

IMPACTO DEL USO DE LÁMPARAS AHORRADORAS EN LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Impact of compact fluorescent lamps on the quality of electric energy

POR

Douglas Antonio **PAREDES MARQUINA**

Universidad de Los Andes, Programa Doctoral en Desarrollo, Sostenibilidad y Ecodiseño (UPV-ULA). Mérida, Venezuela.
dparedes@ula.ve

pp. 406 — 417

RECIBIDO 13/03/2014
ACEPTADO 28/07/2014

RESUMEN

Se abordan y refieren las principales implicaciones de la puesta en marcha de proyectos de cambio masivo de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas. Se resaltan dentro de los aspectos más relevantes de la puesta en marcha de estos proyectos los impactos positivos y negativos sobre el medio ambiente, sobre los sistemas de distribución y las implicaciones principales sobre los consumidores, de igual forma se describen las experiencias de algunos países en materia de etiquetado de productos. El artículo relaciona desde una óptica general los resultados que en materia de estos tipos de proyectos se han adelantado en Venezuela, y se relacionan con los resultados obtenidos principalmente en otros países de América Latina.

PALABRAS CLAVE

Lámpara fluorescente compacta, calidad de la energía, contaminación armónica, ahorro energético, eficiencia energética, etiquetado, impacto ambiental, desechos peligrosos.

KEY WORDS

Compact fluorescent lamp, energy quality, harmonious construction, energy saving, energetic efficiency, labelling, environmental impact, dangerous hazards.

SUMMARY

We discuss the main implications of the implementation of projects for the mass change from incandescent light bulbs to fluorescent lamps. The most relevant issues related to this implementation include the positive and negative impacts on the environment, the distribution systems and consumers. Also we describe the experience of some countries regarding product labelling. From a general perspective, this paper comments on the Venezuelan experience in this type of projects and compares them with other Latin American countries.

— 1. INTRODUCCIÓN

El medio ambiente hasta hace poco tiempo se lo consideraba como una fuente inagotable de recursos. Solo a principios de la década de los años sesenta se empezó a hablar de la problemática ambiental. El efecto invernadero, la disposición de residuos, el hueco en la capa de ozono son unos de los muchos problemas ambientales con que se enfrenta la humanidad.

El uso de tecnologías tendientes al ahorro energético es una acción que juega un papel importante en la solución de estos problemas.

La última tendencia para solucionar los problemas que generan los sistemas de alumbrado es no generarlos. *Más vale prevenir que lamentar* resume esta filosofía. Se busca actualizar algunos aspectos del diseño que hacen que los productos sean verdes. Estos aspectos son que sea de fácil reciclaje, que use materiales benignos para el medio ambiente y que consuma la menor cantidad de energía posible. Para que haya una verdadera solución tiene que haber un cambio de vida en toda la población para lograr esto, conscientes de que la responsabilidad no sólo debe ser de los productores, sino también por parte de los demás integrantes de la sociedad que están involucrados con los sistemas de iluminación, como son, los comerciantes, transportadores, usuarios y recicladores.

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV, 1999), plantea que el Desarrollo Sustentable es el enfoque que el país adoptará en sus planes de desarrollo, dando así cumplimiento a lo acordado en la Declaración de Río de Janeiro (*Cumbre de la Tierra, 1992*).

La dimensión ambiental es parte integral de su texto, así en su Capítulo IX, que versa sobre los Derechos Ambientales, se declara en el Artículo 127 que: *Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las*

especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

Explícitamente, la Constitución promulga así la obligación del Estado de garantizar un ambiente libre de contaminación y de proteger especialmente al clima. Se entiende que el derecho humano a un ambiente sano sólo puede lograrse mediante la protección del ambiente y ello, entre otros aspectos, implica el control de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La estrategia general del país también contempla su adecuación para cumplir con los grandes lineamientos internacionales, especialmente la Agenda 21 y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), como principales plataformas de acción hacia el logro del Desarrollo Sustentable, así como el resto de los tratados y convenciones internacionales a los cuales está suscrita Venezuela, detallados en el apartado correspondiente a Circunstancias Nacionales.

En tal sentido, el Gobierno Nacional considera que un punto importante en la estrategia ambiental de Venezuela es lograr una sinergia entre las Convenciones de las Naciones Unidas sobre Desertificación, Biodiversidad, Capa de Ozono, Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto, de modo que se optimice el uso de los recursos, tanto tecnológicos como humanos y financieros, y que las actividades que se implementen en cualquiera de ellas refuercen el cumplimiento de los objetivos de las demás (UN, 2013).

Las políticas, programas y medidas sectoriales que integran la estrategia general para enfrentar al cambio climático se ven afectadas por las siguientes limitaciones: escasez de recurso humano especializado; debilidad de las relaciones interinstitucionales para enfrentar problemas que requieran soluciones multifactoriales; limitada capacidad de desarrollo tecnológico.

En ese contexto, El 7 de diciembre 2004 entró en vigencia la Ley Aprobatoria del Protocolo de Kyoto en este mismo instrumento se encarga al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y los Recursos Naturales del manejo del tema del cambio climático. Es Ley que involucra los

esfuerzos que el Estado venezolano asumió, entre otras estrategias de contribución a la disminución de impactos ambientales en las distintas áreas socio productivos, en establecer un proceso de cambio en todas las edificaciones e infraestructuras nacionales de los bombillos incandescentes por las lámparas ahorradoras de energía eléctrica, reconocidas técnicamente como lámparas fluorescentes compactas (LFC'S). Queda en el futuro evaluar sus logros técnicos en disminución de energía eléctrica, impactos en su proceso de disposición final y procesos de reciclaje, entre otros. Ha sido un notable esfuerzo y compromiso gubernamental, realizado en el marco de los compromisos firmados en los convenios internacionales. Es punto de partida y proyección de un cambio en materia ambiental y ahorro de energía.

— 2. EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética consiste en usar la energía disponible de la mejor forma, de manera inteligente: dar un rendimiento óptimo a los recursos con la menor cantidad de éstos, lo cual contribuye al Desarrollo Sustentable del país en la medida que promueve el mejor uso de los recursos energéticos, esenciales para gran parte del quehacer económico y humano.

Para mitigar el cambio climático, la peor amenaza que enfrentamos, la eficiencia energética es indispensable. Hoy que la tendencia global es a utilizar la energía disponible de la mejor manera posible, mediante la prohibición total y obligatoria de los focos convencionales y otras medidas.

De ahí, que el Gobierno de la República Bolivariana de Venezuela elaboró una propuesta para transformar el modelo de producción y consumo energético actual a través de una *revolución energética*, que implica un cambio en la forma de generar energía y una serie de medidas de eficiencia energética y aprovechamiento de fuentes renovables de energía para cubrir la demanda energética para diferentes escenarios a corto y largo plazo (GORBV, 2010).

Para aprovechar el potencial de eficiencia energética en el país (alrededor del 47% para el año 2050), y para mitigar los efectos del cambio climático, es necesaria una transformación completa de la forma en que se produce, consume y distribuye la energía eléctrica en Venezuela. Nada menor a una revolución, permitirá limitar el calentamiento global a menos de 2° C, por encima de los cuales los efectos serían devastadores.

Los especialistas consideran que este cambio fundamental debe darse dentro de los próximos diez años, a fin de evitar los peores impactos del cambio climático. Por ello, es de suma importancia asumir ya nuevos patrones de consumo y generación de energía.

Las fuentes primarias de energía predominantes en el mundo son los hidrocarburos, que en la actualidad corresponden al 80% de toda la energía primaria producida y consumida.

Las emisiones totales de CO₂ de Venezuela, estimadas en 31.131 Gg de C (114.147 Gg de CO), representan el 0,48% de las emisiones globales del planeta, estimadas en 6.492.000 Gg de CO₂ (IEA, 2010). Es por ello, que la nación venezolana se ubica entre los países con pocas emisiones en el ámbito mundial.

En la región latinoamericana, Venezuela ocupa el cuarto lugar en emisiones de CO₂, después de México, Brasil y Argentina. En tal sentido, el país a pesar de ser uno de los principales productores y exportadores de petróleo del mundo, genera relativamente pocas emisiones de CO₂. En ello incide el significativo aprovechamiento que hace Venezuela de sus recursos hídricos como fuente de energía (cerca del 70% del total nacional) y la extensa utilización del gas natural, en lugar de fuel oil, tanto para la generación eléctrica como para uso doméstico e industrial.

En cuanto a la emisión de CO₂ per cápita, la cifra estimada para Venezuela es de 1,3 toneladas de carbón. Ello representa una cifra menor a la observada en países desarrollados, y similar a otros países en vías de desarrollo de Latinoamérica. La emisión per cápita del país coincide con el valor promedio mundial.

En total, en Venezuela se produjo una emisión neta de 177.836 Gg de CO₂ equivalente y la absorción de 14.297 Gg por el cambio de uso en pequeña cuantía de procesos industriales ecoeficientes y a la silvicultura. Correspondió al sector energético la mayor proporción de las emisiones con un 74,8% del total, mientras que el sector agrícola contribuyó con el 17,2%.

— 3. LA ELECTRICIDAD EN VENEZUELA

Venezuela tiene aproximadamente 21 gigavatios (GW) de capacidad de generación eléctrica para suplir la demanda del sector residencial y productivo nacional. Cuenta con la tasa de electrificación más alta de América Latina, por encima de 90 %. El país produce alrededor de 87 mil millones de KWH al año, las fuentes hidráulicas, generan más del 70 % de la energía consumida nacionalmente; el mayor potencial hidroeléctrico está ubicado al sur del río Orinoco, en los ríos Caroní y Caura, los cuales representan el 75 % del potencial bruto total.

En las últimas décadas, han evolucionado a nivel mundial los programas de eficiencia energética, esto como parte de una de las medidas principales para reducir las emisiones de gases de efectos invernadero que trae como consecuencia el calentamiento global. Este aspecto, ha dado lugar al nacimiento de programas específicos de eficiencia en iluminación y dentro de ella a proyectos de cambios masivos de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas, debido a que estas últimas son más eficaces en la producción de la iluminación objeto para los cual fueron creadas.

Es por ello que el Gobierno Nacional ha liderado estas iniciativas a través del ministerio de Energía Eléctrica, y ha dictado disposiciones para promover prácticas sobre el uso racional de la energía, mediante leyes y decretos en donde se ordena la sustitución en las casas y edificaciones de incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LFC'S).

Es razón suficiente para que motive su estudio referido a analizar a partir de referentes externos, los principales impactos que causan este tipo de proyectos en los sistemas técnicos; describiéndose, además, los resultados de experiencias de otros países en el tema ambiental y se señalan algunos resultados de las pruebas de laboratorio y del proyecto piloto en Venezuela.

— 4. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA Y SU RELACIÓN CON LOS PROGRAMAS DE ILUMINACIÓN

Durante los últimos años, se han generado innumerables cambios en materia de energía a nivel mundial, los cuales han sido impulsados por diferentes aspectos que pueden ser analizados desde una perspectiva económica la cual integra los siguientes aspectos:

- Sensibilidad en los precios de suministro de energía eléctrica.
- Cambios en la competitividad y productividad.
- Exigencia en suministros energéticos confiables e inversiones en infraestructura eléctrica, entre otros.

Sin lugar a duda, estas exigencias económicas han impulsado la construcción de infraestructura energética con la finalidad de dar cumplimiento a los nuevos retos, retos que traen consigo la construcción de nuevas centrales y el uso creciente de combustibles fósiles como fuente generadora de energía los cuales afectan el medio ambiente debido a la producción de CO₂, por supuesto aunque estos hechos existen, debe ser entendido que sus impulsores esenciales son los aspectos sociales dentro de los cuales se encuentra la electrificación, factor de desarrollo que contribuye a la generación de empleo e impulsa el desarrollo científico y tecnológico.

El contexto anterior deja ver como las diferentes perspectivas se articulan para dar sentido al desarrollo económico, ambiental y social, a conciencia que la coexistencia de esta relación ha llevado a un continuo crecimiento de la demanda el cual desde un análisis ambiental debe ser abordado desde la eficiencia energética, y no desde el crecimiento desmesurado de nueva infraestructura y aplicación de tecnología existente con las consecuencias que estas traen. Por consiguiente, el propósito centrado en la eficiencia energética conlleva a mirar los aspectos de ahorro en energía que se pueden lograr en la cadena de consumo energético y específicamente en el sector de la iluminación.

— 5. ETIQUETADO EFICIENTE

Para la mayor parte de los usuarios de productos de iluminación es desconocida la terminología técnica y las cualidades que se deben considerar en aspectos de *comprar iluminación*, en lugar de comprar simplemente artefactos que proporcionan luz sin la eficiencia adecuada, es por esto que en varios países surgen los programas de etiquetado eficiente que buscan ayudar al consumidor en la toma de decisiones al respecto.

5.1. ETIQUETADO EN VENEZUELA Y EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

El programa *revolución energética* es un proyecto de eficiencia energética con atractivos resultados sociales, económicos, energéticos, ambientales y tecnológicos. Consiste en brindar información al usuario, relativa al desempeño energético de los equipos, y que esta información sea factor de decisión en el momento de la adquisición (Innovaven, 2010).

Esta acción de etiquetar los productos, e informar de su eficiencia, es una medida que apoya los programas de eficiencia energética ya

que permite contrarrestar la existencia de productos inadecuados que van en contravía de la buena fe de los consumidores.

Con el fin de evaluar la efectividad de esta medida, en varios países se han llevado a cabo algunos análisis. Para el caso de Venezuela de acuerdo con los resultados de la OPSIS (2008), el etiquetado de las bombillas fluorescentes compactas según muestreo, el 85 % de las muestras ensayadas presentan un desempeño energético clasificado como A, y el 54% de las referencias probadas, cuentan en el empaque con la etiqueta de la eficiencia energética.

Situación que deja ver que aun hay que trabajar en este aspecto sobre todo en el tema de etiquetado que es el factor que permite al usuario acercarse a una buena decisión en la compra de iluminación.

En el caso de Chile, según el estudio de Servicio Nacional del Consumidor (SERNAC, 2005), acerca del *análisis comparativo del desempeño energético de ampollas residenciales incandescentes y fluorescentes compactas*, desde la perspectiva de los intereses de los consumidores, se estima que lo más importante es que la información que entregue el envase de una lámpara doméstica sea completa, confiable y no induzca a error.

En este estudio se llegó a los siguientes resultados en lo referente a las características de las lámparas fluorescentes compactas:

- Omisiones respecto de la identificación del fabricante y/o importador, del país de origen del producto.
- Omisiones de información referida a parámetros básicos, tales como flujo lumínico, eficiencia luminosa y vida útil.
- Una parte importante de la información contenida en los rótulos de los envases, está en idioma inglés.
- Uso de simbología de seguridad, cuyo significado no es conocido en Chile. · Conforme lo anterior, la realidad en el momento actual es que el rotulado de las lámparas – especialmente de las LFC'S – no provee las condiciones necesarias para una toma

de decisiones basada en la comparación válida entre productos de características similares.

- Desde el punto de vista del interés del consumidor, no basta que una LFC'S consuma menos energía para ejercer su función de uso, sino que – junto con hacerlo logre una eficacia luminosa igual, o al menos comparable, al que le daría el uso de una ampollita común (incandescente) u otra opción.

Si Chile aplicara un mínimo de eficiencia energética para lámparas fluorescentes compactas, similar al establecido en Corea del Sur, menos de un tercio de las lámparas de 15 W analizadas quedaría fuera de mercado, lo que favorecería tanto para los consumidores como a los proveedores, agregando transparencia a este mercado (SERNAC, 2005)

Como lección de estos dos casos se puede ver que el etiquetado es una buena fuente para lograr las metas de eficiencia energética, pero que estos programas deben estar acompañados de unas campañas de educación y control, así como de otras alternativas de protección en cuanto a normatividad técnica que ayuden a lograr los objetivos iniciales del mismo

5.2. PRINCIPALES ASPECTOS EN TORNO AL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA EN ILUMINACIÓN

Aspectos que favorecen el desarrollo de este tipo de proyectos. Los aspectos que se han identificado como favorables para el desarrollo de este proyecto en Venezuela es la existencia de voluntad política para el fomento del uso racional de la energía, adicionalmente se ha creado la reglamentación adecuada al respecto fundamentadas en la leyes de uso racional de energía.

En ese sentido, se cuenta en Venexuela con el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología (Sencamer), el cual ha editado la norma de eficiencia energética para iluminación. El laboratorio acreditado ante esta dependencia nacional ha generado la propuesta de reglamento

técnico para eficiencia energética en iluminación, entre otros aspectos (Sencamer, 2010). Asimismo, se espera lograr la generación de cultura *uso racional de la energía* en la ciudadanía venezolana, procurando alcanzar efectos positivos en términos energéticos, económicos, sociales y reducción de los gases de efecto invernadero.

Aspectos que forman una barrera para el desarrollo de este tipo de proyectos. Algunas de las amenazas técnicas identificadas para la ejecución de proyectos de uso racional de energía, y específicamente el de lámparas fluorescentes compactas, están basadas principalmente en la participación en el mercado de tecnologías inadecuadas marcadas como eficientes, en el bajo factor de potencia que la mayoría de estas ofrece, la disposición final de las bombillas reemplazadas y la afectación en la calidad de energía (Artículo 55 de la Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos), adicionalmente, desde el punto de vista del interés del consumidor, no basta que una LFC'S consuma menos energía para ejercer su función de uso, sino que junto con hacerlo logre una eficacia luminosa igual, o al menos comparable, al que le daría el uso de una ampollita común (incandescente) u otra opción es decir tecnologías adecuadas que puedan adquiridas en el mercado (SERNAC, 2005)

Otros de los aspectos detectados como débiles. Los estudios técnicos han determinado toda una suma de aspectos que amenazan el desarrollo de este tipo de proyectos en Venezuela, entre los más importantes son:

- Seguimiento en el mercado de la tecnología disponible.
- Marco regulatorio aún no ratificado.
- Manejo integral del concepto uso racional de la energía en iluminación.
- Conocimiento técnico de los usuarios respecto al tema de uso racional de la energía en iluminación.

El programa de sustitución de bombillas tiene como efecto en los usuarios la reducción del consumo de energía a largo plazo y en el costo de la factura, sin embargo, en los estratos 1, 2 y 3 los

ingresos familiares no son suficientes para hacer la inversión inicial o reposición de bombillas fluorescentes compactas. (Ministerio de Energía Eléctrica, 2010).

Por ello, las LFC'S se presentan como una efectiva herramienta para generar ahorros en el consumo energético por concepto de iluminación, sin embargo, dadas las características de desempeño, su uso en espacios domésticos debe privilegiar lugares que permanecen iluminados por tiempos relativamente extensos. Ello, debido a que el mayor consumo de electricidad se produce al momento del encendido, mediando un tiempo superior a diez (10) minutos para estabilizar su flujo lumínico y potencia (SERNAC, 2005).

— 6. IMPACTOS AMBIENTALES EN ESTE TIPO DE PROYECTOS

Marco normativo actual aplicable en Venezuela a los residuos peligrosos. En Venezuela existe la Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos (AN-RBV, 2001), que tiene como objeto prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente, decreto "por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral".

La definición expone que dentro de la cadena de cada eslabón es susceptible de ser generador de residuos, aunque para el caso de los proyectos de cambio masivo de lámparas incandescentes por LFC'S el punto más débil se encuentra hoy en la disposición final. Y aunque esta tecnología es generadora de mercurio sobre todo en su disposición final, hay estudios que establecen que una lámpara fluorescente sin mercurio consumiría tres veces más energía, que una con conteniendo de mercurio para producir la misma iluminación, aspecto que le es favorable a esta tecnología para ser propiciada en los proyectos de eficiencia energética.

Según (Brugnoni y Iribarne, 2006) en el estudio de *Impactos en redes de distribución y medio ambiente debido al uso intensivo de lámparas fluorescentes compactas*, el principal impacto ambiental positivo producido por uso de lámparas fluorescentes compactas (LFC'S), está asociado a su mayor nivel de eficiencia en la transformación de energía eléctrica en luz, los potenciales beneficios del ahorro energético se traducen en términos de disminución de emisiones de los denominados gases invernadero, de conservación de recursos naturales, y de disminución de emisiones de mercurio que, en menor o mayor medida, se producen asociadas a las distintas fuentes de generación.

Para Venezuela, las emisiones evitadas de CO₂ en iluminación residencial, serían actualmente las mejores tecnologías disponibles de fabricación a nivel mundial exhiben productos con un contenido promedio de 5 mg de mercurio por lámpara, y se caracterizan por generar fuentes luminosas con largas vidas útiles.

Debido a que las emisiones de mercurio provenientes de las LFC'S como residuo resultan más fácilmente controlables a través de una gestión integral de los residuos, los usuarios requieren conocer bajo qué condiciones conviene instalarlas (características de las luminarias, ciclos de encendidos, condiciones de temperatura ambiente y humedad), y deben ser informados acerca de cómo lograr a través de una mejor utilización, que la vida útil real de cada lámpara sea la indicada por el fabricante o aún mayor y como deben realizar la disposición final de las mismas.

Exponen Brugnoni y Iribarne (2006), que la utilización de menos energía por unidad de servicio o producto, se traduce en un menor deterioro del medio ambiente ya sea, porque disminuye la necesidad o al menos la posterga en cuanto a la construcción de centrales eléctricas y refinerías de petróleo, o el desarrollo de yacimientos carboníferos y de hidrocarburos, o bien, porque reduce la emisiones de gases contaminantes, de gases de efecto invernadero y de partículas resultantes de la combustión.

La ejecución de programas de cambios masivos de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas, conllevan impactos ambientales positivos cuando se considera los beneficios del ahorro energético que se traducen en términos de disminución de emisiones de los denominados gases invernadero.

Además, los sistemas de iluminación producen diferentes tipos de desechos, siendo los más perjudiciales los pertenecientes a lámparas de descarga agotadas. Año a año, las lámparas son arrojadas a los basureros, muchas de ellas conteniendo residuos altamente contaminantes como el mercurio. Estos residuos son potenciados si la ampolla o lámpara es destruida cosa que lamentablemente ocurre en la mayoría de los casos.

Otro aspecto a considerar es que la sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas, implica un aumento en la cantidad de mercurio en las lámparas y su eventual liberación al medio ambiente, así mismo las radiaciones asociadas a la iluminación pueden provocar efectos nocivos sobre las personas, tales como cataratas por radiación U.V y daño térmicos sobre la piel, entre otros; además que las radiaciones asociadas a la iluminación, pueden provocar efectos nocivos sobre el ecosistema en la atracción de insectos voladores y alteraciones ecológicas en la zona de influencia (Assaf, Dutt y Tanides, 2006).

— 7. PREOCUPACIONES ACTUALES FRENTE A LOS RESIDUOS POS CONSUMO

Una de las principales preocupaciones expresadas en la utilización de las LFC'S, es que ellas contienen mercurio, un tóxico conocido, el cual puede ser liberado al ambiente en su disposición final. También es sabido que la soldadura de plomo es aun usada en los contactos de estos tipos de lámparas y en los circuitos impresos de las LFC'S.

En un análisis de la cantidad de mercurio y plomo que se libera al ambiente por los dos tipos de lámparas en tres estados de Australia, se encontró que en dos de ellos, en donde se quema

carbón como fuente principal para el suministro de energía eléctrica, se libera más mercurio (un factor cercano a 5) al aire por las lámparas incandescentes que por las LFC'S. Esto es debido a que el mercurio es liberado por la quema del carbón, la mayoría del cual es para el uso de las lámparas incandescentes. Lo mismo ocurre en Tasmania en donde la hidroelectricidad domina, aunque involucra más pequeñas cantidades, probablemente porque algunos combustibles fósiles se usan como parte del proceso de generación.

Según Parsons (2006), en el artículo *The environmental impact of compact fluorescent lamps for Australian conditions*, los beneficios percibidos por este tipo de programas son mejores que continuar con las incandescentes, esto debido principalmente a que en algunos estados australianos en donde la fuente principal de energía son centrales térmicas a base de carbón, la emisión de mercurio por el sólo hecho de producir energía eléctrica, es mayor para las lámparas incandescentes que las fluorescentes que demandan menos energía.

— 8. IMPACTOS TÉCNICOS SOBRE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

Desde la dimensión técnica. La preocupación principal se ha basado en la distorsión armónica y el bajo factor de potencia que las LFC'S presentan en el mercado convencional.

El bajo factor de potencia, en asociación con los altos niveles de distorsión armónica en la corriente se convierte en un problema potencial para el suministro de sistemas de potencia, causando ineficiencia y baja calidad en el suministro. Es por ello que se han adelantado varios estudios tendientes a aclarar los efectos que en las redes se presentan, desde este punto de vista.

Según Brugnoli y Iribarne (2006), la implementación masiva de LFC'S modifica el contenido armónico de las corrientes y reduce el valor eficaz de la corriente que circula por los alimentadores y el transformador, este último, beneficia las redes

de distribución y podría evitar la construcción de nuevas centrales o el ingresos de centrales térmicas en las horas de mayor demanda, logrando así, la disminución de emisiones de CO₂.

En adición a este aspecto técnico expuesto por los autores antes citados, la combinación de electrodomésticos de distintas características, puede producir notables efectos de mitigación de armónicos.

Los siguientes son algunos aspectos adicionales a tener en cuenta en la planeación y ejecución de proyectos de cambio masivos de lámparas incandescentes por LFC'S (Brugnoli y Iribarne, 2006):

- El reemplazo de las lámparas incandescentes por fluorescentes compactas provoca una leve

disminución del promedio bimestral del factor de potencia. La combinación de electrodomésticos de distintas características puede producir notables efectos de mitigación de armónicos.

Teniendo en cuenta los patrones de consumo del sector residencial en la Argentina, se observa que el reemplazo de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas, puede reducir significativamente la demanda eléctrica diaria, en coincidencia con los horarios de punta.

El aporte al contenido armónico de la red de distribución resulta mínimo debido a la baja potencia de las lámparas.

— 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implementación de un programa de sustitución de bombillas debe ser acompañarlo con estrategias e incentivos relacionados con:

El cumplimiento de los niveles de iluminación mínimos para cada aplicación. El suministro de las bombillas al usuario para compensar el valor de adquisición. Con la sustitución gradual de bombillos se estará incrementando la cantidad de residuos tóxicos manejados por cada usuario especialmente en sector residencial y en los rellenos sanitarios.

Se evidencia la necesidad de elaborar reglamentos técnicos en el campo de iluminación y uso racional de la energía para exigir y garantizar el cumplimiento de las especificaciones mínimas de los productos.

De acuerdo con los referentes externos estudiados de otros países, y de acuerdo con los resultados demostrados por el ejecutivo nacional venezolano, se confirma que la sustitución masiva de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas reduce efectivamente la potencia que demanda el sistema debido a que estas últimas son más eficientes en su desempeño. La preocupación ambiental respecto al contenido de mercurio de las lámparas, se centra principalmente en la disposición final, ya que durante su operación las lámparas no emiten mercurio de forma directa.

Además en Venezuela, aunque existen reglamentaciones técnicas, se evidencia la existencia de productos de bajas especificaciones en el mercado, lo que deja al usuario a merced de lo que el mercado produzca. Por ello, se recomienda difundir entre el usuario común de manera más efectiva el material publicado por el Ministerio de Información de Venezuela, con el fin de evitar contaminaciones por el manejo inadecuado de los productos.

Finalmente, según los resultados de los estudios de impactos sobre las redes de distribución, la combinación de electrodomésticos de distintas características puede producir notables efectos de mitigación de armónicos.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AN-RBV, 2001. Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos. Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, Venezuela. 32 p.
- ASSAF, L., G. DUTT y C. TANIDES. 2006. Impacto ambiental de los sistemas de iluminación. En línea: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli%2Diluminacion/#indice.pdf> [Consultado: 15/05/2013].
- BRUGNONI, M. y R. IRIBARNE. 2006. Estudio de impactos en redes de distribución y medio ambiente debido al uso intensivo de lámparas fluorescentes compactas. En línea: <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2523> [Consultado: 12/05/2013].
- GORBV. 2010. Gaceta Oficial Número 39.366. 11 de febrero de 2010. Caracas, Venezuela. 21 p.
- IEA. 2010. International Energy Agency. En línea: <http://www.iea.org/> [Consultado: 07/04/2013].
- INNOVAVEN. 2010. Que pasa. En línea: <http://www.innovaven.org/quepasa/ecoana26.pdf> [Consultado: 20/04/2013].
- MINISTERIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. 2010. Leyes del sistema de servicio eléctrico en Venezuela. En línea: <http://www.mppee.gob.ve/inicio/ministerio/leyes/leyes/leyorgnica-del-sistema-y-servicio-electrico> [Consultado: 10/05/2013].
- OP SIS. 2008. La situación energética en Venezuela. En línea: <http://www.consumid.org/quien/opsis> [Consultado: 24/04/2013].
- PARSONS, D. 2006. The environmental impact of compact fluorescent lamps for Australian conditions. En línea: http://eprints.usq.edu.au/1785/1/Parsons_Environmental_impact_of_compact_fluorescent_lamps_and_incandescent_lamps_Publ_version.pdf [Consultado: 20/05/2013].
- SENCAMER. 2010. Proyectos para procurar eficiencia energética en Venezuela. En línea: www.sencamer.gob.ve [Consultado: 15/05/2013].
- SERNAC. 2005. Análisis comparativo del desempeño energético de ampollitas residenciales incandescentes y fluorescentes compactas. En línea: <http://www.sernac.cl/download.php?id=1437&n=1> [Consultado: 10/05/2013].
- UN. 2013. Agenda 21. En línea: www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/.../eco.htm [Consultado: 05/04/2013].

