicación de la metodología de análisis de costo beneficio aplicada, el análisis de riesgos efectuado, y de manera complementaria con herramientas de observación (análisis de información secundaria).

La implementación de medidas en función del cumplimiento de requisitos reglamentarios, conllevarán beneficios a la sociedad representados en mejores condiciones de confort, salud, seguridad en la operación de las instalaciones, maximizándose mediante la estandarización de procesos reduciendo complejidades presentes. En este sentido, se encuentran las medidas que apunten a generar beneficios mediante la protección del medio ambiente, la reducción de las emisiones GEI, la implementación de estrategias de eficiencia energética y la cuantificación de sus efectos positivos en los sistemas objeto de la propuesta de reglamentación.



Es claro que la implementación de acciones para lograr un mejoramiento de los sistemas objeto de la propuesta reglamentaria, pueden requerir una inversión que, a partir de condiciones iniciales y proyectadas, permitirá valorar los servicios y beneficios, no siendo posible cuantificarlos todos en términos monetarios. En este sentido, el mejoramiento paulatino de las condiciones y el nivel tecnológico de los sistemas e instalaciones objeto de análisis, representa una oportunidad para reducir la vulnerabilidad al riesgo, siendo necesaria la normalización y estandarización, así como el establecimiento de límites para garantizar efectivos beneficios para los usuarios de usos y servicios térmicos, con base en la transformación y gestión eficiente de energéticos.

De acuerdo con las condiciones actuales de servicios térmicos existe un potencial de mejoramiento, el cual constituye una gran oportunidad para la reducción de los costos de operación y mantenimiento. En el mismo sentido, medidas que faciliten el monitoreo de indicadores de la calidad medioambiental, la salud y los beneficios globales asociados a la eficiencia energética, son una oportunidad mayor para la reducción de costos sociales.

Como resultado de la revisión de referencias internacionales se encuentra que la implementación de Reglamentos de Eficiencia Energética y las acciones de Eficiencia Energética en sí, como el caso de Estado Unidos demuestran que los beneficios totales superan los costos totales en una proporción de más de tres a uno. Esto considerando solamente ahorros de energía y emisiones evitadas, lo cual no incluye otros beneficios adicionales para los usuarios.



“El valor presente de los beneficios netos obtenidos se estima en 818 millones de USD para 2030. Para 2030, el valor presente de los beneficios y costos de la regulación se estima en \$ 1.15 mil millones y \$ 335 millones, respectivamente (...).

Los beneficios cuantificados se han calculado como la suma de los ahorros de energía y los beneficios de las reducciones en las emisiones de GEI durante la vida útil de los productos evitados para 2030. Los costos cuantificados incluyen costos de tecnología incrementales para cumplir con los estándares más estrictos, costos administrativos y costos para Gobierno asociado a la implementación regulatoria.

Si bien no se cuantifican como parte de este análisis, las mejoras en la eficiencia energética también brindan beneficios económicos y no energéticos más amplios. Por ejemplo, las empresas se benefician del ahorro de energía y de los costos operativos, lo que puede aumentar la productividad y la competitividad. Los hogares se benefician de un mayor confort, una mejor calidad del aire y una reducción del ruido resultante de los productos de mayor rendimiento.”¹⁵

La propuesta reglamentaria sugiere un enfoque sistémico que parte de la definición de sistema e instalaciones térmicas, respondiendo a las interrelaciones entre las instalaciones (máquinas y componentes), la información sobre el funcionamiento y las características del servicio prestado, así como de las personas y sus competencias para su gestión y uso.

Para la intervención reglamentaria se sugiere abordar varios servicios en dichos sistemas, relacionada con el manejo de condiciones y servicios térmicos, tales como sistemas de aire acondicionado, calderas y en algunos casos la aplicación de distritos térmicos, dados los beneficios para las edificaciones y líneas de producción.

¹⁵ Departamento de Energía de los Estados Unidos. 2016



La definición de los sistemas debe ser amplia, pudiendo considerar no sólo los propios de una edificación, sino en términos topológicos dar la posibilidad de incluir redes externas de distribución de calefacción o refrigeración, sistemas centralizados de generación, aplicables a ámbitos residencial, comerciales e industriales y unificando los parámetros de calidad servicios. En ese sentido este tipo de sistemas deben responder a requisitos generales que reconozcan la edificación y las redes en sí como parte constitutiva del mismo, tanto que, en el detalle de la medición, control o monitoreo, se cumpla con los requisitos de eficiencia y eficacia en el uso de recursos y la efectividad en el cumplimiento de la prestación del servicio.

Por otro lado, no se puede negar la importancia de las medidas activas o pasivas y la aplicación o integración de fuentes no convencionales de energía, tendientes a mejorar el desempeño energético de los sistemas. De igual manera, el mantenimiento de los elementos del paisaje natural en donde se encuentre la edificación o infraestructura de suministro de servicios térmicos, también serán válidas para demostrar mejoras en el desempeño energético.

En este aparte, es importante destacar que la disponibilidad de información sobre cualquier sistema hoy en día es de gran importancia, para su gestión. Luego, dado el desarrollo de las tecnologías de la comunicación y la información y las posibilidades en la implementación de los sistemas de información, existe la oportunidad de aumentar los beneficios y reducir costos. Sin embargo, aún no se cuenta en el país con información disponible y desagregada sobre todos los sistemas objeto de la propuesta de intervención, siendo entonces necesaria su implementación, para lograr un adecuado monitoreo y control de las medidas y sus impactos.

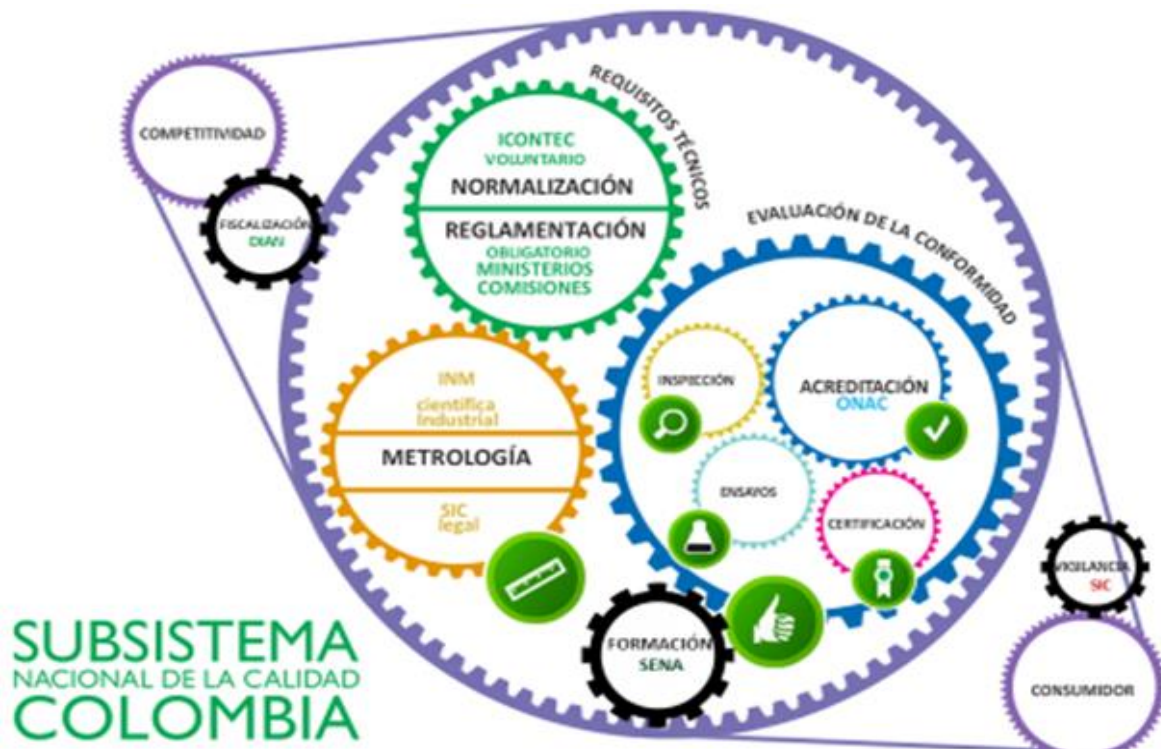


8 Diseño de la implementación y monitoreo

La implementación y el monitoreo de la propuesta reglamentaria está enmarcado en el Subsistema Nacional de la Calidad – SICAL, el cual responde a acciones de normalización, metrología, evaluación de la conformidad y vigilancia y control. En este marco se harán efectivos servicios de laboratorios, la implementación del sistema y los esquemas de evaluación de la conformidad para instalaciones, productos y personas.

El Subsistema Nacional de la calidad (SICAL), se entiende entonces, como el marco legal y regulatorio, de política pública y de carácter administrativo requerido para establecer la normalización, la reglamentación técnica, la evaluación de la conformidad, la metrología y su vigilancia y control. Con lo cual se busca proteger los intereses de los consumidores, facilitar el acceso a mercados, coadyuvar a los usuarios del sistema en la protección de la salud y la vida de las personas, de los animales y la preservación de los vegetales, así como, proteger el medio ambiente y la seguridad nacional, y prevenir las prácticas que puedan inducir a error al consumidor (MADS, E&A, SECO, 2019)¹⁶

¹⁶ *El Subsistema Nacional de la Calidad y la Evaluación de la Conformidad de Productos, Servicios y personas. Consorcio HINICIO-CAEM. Consultoría SECO-MADS. 2019. Basado en el Artículo 2.2.1.7.1.1. del Decreto 1595 de 2015.*



FUENTE: ESQUEMA PRESENTACION SNCA MINCIT, 2014.

El mecanismo para implementar y monitorear a largo plazo y potencialmente evaluar la opción escogida de intervención, dependerá de su carácter, obligatorio o voluntario. Son de vital importancia el desarrollo, mantenimiento y monitoreo de indicadores correspondientes al desempeño de instalaciones y sistemas térmicos, los cuales deben estar asociados a requisitos verificables y medibles, constituyendo un base que facilitará el control de variables relevantes para los sistemas objeto de la propuesta de reglamentación. Para aquellas acciones de carácter voluntario se espera que los indicadores promuevan cambios de conducta y metas con estándares aún mayores a los reglamentarios.



El soporte legal del diseño de los mecanismos de monitoreo de la propuesta reglamentaria corresponderá con el marco establecido para el Subsistema Nacional de la Calidad así:

- Ley 170 de 1994,
- Leyes 697 de 2001
- Ley 1715 de 2014,
- Ley 1480 de 2011,
- Decretos Únicos Reglamentarios MME/1073 y MCIT/1074 de 2015

De manera posterior a la fase de información sobre el proyecto de regulación ante la SIC en el marco de las acciones de abogacía de la competencia y la revisión de las facultades en cuanto a la vigilancia y control de la intervención reglamentaria, se recurrirá a las funciones de las Superintendencias y otras entidades con funciones complementarias de control como la DIAN y las administraciones municipales.

“La abogacía de la competencia responde a las funciones de la SIC para rendir concepto previo sobre los proyectos de regulación estatal que puedan tener incidencia sobre la libre competencia en los mercados. En este sentido, las autoridades de regulación informarán a la Superintendencia de Industria y Comercio de los actos administrativos que se pretendan expedir”. (MADS, A&E, SECO, 2019)¹⁷

¹⁷ *La Abogacía de la Competencia y la SIC. Consorcio HINICIO-CAEM. Consultoría SECO-MADS. 2019. Basado en el Artículo 7 de la Ley 1340 de 2009.*



De igual manera durante la implementación de la regulación normativa, y de acuerdo con el artículo 61 de la Ley 1480 de 2011, se recurrirá a las facultades de la Superintendencia de Industria y Comercio en virtud de la facultad sancionatoria que le fue concedida puede imponer. (MADS, A&E, SECO, 2019)¹⁸

9 Reporte sobre la consulta

El reporte sobre la consulta permite aclarar los canales y medios que la entidad reguladora utilizará y pondrá a disposición de los grupos de interés en las fases de pre-consulta y consulta. Principalmente los medios institucionales reconocidos como el correo institucional y las líneas telefónicas del Ministerio de Minas y Energía están disponibles para la recepción de inquietudes, comentarios, recomendaciones o cualquier tipo de comunicación al respecto de la propuesta reglamentaria.

Para la elaboración del Análisis de Impacto Normativo se llevaron a cabo acciones de Pre-Consulta, enfocados en la participación abierta y activa de diversos grupos de interés con potencial de ser afectados - dado que operan o mantienen sistemas e instalaciones a tratar en la propuesta reglamentaria-.

En la etapa de Pre-Consulta del Análisis de Impacto Normativo – AIN-, se usaron diversas estrategias de acercamiento a las partes interesadas, entre estas, consultas a

¹⁸ *Vigilancia, Control y Régimen Sancionatorio. Consorcio HINICIO-CAEM. Consultoría SECO-MADS. 2019. Basado en el Artículo 61 de la Ley 1480 de 2011.*

expertos o grupos consultivos, y reuniones públicas, estas estrategias se canalizaron mediante el desarrollo de Talleres Regionales y Charlas Informativas.

Esta etapa de pre-consulta, mediante la participación de los grupos de interés, permitió un trabajo colaborativo e interdisciplinar, fomentando el dialogo entre diversas partes interesadas y despejando inquietudes sobre la problemática a tratar, igualmente se estructuraron posibles soluciones y se recolecto gran cantidad de información de alta calidad para la toma de decisiones.

Para mayor información sobre el uso de las técnicas utilizadas durante la pre-consulta del AIN, lo invitamos a leer el Informe Ejecutivo del Ciclo de Talleres en <https://www.minenergia.gov.co/sistemas-instalaciones-termicas>.

De acuerdo con la legislación vigente, las consultas deben realizarse a través de los sitios web institucionales por un periodo mínimo de quince (15) días. Lo anterior, según establece y consagra el artículo 2.1.2.1.14., del Decreto 270 de 2017.

Es política del Ministerio de Minas y Energía, y particularmente de la Dirección de Energía Eléctrica, atender a cada una de las opiniones expresadas, soportadas y justificadas, por los grupos de interés, lo cual es aplicable incluso se hayan superado los plazos establecidos para tal fin

Este Ministerio, ha establecido realizar dos tipos de consulta para el AIN, una previa o pre-consulta –la cual fue llevada a cabo mediante las acciones descritas anteriormente-, para ayudar a construir el AIN dirigida a los diversos grupos de interés, y una final la cual conlleva al análisis del documento publicado del AIN en la página web el Ministerio de Minas y Energía, con el propósito de garantizar la participación abierta y transparente.



Además, están dispuestos espacios virtuales para ofrecer información inmediata y actualizada no sólo sobre el proceso de elaboración del AIN, sino también para la publicación y recepción de comentarios a la construcción de la propuesta reglamentaria. Dicho espacio se encuentra en la web del Ministerio de Minas y Energía: <https://www.minenergia.gov.co/sistemas-instalaciones-termicas>.



Bibliografía

- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2014). Conpes 3816 "Mejora Normativa".
- DNP - OCDE. (2016). *Guía Metodológica de Análisis de Impacto Normativo para Colombia*.
- MADS, A&E, SECO. (2019). *La Abogacía de la Competencia y la SIC*.
- MADS, A&E, SECO. (2019). *Vigilancia, Control y Régimen Sancionatorio*.
- MADS, E&A, SECO. (2019). *El Subsistema Nacional de la Calidad y la evaluación de la conformidad de productos, servicios y personas. Consorcio HINICIO-CAEM*.
- MADS, MGM INNOVA GROUP. (2017). *Formulación de una NAMA para el sector de Aire Acondicionado en Colombia*.
- MADS, TRACTEBEL. (2018). *Estudios de factibilidad técnica, comercial y financiera, Distritos Térmicos en Colombia*.
- MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. (2015). *Decreto 1074 de 2015*.
- MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. (2015). *Decreto 1595*.
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. (2018). *Informe de Resultados de Talleres Regionales - AIN (RETSIT)*.
- MINMINAS - ERNST & YOUNG. (2015). *Política de Eficiencia Energética para Colombia*.
- SENADO DE LA REPÚBLICA. (1994). *Ley 170*.
- UN, EPM, Smith. (2016). *Caracterización oferta térmica en Colombia*.
- UPME. (2017). *Plan de Acción Indicativo del PROURE 2017 - 2022*.
- UPME, CONSORCIO GENESIS. (2014). *Evaluación de Costo Efectividad de Programas de Eficiencia Energética en Sectores Residencial, Terciario e Industrial*.
- UPME, INCOMBUSTION. (2014). *Determinación del potencial de reducción del consumo energético en los subsectores manufactureros códigos CIU 10 a 18 en Colombia*.

Lista de tablas

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Resultados de la Priorización de Aspectos objeto de Reglamentación..... | 36 |
| Tabla 2 Resultados de la priorización de alternativas de solución..... | 40 |
| Tabla 3 Matriz de Calificación y Valoración de Riesgos..... | 47 |
| Tabla 4 Resultados Análisis de Riesgos - Consecuencias de la Ausencia de Reglamentación | 48 |
| Tabla 5 Resultados Análisis de Riesgos - Efectos Económicos de la Reglamentación..... | 49 |
| Tabla 6 Procesos y valores de temperatura en la industria manufacturera | 51 |
| Tabla 7 Indicadores para medidas de eficiencia energética sector residencial..... | 79 |
| Tabla 8 Indicadores para medidas de eficiencia energética sector terciario..... | 80 |
| Tabla 9 Indicadores para medidas de eficiencia energética sector industrial - Calderas..... | 81 |
| Tabla 10 Indicadores para medidas de eficiencia energética sector industrial - Hornos..... | 82 |

Lista de ilustraciones

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1 Proceso de emisión de reglamentación | 13 |
| Ilustración 2 Construcción del Análisis de Impacto Normativo - AIN..... | 14 |
| Ilustración 3 Opciones y alternativas de solución | 30 |
| Ilustración 4 Distribución del consumo de energía – sector industrial manufacturero..... | 51 |
| Ilustración 5 Distribución del consumo de energía – sector industrial manufacturero..... | 52 |
| Ilustración 6 Uso de energía térmica en la industria manufacturera | 53 |
| Ilustración 7 Uso de energía eléctrica en el sector terciario | 57 |
| Ilustración 8 Mestas de Ahorro Energético – PAI PROURE | 61 |
| Ilustración 9 Impacto medidas en el consumo de Energía Eléctrica – Sector Industrial - PAI PROURE..... | 62 |
| Ilustración 10 Impacto medidas en el consumo de Energía Total– Sector Industrial - PAI PROURE | 63 |
| Ilustración 11 Impacto de medidas en el Consumo Final de Energía - PAI PROURE..... | 63 |
| Ilustración 12 Impacto de medidas en el Consumo Final de Energía - PAI PROURE..... | 64 |
| Ilustración 13 Potencial de eficiencia por medida – Sector Terciario PAI PROURE | 72 |
| Ilustración 14 Potencial de eficiencia medida mejoramiento eficiencia energética en edificaciones – Sector Terciario PAI PROURE..... | 75 |