

EL USO DE ENERGÍA EN MICROEMPRESAS TRADICIONALES: EFICIENCIA, INNOVACIÓN Y GESTIÓN

ACEVEDO ÁLVAREZ • ÁLVAREZ MAYA • CADAVID CARMONA • CADRAZCO OSPINO
CATAÑO ROJAS • BETANCUR MÁRQUEZ • FLÓREZ LONDOÑO • LOAIZA VÁSQUEZ
MORENO DUARTE • MORENO RUIZ • MORENO OSPINA • RESTREPO MESA
RUIZ MESA • ORREGO ZAPATA • OSORIO VALLEJO • VALENCIA JARAMILLO
VANEGAS LÓPEZ • VÉLEZ SÁENZ

**EL USO DE ENERGÍA EN MICROEMPRESAS TRADICIONALES:
EFICIENCIA, INNOVACIÓN Y GESTIÓN**

EL USO DE ENERGÍA EN MICROEMPRESAS TRADICIONALES: EFICIENCIA, INNOVACIÓN Y GESTIÓN

**Acevedo Álvarez, Álvarez Maya, Cadavid Carmona, Cadrazco Ospino,
Cataño Rojas, Betancur Márquez, Flórez Londoño, Loaiza Vásquez,
Moreno Duarte, Moreno Ruiz, Moreno Ospina, Restrepo Mesa
Ruiz Mesa, Orrego Zapata, Osorio Vallejo, Valencia Jaramillo,
Vanegas López, Vélez Sáenz**



El uso de energía en microempresas tradicionales: eficiencia, innovación y gestión / Carlos A. Acevedo Álvarez... [et al.]. – 1a ed. – Medellín: Fondo Editorial ITM, 2012.
183 p. : il. (Investigación científica)

Incluye referencias bibliográficas
ISBN 978-958-8743-14-1

1. Uso racional de la energía - Medellín 3. Consumo de Energía - Medellín 3. Gestión energética I. Serie

333.79 SCDD Ed.21

Catalogación en la publicación - Biblioteca ITM

Serie Investigación científica
Fondo Editorial ITM

EL USO DE ENERGÍA EN MICROEMPRESAS TRADICIONALES: EFICIENCIA, INNOVACIÓN Y GESTIÓN

© Acevedo Álvarez, Álvarez Maya, Cadavid Carmona, Cadrazco Ospino, Cataño Rojas, Betancur Márquez, Flórez londoño, Loaiza Vásquez, Moreno Duarte, Moreno Ruiz, Moreno Ospina, Restrepo Mesa Ruiz Mesa, Orrego Zapata, Osorio Vallejo, Valencia Jaramillo, Vanegas López, Vélez Sáenz
© INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Primera edición: diciembre de 2012
ISBN: 978-958-8743-14-1
Hechos todos los depósitos legales

Rectora
LUZ MARIELA SORZA ZAPATA

Editora
SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ

Comité Editorial
OLGA MARÍA RODRÍGUEZ BOLUFÉ, Ph. D., Buenos Aires
JOSÉ R. GALO SÁNCHEZ, Ph. D., Córdoba
LILIANA SAIDON, Ph. D., España
MONSERRAT VALLVERDÚ FERRER, Ph. D., España
GIANNI PEZZOTI, Ph. D. México
JUAN GUILLERMO RIVERA BERRÍO, Ph. D., Colombia
RAÚL DOMÍNGUEZ RENDÓN, Ph. D., Colombia
SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ, MGC, Colombia
VIVIANA DÍAZ DÍAZ. Colombia

Comité Científico
RAÚL DOMÍNGUEZ - Ph. D., Colombia
JORGE WILLIAM MONTOYA - Ph. D., Colombia
JUAN GUILLERMO RIVERA - Ph. D., Colombia

Secretaria Técnica
LINA YANET ÁLVAREZ ESTRADA

Corrección de estilo
LILA MARÍA CORTÉS FONNEGRA

Diseño y Diagramación
ALFONSO TOBÓN

Hecho en Medellín, Colombia

Las opiniones, originalidad y citas del texto son responsabilidad del autor. El Instituto salva cualquier obligación derivada del libro que se publica. Por lo tanto, ella recaerá única y exclusivamente sobre los autores.

Instituto Tecnológico Metropolitano
Calle 73 No. 76A 354
Tel.: 440 5289 • 440 5197
<http://fondoeditorial.itm.edu.co/>
www.itm.edu.co
Medellín – Colombia

Fondo Editorial ITM
Registrado en COLCIENCIAS
Res. 01599 de 2012

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	9
PARTE I	
IMPORTANCIA Y ALCANCE DEL PROYECTO USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA PARA UNIDADES MICROEMPRESARIALES	13
CAPÍTULO 1	
CONTEXTO DEL PROYECTO	14
Andrés Vélez S., Germán Moreno O., Gabriel Cataño R., Juan G. Vanegas L.	
CAPÍTULO 2	
CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA	20
Juan G. Vanegas L., Gabriel Cataño R., Lina M. Osorio V., Andrés Vélez S.	
CAPÍTULO 3	
APROPIACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO	30
Lina M. Osorio V., Isabel C. Álvarez M., Andrés Vélez S.	
CAPÍTULO 4	
CONOCIMIENTO SOBRE EL URE Y OBSTÁCULOS PARA SU ADOPCIÓN POR PARTE DE LOS MICROEMPRESARIOS	36
Juan G. Vanegas L., Gabriel Cataño R.	
PARTE II	
DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN UNIDADES MICROEMPRESARIALES Y SOLUCIONES TECNOLÓGICAS	43
CAPÍTULO 5	
PERFIL ENERGÉTICO DE LAS UNIDADES MICROEMPRESARIALES	44
Yolice P. Moreno R., Marlon Cadrazco O., Robinson D. Loaiza V., Juan G. Flórez L., Andrés Moreno D., Elizabeth Restrepo M., Ruber A. Ruíz M., Alejandro Valencia J.	
CAPÍTULO 6	
TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS APLICABLES. ILUMINACIÓN E INSTALACIONES ELÉCTRICAS	60
Andrés Moreno D., John C. Betancur M., Robinson D. Loaiza V., Diego R. Cadavid C., Germán Moreno O., Elizabeth Restrepo M.	
CAPÍTULO 7	
TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS APLICABLES. REFRIGERACIÓN	83
Yolice P. Moreno R., Carlos A. Acevedo A., Juan G. Flórez L., Ruber A. Ruíz M.	
CAPÍTULO 8	
TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS APLICABLES. COCCIÓN DE LOS ALIMENTOS	100
Yolice P. Moreno R., Juan G. Flórez L., Claudia M. Orrego Z., Ruber A. Ruíz M.	

Parte III	
ALTERNATIVAS DEL DESARROLLO DEL USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA EN UNIDADES MICROEMPRESARIALES.....	117
CAPÍTULO 9	
POTENCIAL DE SOLUCIONES DE USO EFICIENTE DE ENERGÍA.....	118
Gabriel Cataño R., Juan G. Flórez L., Andrés Moreno D., Germán Moreno O., Yolice P. Moreno R., Elizabeth Restrepo M., Juan G. Vanegas L., Andrés Vélez S.	
CAPÍTULO 10	
MODELO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA MICROEMPRESAS UBICADAS EN ESTRATOS DE INGRESO BAJO DE MEDELLÍN. UN ENFOQUE DE ACTORES EN DOS TIEMPOS.....	154
Gabriel Cataño R., Germán Moreno O., Lina M. Osorio V., Andrés Vélez S., Juan G. Vanegas L.	
CAPÍTULO 11	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	170
Germán Moreno O., Gabriel Cataño R., Andrés Moreno D., Yolice P. Moreno R., Lina M. Osorio V., Juan G. Vanegas L., Andrés Vélez S.	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	175
SIGLAS PRINCIPALES.....	181

PRESENTACIÓN

Germán Moreno O.

La publicación de este libro obedece al interés por divulgar los resultados del proyecto de investigación: *Uso racional y eficiente de la energía en unidades microempresariales de Medellín*, realizada entre noviembre de 2009 y junio de 2011, entre el Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM, la Universidad de Antioquia, y Empresas Públicas de Medellín – EPM -, para que sean conocidos sus logros por diferentes sectores institucionales, académicos y sociales, interesados en transformar positivamente la realidad de las unidades microempresariales, adversas por demás, que fueron el objeto de estudio.

La decisión de proponer esta investigación fue el resultado de la toma de conciencia sobre el uso racional y eficiente de la energía (URE)¹ y sus implicaciones sociales sobre las cuales poco se ha investigado, como por ejemplo, en el impacto positivo que genera sobre los usuarios con menores ingresos ayudándoles a reducir el costo de su canasta energética. Este impacto es mayor en aquellos casos en que los individuos o sus familias elevan significativamente su consumo de energía como consecuencia del desarrollo de diversas actividades económicas en sus viviendas, con el fin de autogenerarse los ingresos y el empleo que no pueden obtener en la economía formal; en estos casos, el URE puede incrementar su competitividad en el mercado y liberarles recursos para satisfacer sus necesidades básicas, al tiempo que les facilita la generación de condiciones económicas favorables para el pago oportuno del servicio de energía a las empresas prestadoras y consecuentemente, ayuda a reducir las posibilidades de que estos usuarios pasen de la legalidad a la ilegalidad en el uso de la electricidad.

En muchos casos, como se observa en este estudio que se centra en las Unidades Microempresariales (UME) de los estratos 1 y 2 ubicadas en cinco barrios de las comunas uno y seis de Medellín², el uso ineficiente de la energía por las UME, derivado de malas prácticas de consumo, del desconocimiento de prácticas de calidad en la producción, del inadecuado mantenimiento de equipos eléctricos, de gas y de redes internas, conduce a las empresas a tener que adquirir una canasta energética más onerosa desde el punto de vista económico y social, expresado en la elevación de sus costos de producción y la baja en el nivel de competitividad de sus productos en el mercado. Además, el uso inadecuado de la energía incrementa los niveles de insalubridad y riesgo para la seguridad física de las personas, tanto por las manipulaciones

¹ «Es el aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible, buscando en todas y cada una de las actividades, de la cadena el desarrollo sostenible» [Diario Oficial (2001). Ley 697 de 2001. Bogotá].

² Corresponden a la muestra definida en la investigación, que quedó circunscrita a los barrios Santo Domingo Savio y Popular 1 y 2, de la Comuna 1, y Doce de Octubre y Picachito, de la Comuna 6.

incorrectas de los equipos como por la precariedad de las instalaciones energéticas; como consecuencia, se pone en peligro la misma supervivencia de las empresas y de sus trabajadores, llegando incluso a verse amenazado el entorno en que las UME se localizan.

Buscando contribuir a resolver este tipo de problemas, el estudio adopta un enfoque del consumo de energía desde el lado de la demanda, mediante el establecimiento de líneas de innovación tecnológica dirigidas a la generación de soluciones prácticas y económicas al uso ineficiente de la energía por parte de las UME, y el diseño de un modelo integrado de gestión del URE en las UME, que permitan mejorar la competitividad de las unidades productivas y proporcionen la sostenibilidad del servicio de energía.

Para lograr tal objetivo, el proyecto se estructura en cinco grandes etapas: en la primera se establece el perfil energético y socioeconómico de las UME; en la segunda se realiza una selección de alternativas tecnológicas innovadoras para favorecer el uso eficiente de energía en las UME; en la tercera etapa, mediando una actividad pedagógica, se realiza la sensibilización y capacitación de un grupo de microempresarios en el uso eficiente de la energía; en la cuarta, se diseñan, aplican y evalúan varias experiencias piloto para verificar el mejoramiento de la eficiencia energética de las UME. Finalmente, se propone un modelo de gestión para hacer sostenibles las soluciones tecnológicas, el cual es construido a lo largo del estudio.

El contenido de esta publicación se ha organizado en tres partes.

En la primera parte se habla en cuatro capítulos de la importancia y el alcance del proyecto URE para UME.

El Capítulo 1 presenta el contexto del proyecto, una breve descripción de éste, los objetivos, la metodología, el tema del URE en el país y la importancia de las UME.

El Capítulo 2 muestra los resultados de la caracterización socioeconómica, la elección de la zona de estudio, las características de los propietarios y empleados, las características de las UME analizadas y el stock de equipos encontrados.

El Capítulo 3 pone de relieve la importancia del tema educativo y la gestión social, resaltando los objetivos de las jornadas técnicas, las temáticas abordadas en estas y los testimonios y percepciones en torno a la energía que manifestaron algunos microempresarios asistentes a estas jornadas.

En el Capítulo 4 se analizan los conocimientos percibidos sobre el URE en los microempresarios y luego se hace una identificación y análisis de obstáculos que encuentran para la adopción y aplicación del URE.

La Parte II, Diagnóstico del consumo energético en UME y soluciones tecnológicas, comprende los siguientes capítulos:

Capítulo 5, en el cual se crea el perfil energético de las UME, los consumos principales por campos de acción, los consumos según tipo de fuente y las principales problemáticas del manejo de la energía identificadas.

En el Capítulo 6 se identifican tecnologías energéticas aplicables en las UME para iluminación e instalaciones eléctricas y se presentan las experiencias piloto desarrolladas en la búsqueda de establecer líneas de innovación tecnológica pertinentes.

En el Capítulo 7 se exploran tecnologías aplicables en las UME para refrigeración y se presentan las experiencias piloto desarrolladas en las UME en refrigeración por compresión de vapor, así como buenas prácticas, caracterizando la potencialidad de una línea de innovación en ese campo.

En el Capítulo 8 se identifican tecnologías de cocción aplicables en las UME y se analizan experiencias piloto tanto con quemadores eficientes de gas como con una estufa eficiente de madera, soportando la conveniencia de establecer líneas de innovación en esos campos para proveer de tecnologías eficientes a algunos sectores de las UME.

En la Parte III: Alternativas del desarrollo del URE en UME, se agrupan tres capítulos.

El Capítulo 9 hace un balance del potencial de soluciones de uso eficiente de energía en las UME, tanto en términos energéticos como económicos y de impacto ambiental, dejando estimaciones cuantitativas que muestran sus bondades.

En el Capítulo 10 se propone un modelo de gestión energética para hacer viable y sostenible la implantación del URE en el universo microempresarial atendido por EPM.

El Capítulo 11 presenta las principales conclusiones del estudio y las recomendaciones de trabajo futuro.

Valga anotar que aunque esta publicación presenta como autores de los diversos capítulos a quienes se les reconoce una mayor participación en la generación de sus contenidos, es considerada de autoría colectiva del equipo de trabajo pues en todas las etapas del proyecto hubo constantes intercambios de ideas, análisis y aportes de la totalidad de los integrantes y en muchos momentos también de los microempresarios.

El trabajo fue desarrollado de manera interdisciplinaria, con presencia de profesionales y estudiantes de Ingeniería (Eléctrica, Mecánica y Química), y Ciencias Sociales y Económicas, respaldados por

grupos del Instituto Tecnológico Metropolitano que hoy se encuentran integrados en el CTS+I (Ciencia, Tecnología, Sociedad más Innovación)³ y el MATYER (Grupo de Investigación en Materiales Avanzados y Energía)⁴, y por los grupos de la Universidad de Antioquia GIMEL (Grupo de Manejo Eficiente de la Energía) y GASURE (Grupo de Ciencia y Tecnología del Gas y Uso Racional de la Energía). Adicionalmente, se contó con asesorías de gran aporte del ingeniero Jesús Eastman, junto con el ingeniero Rafael Jaime Rúa, en el desarrollo de innovaciones en refrigeradores de compresión de vapor; y con apoyos e interacción constantes por parte de los ingenieros César Roldán, del Área de Mercadeo de Transmisión y Distribución de Energía, y Jacobo Rodríguez y David Galeano, de la Subdirección de Investigación y Desarrollo de Negocios de Energía, de Empresas Públicas de Medellín.

Esos aportes de diferentes personas y grupos de investigación no hubieran podido materializarse sin el apoyo y financiación del Centro de Investigación e Innovación en Energía (CIEN) y de Empresas Públicas de Medellín, entidades comprometidas en la búsqueda de alternativas tecnológicas y educativas que tiendan a hacer del uso inteligente de la energía un propósito cotidiano, cuyo logro contribuya a mejorar las condiciones de vida de la población, especialmente de sus grupos más vulnerables, y a conservar o recuperar las condiciones medioambientales, que dependen, en buena medida, del uso que se haga de la energía.

Finalmente, los integrantes del equipo de trabajo hacemos un reconocimiento especial al ingeniero *Carlos Alberto López* (q.e.p.d), quien nos acompañó y animó en la formulación del proyecto y en sus primeros días de ejecución, nos compartió valiosas ideas y nos dejó gratos recuerdos, pero no pudo continuar debido a su grave estado de salud, que lo llevó a su temprana y sentida desaparición.

³Antiguo Centro de Estudios Ciudad de Medellín (CECIM)

⁴Antiguo Grupo de Investigación en Tecnologías Energéticas (GITER)

**El uso de energía en microempresas tradicionales:
Eficiencia, innovación y gestión**

Para el diseño del libro se utilizaron las fuentes Garamond en 12 puntos para texto corrido y para títulos y subtítulos Garamond de 18 puntos y 13 puntos respectivamente.

Cualquiera que sepa que las microempresas en Medellín, actualmente suman cerca de 95.000 -algo así como el 96% del tejido empresarial-, y que generan alrededor del 50% del empleo de la ciudad, le interesará este libro. La razón es simple: en él se ofrecen modos muy concretos, no sólo de conservarlas sino de fortalecerlas. Haga el lector el siguiente ejercicio: cierre los ojos e imagine qué le ocurriría a la ciudad y a miles de sus familias si por algún albur, todas -o la mayoría- de las microempresas desaparecieran de repente. Seguramente lo que vería, no sería agradable, entonces abra los ojos y dispóngase a leer esta obra.

El mensaje básico del presente libro es que usar eficientemente la energía, representa para todas las empresas, pero en particular para las micronegocios, beneficios no sólo en productividad y competitividad sino también en seguridad ocupacional y bienestar para sus dueños, sus familias y empleados; además de favorecer el medio ambiente. Alcanzar la eficiencia energética se logra tanto por disponer y adoptar buenas tecnologías energéticas, adecuadas instalaciones y espacios apropiados para su explotación, como gracias a las mejoras en los comportamientos y estilos de vida de los usuarios frente al consumo de las diversas fuentes de energía: hidroeléctrica, gas, carbón, leña, etc.

En consecuencia, en esta obra se ofrecen a los microempresarios de estratos populares de la ciudad de Medellín, tanto alternativas tecnológicas y socioeconómicas que les permitan ser más eficientes y productivos, como un modelo de gestión energética que las haga viables y sostenibles en el tiempo.

La conclusión del libro es clara: sin microempresas podrá haber crecimiento económico, pero nunca desarrollo humano incluyente y sostenible. La novedad de la obra radica precisamente en que nunca antes las microempresas en el país habían sido conocidas y evaluadas desde el punto de vista de su eficiencia energética y menos aún, se habían hecho propuestas alcanzables para su mejoramiento y fortalecimiento.

No sobra agregar que en su concepción y composición, en el libro participó un amplio grupo de académicos e investigadores de renombradas universidades de la ciudad, lo mismo que expertos y consultores tanto públicos como privados. Pero, sobre todo, este libro no hubiera sido posible sin la presencia constante y activa de los microempresarios que aportaron toda su buena voluntad para llevar a cabo el proyecto de investigación que le dio origen a la obra. A todos ellos se les hace un merecido reconocimiento a lo largo y ancho de sus páginas.

Fondo Editorial ITM
Registrado en COLCIENCIAS
Res. 01599 de 2012

ISBN 978-958-8743-14-1



9 789588 743141

