

Consecuencias Ambientales del Reemplazo de Lámparas Incandescentes por Lámparas Fluorescentes Compactas

Luis Leanza y Jorge Parente

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Delta (UTN FRD)

Centro de Investigación y Desarrollo en Energía y Ambiente (CIDEA)

San Martín 1171 – CP 2804 - Campana – Buenos Aires – Argentina

Tel. 54-03489-420249/420400/422018 – Fax 54-03489-437617

e-mail: leanzal@frd.utn.edu.ar / parentej@frd.utn.edu.ar

Resumen - El reemplazo mundial de lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo nos ha motivado a realizar el presente trabajo cuyo objetivo es establecer indicadores de las situaciones favorables y desfavorables que ello genera. El mismo está basado en una comparación entre ambos tipos de lámparas realizando en primer lugar un análisis energético, y en función del mismo un análisis económico y ambiental. El alcance del análisis e indicadores obtenidos ha sido desarrollado a nivel mundial. Se concluye en una importante ventaja de las lámparas de bajo consumo desde el punto de vista energético y económico. Sin embargo en el aspecto ambiental, si bien las mismas derivan en una menor emisión de dióxido de carbono, su descarte sin un adecuado tratamiento en empresas especializadas y expresamente autorizadas por la autoridad competente para esta actividad, generará, por la presencia de mercurio, una contaminación potencial de agua potable estimada en 3 km³ anuales en el planeta.

Palabras clave: lámparas incandescentes – lámparas fluorescentes compactas – ahorro energético y económico
emisión de dióxido de carbono – mercurio - contaminación de agua potable

Environmental Consequences of Replacement of Incandescent Lamps by Compact Fluorescent Lamps

Abstract - The world replacement of incandescent lamps by compact fluorescent lamps have motivated us to carry out the present work whose objective is to establish indicators of the favorable and unfavorable situations that it generates. The same one is based on a comparison between both types of lamps by first energy analysis, and by the same economic and environmental analysis. The scope of analysis and obtained indicators has been developed worldwide. The conclusion is an important advantage of under consumption lamps from energy and economic point of view. Nevertheless in the environmental aspect, although the same ones derive in a smaller emission of carbon dioxide, its disposal without a suitable treatment in companies specialized and specifically authorized by the competent authority for this activity, will generate, by mercury presence, a potencial contamination of drinking water estimated at 3 km³ per year on the planet.

Keywords: incandescent lamps - compact fluorescent lamps - power and economic saving
carbon dioxide emission - mercury – drinking water contamination

INTRODUCCION

Si bien las lámparas de bajo consumo o lámparas fluorescentes compactas, usualmente identificadas con las siglas CFL (compact fluorescent lamp), poseen una cantidad de mercurio sensiblemente inferior a los tubos fluorescentes tradicionales y son inofensivas durante su vida útil, pasan a ser residuos especiales o peligrosos cuando se agota su dicha vida útil, o sea cuando deben ser descartadas y arrojadas como desechos en vertederos destinados a residuos sólidos urbanos. Los residuos peligrosos o especiales según el Programa de Medio Ambiente de la ONU del año 1985 son residuos diferentes a los radiactivos (e infecciosos) los cuales por razón de su actividad química o tóxica, corrosiva, u otras características, cause o pueda causar peligro para la salud o el

medio ambiente, sea solo o cuando toma contacto con otro residuo.

En cuanto a las lámparas incandescentes, si bien es notorio que las mismas deben ser reemplazadas en beneficio del medio ambiente, en cuanto a la disminución de la emisión de dióxido de carbono, principal gas responsable del efecto invernadero y el cambio climático, cuando las mismas agotan su vida útil pasan a ser residuos inofensivos desde el punto de vista de los contaminantes peligrosos.

Entre los contaminantes peligrosos de reconocida toxicidad que se podrían encontrar en los lugares de disposición final de residuos sólidos podemos distinguir plaguicidas, disolventes, residuos infecciosos y metales.

Entre estos últimos podemos distinguir fundamentalmente arsénico, berilio, cadmio, cromo, antimonio, bario, plomo, mercurio, plata y talio, los cuales son metales prioritarios en la lista de la EPA (LaGrega, 1996).

A la hora del descarte, las lámparas fluorescentes deben ser gestionadas como residuos peligrosos debido a su contenido en mercurio. Los materiales de las lámparas se encuentran dentro de un sistema cerrado, por lo cual su uso adecuado no representa riesgos o impactos sobre el medio ambiente o la salud. Dichos materiales entran en contacto con el medio ambiente solo en caso de rotura o destrucción, siendo el principal riesgo la liberación del mercurio.

Las lámparas fluorescentes residuales deben ser consideradas en función de las leyes que regulan los residuos especiales (Ley 11720, 1995). Específicamente el metal pesado mercurio es considerado por la Ley de residuos especiales como desechos que tengan como constituyente este metal y deben ser controlados. Se especifica lo indicado en el anexo I de la Ley de Residuos Especiales 11720, como Y) 29. Mercurio. Compuestos de Mercurio.

OBJETIVOS

Determinar indicadores o parámetros que permitan generar una discusión en cuanto a las ventajas y desventajas del uso de ambos tipos de lámparas.

Introducir un estudio teniendo en consideración la cuestión ética ambiental, la cual se preocupa de la actitud de las personas hacia otros seres vivos y hacia el medio natural.

Por otra parte el estudio persigue la finalidad de la prevención de la contaminación, término que describe la producción de estrategias y tecnologías que den como resultado la eliminación o reducción de los flujos de desechos.

Realizar un estudio comparativo entre las lámparas fluorescentes compactas y las lámparas incandescentes desde el punto de vista energético.

En función del análisis energético establecer un estudio económico y ambiental que visualice claramente las diferencias que ofrecen las características de cada tipo de lámparas.

Realizar un análisis de las alternativas del tratamiento de las CFL considerando su peligrosidad cuando las mismas se convierten en residuos.

DESARROLLO

En función de la comparación indicada en la Tabla 1 se realizarán los análisis energético, económico y ambiental. Se han tomado valores medios de varias fuentes de información ya que las mismas entregan distintos valores absolutos de cada uno de los rubros indicados.

Análisis energético

Conforme a la Tabla 1, por ejemplo, una lámpara incandescente de 75 W equivale a una lámpara CFL de 15 W considerando el rendimiento de flujo luminoso de ambas.

Rubro	Lámpara CFL	Lámpara Incandescente
Rendimiento (lm/watt)	60	12
Vida útil (h)	8000	1000
Costo (\$)	20	2

Tabla 1 – Comparación de lámparas compactas fluorescentes y lámparas incandescentes

El consumo de energía eléctrica durante la vida útil de una lámpara CFL, teniendo en cuenta que se necesitan 8 lámparas incandescentes para alcanzar la vida útil de la lámpara de bajo consumo, se puede observar en la Tabla 2.

Rubro	Lámpara CFL	Lámpara Incandescente
Consumo (kWh)	120	600

Tabla 2 – Consumo de energía eléctrica durante la vida útil de una lámpara CFL

Análisis económico

Considerando un costo variable de energía eléctrica de 0,30 \$/kWh que es aproximadamente representativo de una factura domiciliaria, incluyendo los porcentajes de IVA y los distintos impuestos, el costo de energía eléctrica por lámpara se observa en la Tabla 3. Durante a vida útil de una lámpara de bajo consumo se deben comprar 8 lámparas incandescentes por lo que el costo de adquisición de cada lámpara también se observa en la Tabla 3. En función de los valores obtenidos se detalla el costo total comparativo en función de la vida útil de una lámpara de bajo consumo.

Costos (\$)	Lámpara CFL	Lámpara Incandescente
Energía Eléctrica	36	180
Adquisición	20	16
Total	56	196

Tabla 3 – Costos durante la vida útil de una lámpara CFL

En consecuencia, durante la vida útil de una lámpara CFL, el ahorro económico es del orden del 70 %. Si bien el costo inicial de las lámparas CFL es aproximadamente 10 veces mayor que las incandescentes, a lo largo de su vida útil, el ahorro es considerablemente superior. Suponiendo que ambas estén encendidas durante 6 horas diarias al cabo de un semestre la lámpara CFL, amortiza su costo, o sea cuando transcurren aproximadamente 1000 horas, que es cuando hay que reponer la primer lámpara incandescente.

Análisis ambiental

El aspecto favorable del uso de lámparas fluorescentes en reemplazo de las incandescentes es la importante reducción en la emisión de dióxido de carbono.

Consultada la página oficial de la Secretaria de Energía de la República Argentina se adopta un factor

de emisión de $0,547 \text{ ton CO}_2/\text{MWh} = 0,547 \text{ g/Wh}$, aunque se debe considerar que este factor es variable considerando el país de que se trate. Considerando el factor de emisión expuesto y tomando los valores de consumo de energía eléctrica en función de la vida útil de una lámpara CFL presentados en la Tabla 2 se puede observar en la Tabla 4 la cantidad equivalente de emisión de dióxido de carbono.

Rubro	Lámpara CFL	Lámpara Incandescente
Emisión de dióxido de carbono (kg)	65,64	328,2

Tabla 4 – Emisión de dióxido de carbono durante la vida útil de una lámpara CFL

De acuerdo a los valores de la Tabla 4 la disminución en la emisión de dióxido de carbono por el reemplazo de una lámpara CFL durante su vida útil resulta de 262,5 kg o sea el 80%.

En cuanto al aspecto desfavorable de las CFL es la presencia de mercurio que, si bien durante su vida útil no representa ningún riesgo, sí lo es cuando son descartadas y arrojadas a los vertederos liberando el mercurio presente cuando las mismas se rompen pudiendo contaminar las aguas subterráneas por percolación.

Las lámparas de bajo consumo tienen un contenido de aproximadamente 5 mg por lámpara. La Agencia Ambiental de Estados Unidos (EPA) catalogó a las lámparas que contienen mercurio como un residuo peligroso. Este mismo organismo demostró que su disposición en rellenos sanitarios no garantiza la no contaminación de las aguas subterráneas, a través de los lixiviados (Brugnoni, 2006).

Las regulaciones internas primarias de los Estados Unidos (EPA, 2000) establecen un contenido máximo de mercurio de 0,002 mg/L.

De acuerdo a estas especificaciones y la cantidad de dióxido de carbono ahorrado la relación resultante es de 2500 litros de agua potable potencialmente contaminada cuando se ahorran 262,5 kg de dióxido de carbono o sea 9,5238 litros de agua potable por kilogramo de dióxido de carbono.

CONCLUSIONES

Pese a la pequeña cantidad de mercurio depositada en cada lámpara de bajo consumo, su uso masivo, debido a su menor consumo y emisiones y a una mayor duración, presenta un riesgo ambiental distinto al de las lámparas incandescentes, cuya poca eficiencia hace mandataria su sustitución progresiva. Sin embargo esta acción contribuye a la contaminación con mercurio del agua y el ambiente, si las lámparas CFL no son desechadas de manera selectiva en todo el mundo.

Aunque sus indudables ventajas en duración, ahorro económico y ahorro energético, el uso de mercurio presenta problemas, previendo que, millones de lámparas CFL, con una media de 5 mg en su interior, serán desechadas incorrectamente y podrían entrar en contacto con personas y animales por inhalación, contacto o ingestión.

A pesar de existir la certeza científica de que una exposición momentánea ante una lámpara CFL rota, mientras es por ejemplo limpiada, introducida en una bolsa y desechada de forma selectiva, no constituye un riesgo para la salud, la expansión mundial de la tecnología aumenta el riesgo, sobre todo en países y entornos socioeconómicos donde la aplicación de normativas tendrá menor seguimiento real de la población menos informada.

Por otra parte, a esta contaminación se agrega a la gran contaminación generada por los tradicionales tubos fluorescentes residuales los cuales contienen en su interior siete veces más cantidad de mercurio que las lámparas de bajo consumo.

Considerando que el costo de tratamiento en empresas especializadas y expresamente autorizadas por la autoridad competente para esta actividad es aproximadamente 1 \$/kg y que las lámparas fluorescentes de bajo consumo tienen un peso medio de 120 gramos (se toma para una lámpara de 15 W) el costo es solo de 0,12 \$ por cada lámpara. Esto significa que el costo de tratamiento representa solo el 0,6 % respecto del costo inicial

de la lámpara, con lo cual sería económicamente factible su adecuada disposición antes de arrojarla a un vertedero destinado a residuos sólidos urbanos. En este aspecto la dificultad está centrada en la poca disponibilidad de empresas especializadas, sobre todo en países en desarrollo o emergentes.

La iluminación artificial es responsable del 19 % del consumo global de electricidad lo que equivale al 2,4 % del consumo mundial de toda la energía primaria empleada. Por otra parte el 70 % de la energía usada para iluminación artificial es consumida por lámparas incandescentes lo cual representa aproximadamente el 1,7 % del consumo mundial de toda la energía primaria.

Considerando que el 80% de la energía primaria global proviene de la combustión de combustibles fósiles (Goldemberg, 2007) podemos considerar que aproximadamente el 1,3 % de la energía primaria global por combustibles fósiles se utiliza para el encendido de las lámparas incandescentes.

La emisión mundial aproximada de dióxido de carbono es de 30 gigatoneladas anuales (Marlan, 2003) por lo que se emiten anualmente para mantener encendidas las lámparas incandescentes unos 390 gigakilogramos de dióxido de carbono anuales. Al ser reemplazadas, como anteriormente se ha calculado un ahorro del 80% en la emisión de dióxido de carbono, resulta un ahorro global de 312 gigakilogramos anuales.

La energía eléctrica ahorrada, conforme al factor de emisión adoptado de 0,547 ton CO₂/MWh, representa un ahorro energético de 570 terawatt-hora anuales.

Considerando la relación de 9,5238 litros de agua potable potencialmente contaminable por cada kilogramo de dióxido de carbono ahorrado, la posibilidad de contaminación por mercurio es de aproximadamente 3 teralitros anuales, o sea 3 km³ anuales de agua potable.

A la luz de estos resultados, considerando que el agua potable es un recurso natural absolutamente necesario para la vida del ser humano, y que además solo el 1 % del agua presente en el mundo se puede considerar potable parecería que el uso de las lámparas de bajo consumo ponen en riesgo esta fundamental fuente natural.

Por otra parte la disminución en la emisión de este gas de efecto invernadero, si bien en valor absoluto parece importante, no parece serlo en forma relativa. Si no se prevé una adecuada disposición de las lámparas CFL el reemplazo podría ser un camino erróneo en la lucha contra los gases de efecto invernadero.

REFERENCIAS

Brugnoni Mario (2006) - Estudio de impacto en redes de distribución y medio ambiente debidos al uso intensivo de lámparas fluorescentes compactas. Ing. Mario Brugnoni, Ing. Rosana Iribarne, Grupo "Energía y Ambiente", Facultad de Ingeniería, UBA. Dirección Nacional de Promoción, Secretaría de Energía.

EPA, 2000 – Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA. Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable. EPA 815 – F – 00 – 007.

Goldemberg, 2007, Ethanol for a Sustainable Energy Future, Science 315, 5813, 808-810.

LaGrega Michael, Buckingham Phillip y Evans Jeffrey (1996) – Gestión de Residuos Tóxicos - pp. 876-877 - McGraw-Hill - Madrid - España.

Ley 11720 (1995) – De Residuos Especiales – De generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento, y disposición final de residuos especiales en el territorio de la Provincia de Buenos Aires – Anexo I y Anexo II – 2 de noviembre de 1995 – Provincia de Buenos Aires.

Marlan, Boden y Andrés, 2003. Global Regional and National CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC). Oak Ridge National Laboratory, U. S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn.