

## FUNDAMENTOS PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICION DE TUBOS FLUORESCENTES RESIDUALES

Luis N. Leanza, Jorge R. Parente

“U.T.N. Facultad Regional Delta”; del Centro de Investigación C.I.D.E.A.  
San Martín 1171 – (2804) Campana – Buenos Aires – Argentina  
T.E./Fax : 54-03489-420249/420400/422018/437617  
E-mail: [leanzal@frd.utn.edu.ar](mailto:leanzal@frd.utn.edu.ar) / [parentej@frd.utn.edu.ar](mailto:parentej@frd.utn.edu.ar)

**RESUMEN:** Considerando que los tubos fluorescentes que han finalizado su vida útil son residuos peligrosos por la presencia de metales pesados, fundamentalmente mercurio, es nuestro objetivo determinar la contaminación potencial de los mismos si no son dispuestos adecuadamente. Para el estudio técnico y económico el alcance de este trabajo son los tubos fluorescentes obsoletos de nuestro ámbito universitario. Dicho estudio se fundamenta en las legislaciones nacionales e internacionales determinando índices que acentúan la necesidad de no infringir las normativas vigentes. Se concluye que desde un ámbito educativo, y fundamentalmente universitario, se hace necesario cumplir con los requisitos planteados para la disposición de residuos peligrosos, o sea el tratamiento en una empresa especializada, en lugar de disponerlos con los residuos sólidos urbanos. Se demuestra que los costos de tratamiento son totalmente accesibles, más aún considerando que sirven a la preservación de la salud y el medio ambiente.

### PALABRAS CLAVES

Tubos fluorescentes residuales – Metales pesados – Mercurio - Residuos Peligrosos – Ética ambiental – Tratamiento en empresas especializadas

### INTRODUCCION

Los tubos fluorescentes, que son inofensivos durante su vida útil, pasan a ser residuos especiales o peligrosos cuando se agota su dicha vida útil, o sea cuando deben ser descartados y arrojados como desechos. Los residuos peligrosos o especiales según el Programa de Medio Ambiente de la ONU del año 1985 son residuos (sólidos, barros, líquidos y gases contenidos) 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 (Domínguez, 2005).

Tradicionalmente los ingenieros pudieron ejercer su profesión sin tener que atender a la ética ambiental con la profundidad que se requiere actualmente. La ética ambiental se preocupa de la actitud de las personas hacia otros seres vivos y hacia el medio natural. A los ingenieros no se les forma todavía para ocuparse y entender la ética ambiental (Kiely, 1999). Sin embargo se está convirtiendo rápidamente en una necesidad. Por ello, en la enseñanza que reciben nuestros alumnos de ingeniería, hemos considerado un importante aporte para la creación de una conciencia ambiental, fundamentalmente en lo referente a residuos peligrosos.

Para conocer los problemas de salud asociados a la presencia de residuos peligrosos se debe establecer una relación causa-efecto entre contaminación y efectos sobre la salud por lo que se hace necesario estudiar las rutas de exposición.

Según la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades del Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos ATSDR (INET-GTZ, 2003) la ruta de exposición se compone de cinco elementos:

- Fuentes de contaminación o sitios de residuos peligrosos, que en general son los basurales y vertederos no controlados.
- Medios de transporte de contaminantes como son aire, agua, suelo, alimentos, etc.
- Puntos de exposición o lugares donde ocurre el contacto del hombre con el contaminante, como por ejemplo, los lugares donde los recolectores extraen el material recuperable desde los residuos o en los mismos camiones donde los trabajadores manipulan los desperdicios sin elementos de protección personal.
- Vías de exposición como lo son las vías respiratorias para los contaminantes del aire, la vía dérmica para contaminantes que son absorbidos por la piel como por ejemplo compuestos metal-orgánicos. En el caso de la radiación la exposición es total.
- Población receptora o sea los grupos humanos afectados. El tiempo de exposición y la cantidad de residuos peligrosos, así como la vulnerabilidad de la población expuesta, son los factores que más influyen en la magnitud de los efectos sobre la salud humana.

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 plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cromo, níquel.

Considerando los efectos de cada uno de los grupos de sustancias mencionados prácticamente todas ellas pueden, potencialmente, afectar a todos los órganos y sistemas del cuerpo humano. No obstante la ATSDR entrega una lista con siete condiciones de salud asociadas a este tipo de contaminación: anomalías inmunológicas, cáncer, daño reproductivo y defectos del nacimiento, enfermedades respiratorias y del pulmón, problemas del funcionamiento hepático, problemas de funcionamiento neurológico, problemas de funcionamiento renal. De estas las de mayor preocupación de la comunidad son el cáncer, los efectos neurotóxicos y defectos del nacimiento.

En los tubos fluorescentes la luz se produce por el paso de una corriente eléctrica a través de un vapor (mercurio). El arco de descarga que se forma excita enérgicamente los átomos de vapor, los cuales liberan esa energía en forma de luz. La radiación emitida por el mercurio corresponde al espectro visible y ultravioleta. Para transformar la radiación ultravioleta en luz visible los tubos se recubren interiormente con fósforo fluorescente.

A la hora del descarte, los tubos fluorescentes deben ser gestionados como residuos peligrosos debido a su contenido en mercurio y otros metales pesados. Si bien los materiales que componen los tubos fluorescentes varían entre los distintos fabricantes, en la Tabla N° 1, se puede observar una composición aproximada, en cuanto a metales, de un tubo fluorescente (CONAMA / GTZ, 2006).

Peso del tubo (g)	Mercurio (g/tubo)	Antimonio (g/tubo)	Plomo (g/tubo)	Bario (g/tubo)
200	0,035	0,030	0,0104	0,060

Tabla N° 1 - Contenido de metales de un tubo fluorescente

Los materiales de los tubos 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.

El mercurio es una sustancia natural y un contaminante proveniente de diversas actividades industriales. Las concentraciones naturales en agua, suelo y en los peces (bioacumuladores) varían de una región a otra y son función de la composición de la roca madre a partir de la cual se genera el suelo y de las fuentes de contaminación existentes en el área.

Una vez liberado por actividades antrópicas al medio ambiente, el mercurio puede permanecer por mucho tiempo en la atmósfera antes de depositarse (mayoritariamente como mercurio elemental en fase vapor), lo que permite que este se transporte lejos de la fuente de emisión.

El mercurio ocasiona una amplia gama de efectos sistémicos en los seres humanos (riñones, hígado, estómago, intestino, pulmones y una especial sensibilidad del sistema nervioso), aunque varían con la forma química. Los microorganismos convierten el mercurio inorgánico en metilmercurio, una forma química muy tóxica, persistente y bioacumulable, y que además se absorbe fácilmente en el tracto gastrointestinal humano (US EPA, 1999). También actúa como un agente inhibidor de la actividad enzimática y puede provocar la aparición de malformaciones fetales. Asimismo es tóxico para las aves de rapiña y otras variedades de la fauna salvaje. También es responsable de lesiones foliares en las plantas y de reducir su crecimiento (Seoáñez Calvo, 1997).

Los tubos fluorescentes residuales deben ser considerados en función de las leyes que regulan los residuos especiales (Ley 11720, 1995) o residuos peligrosos (Ley 24051, 1992).

## OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es establecer la contaminación potencial que pudieran generar los tubos fluorescentes que han quedado obsoletos ya que los mismos se convierten en residuos peligrosos.

A tal efecto se establecerán indicadores que permitan visualizar el grado de contaminación si los tubos descartados no son dispuestos adecuadamente.

Determinar el camino a seguir para evitar esta posibilidad de contaminación desde el punto de vista legal, o sea adecuándolos a las normativas vigentes para este tipo de residuos.

Establecer el costo que implica el tratamiento de los mismos, tal como establece la ley, en las empresas especializadas para tratar residuos peligrosos.

Obtener índices que evalúen la incidencia que tienen dichos costos en relación con la peligrosidad que representan estos residuos.

## DESARROLLO Y METODOLOGIA

En primer lugar se ha contabilizado el total de tubos fluorescentes instalados en nuestra Facultad, separándolos conforme a la función a la cual están afectados. En la Tabla N° 2 se puede observar lo expuesto, destacando lo que involucra cada una de las cinco actividades en que se ha dividido.

- Académica: Aulas, Departamentos, Laboratorios, Biblioteca, etc.
- Extensión Universitaria: Oficinas, Aulas, Videoconferencia, Anfiteatro, Radio, etc.
- Investigación: Centros, Grupos, Talleres, Laboratorios, Aulas, etc.
- Administrativa: Recursos Humanos, Bedelía, Alumnos, Compras, Tesorería, Guardia, Obra Social. etc.
- Servicios: Iluminación externa, Baños, Mantenimiento, Fotocopiadora, Buffet, etc.

Actividad	N° tubos	Porcentaje (%)	Horas diarias encendidos (horas/día)	Días semanales (días/semana)	Semanas anuales (semanas/año)	Horas anuales de encendido por tubo
Académica	940	54,02	12	5	46	2760
Extensión Universitaria	180	10,34	16	6	50	4800
Investigación	245	14,08	16	5	44	3520
Administrativa	190	10,92	12	5	52	3120
Servicios	185	10,64	8	6	52	2496
Total	1740	100,00	-	-	-	-

Tabla N° 2 – Horas anuales de encendido de cada tubo

Los tubos fluorescentes instalados son tubos de bajo consumo de una potencia de 36 W y un flujo luminoso de 2350 lumen siendo entonces el rendimiento de los mismos de 65 lumen / watt.

A los efectos de obtener la cantidad aproximada que cada tubo permanece encendido anualmente se calcula el promedio ponderado del número de tubos por actividad y la cantidad de horas anuales de encendido de cada tubo

$$\frac{940 * 2760 + 180 * 4800 + 245 * 3520 + 190 * 3120 + 185 * 2496}{1740} = 3089,2 \text{ Horas de encendido / Tubo * Año} \quad (1)$$

Para nuestros cálculos estimamos que solo el 50 % de los tubos instalados está encendido en forma permanente con lo cual nos queda:

$$(3089,2 \text{ Horas de encendido / Tubo * Año}) * 0,5 = 1544,6 \text{ Horas / Tubo * Año} \quad (2)$$

Finalmente estimamos que cada tubo permanece encendido aproximadamente 1500 horas anuales.

La vida útil de los tubos fluorescentes puede variar con facilidad entre 5000 horas y más de 15000 horas, lo que depende de diversos factores tales como el tipo de tubo, el equipo complementario que se utilice con ella (reactancia electrónica o balasto y cebador o arrancador). También influye el uso ya que los encendidos y apagados constantes acortan notablemente su vida útil (Wikipedia, 2008).

En función de lo expuesto consideraremos que los tubos pueden tener una vida útil entre 1500 horas y 30000 horas por lo que en términos de la vida útil de años por tubo nos queda que los mismos pueden quedar obsoletos en 1 a 20 años. La probabilidad de que queden obsoletos en cada uno de los 20 años es  $1 / 20 = 0,05$ . por lo tanto la estimación es que anualmente quedarán descartados 87 tubos.

Sin embargo los tubos nuevos que se vayan reponiendo también tendrán esta probabilidad por lo que finalmente estimamos en 90 tubos descartados por año.

La ley 11720 en su artículo 3° dice “serán residuos especiales los que pertenezcan a cualquiera de las categorías enumeradas en el Anexo I, a menos que no tenga ninguna de las características descriptas en el anexo II; y todo aquel residuo que posea sustancias o materias que figuren en el Anexo I en cantidades, concentraciones a determinar por la Autoridad de Aplicación, o de naturaleza tal que directa o indirectamente representen un riesgo para la salud o el medio ambiente.”

Considerando lo expuesto precedentemente los materiales de los tubos fluorescentes 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 solamente en caso de rotura o destrucción. El principal riesgo corresponde a la liberación de mercurio y otros metales pesados, situación que ocurrirá si los tubos de descarte son dispuestos en un vertedero de residuos urbanos, ya sea un basurero clandestino a cielo abierto o aún en un relleno sanitario.

Como ya se ha dicho los tubos fluorescentes obsoletos deben ser gestionados como residuos peligrosos. El contenido de metales de cada tubo fue especificado en la tabla N° 1.

Los metales pesados mercurio, antimonio y plomo son considerados por la Ley de residuos especiales como desechos que tengan como constituyentes estos metales y deben ser controlados. Se especifica lo indicado en el anexo I de la Ley de Residuos Especiales 11720.

Y) 27. Antimonio, compuestos de antimonio

Y) 29. Mercurio. Compuestos de Mercurio

Y) 31. Plomo. Compuestos del plomo

Si bien el metal Bario no está considerado entre los metales o sus compuestos dentro de la Ley 11720 es considerado como parámetro de calidad de las descargas límites admisibles.

Por otra parte el sistema de eliminación de partículas tiene que seguir específicamente la lista de la EPA de Estados Unidos donde vienen regulados los niveles de emisión de los diez metales prioritarios dentro de los cuales se encuentran los cuatro que contienen los tubos fluorescentes. Estos diez metales son: arsénico, berilio, cadmio, cromo, antimonio, bario, plomo, mercurio, plata y talio (La Grega, 1996).

Además el decreto reglamentario de la Ley (decreto 806/97), en su artículo 26° dice “Los residuos volcados a cursos de agua, conducto pluvial, conductos cloacales o suelo, serán fiscalizados por la Autoridad de Aplicación del presente y no podrán, contener parámetros especiales en concentraciones o cantidades superiores a las fijadas por la misma. Hasta tanto la Autoridad de Aplicación de la presente fije sus propios estándares de calidad de descarga de efluentes líquidos, aplicará los valores de la resolución AGOSBA (resolución 287/90) en los casos que corresponda. Los residuos especiales que contengan parámetros no contemplados por la citada resolución, la Autoridad de Aplicación fijará los límites de descarga para cada caso específico.” Los límites establecidos para estos metales se muestran en la Tabla N° 3.

Metal	Colectora cloacal (mg/L)	Conducto Pluvial o Cuerpo Superficial (mg/L)	Absorción por el suelo (mg/L)	Mar Abierto (mg/L)
Bario	N.E. (*)	2,100	1,000	2,000
Mercurio	0,02	0,005	Ausente	0,005
Plomo	2,00	0,100	Ausente	0,100

Tabla N° 3 - Parámetros de calidad de las descargas límites admisibles

(\*) N.E. significa que por el momento no se establecen límites permisibles.

Considerando estos límites la potencial contaminación generada por cada tubo fluorescente descartado y no eliminado adecuadamente se destaca en la Tabla N° 4. Esta hipótesis se basa en que los tubos sean arrojados en cada una de las descargas mencionadas.

Metal	Colectora cloacal (Litros)	Conducto Pluvial o Cuerpo Superficial (Litros)	Absorción por suelo - Contaminación de napa (Litros)	Mar Abierto (Litros)
Bario	N.E.	28	60	30
Mercurio	1750	7000	Absoluta	7000
Plomo	5	104	Absoluta	104

Tabla N° 4 – Contaminación potencial en vías de descarga provocada por un tubo fluorescente

La Agencia Ambiental de Estados Unidos (EPA) catalogó ya en los años 80 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). El mercurio es sumamente peligroso ya que tiene efectos bioacumulativos en toda la cadena trófica por lo cual es indispensable tomar precauciones.

Los criterios de calidad para agua potable (OMS, 1996) y las regulaciones internas primarias de los Estados Unidos (EPA, 2000) para los metales antimonio, bario, mercurio y plomo se pueden apreciar en la Tabla N° 5.

Metal	Guidelines for Drinking Water Quality OMS, 1996 (mg/L)	Regulaciones Internas Primarias EPA, 2000 (mg/L)
Antimonio	0,005	0,006
Bario	0,700	2,000
Mercurio	0,001	0,002
Plomo	0,010	0,015

Tabla N° 5 – Criterios de calidad para el agua potable

Considerando el contenido de estos metales en un tubo fluorescente la contaminación potencial del mismo para agua potable se observa en la Tabla N° 6.

Metal	Drinking Water – Guía OMS (Litros)	Regulaciones Internas Primarias EPA (Litros)
Antimonio	6000	5000
Bario	86	30
Mercurio	35000	17500
Plomo	1040	693

Tabla N° 6 – Contaminación potencial de agua potable por un tubo fluorescente

Conforme a lo observado en las tablas anteriores la presencia de mercurio es la más perjudicial para la contaminación de cualquier tipo de agua, ya sea potable o como vía de descarga. Para el caso de nuestra facultad, de no disponer los tubos fluorescentes descartados como indica la ley para residuos peligrosos la potencial contaminación que estaríamos generando anualmente se puede observar en la Tabla N° 7. En la misma se toma la contaminación provocada por el mercurio ya que, como se dijo anteriormente, la sola presencia de este metal en el residuo generará la máxima contaminación.

Colectora cloacal (Litros)	Conducto Pluvial o Cuerpo Superficial (Litros)	Absorción por suelo - Contaminación de napa (Litros)	Mar Abierto (Litros)	Drinking Water – Guía OMS (Litros)	Regulaciones Internas Primarias EPA (Litros)
157500	630000	Ausente	630000	3150000	1575000

Tabla N° 7 – Contaminación potencial anual por mercurio de tubos fluorescentes descartados en la Facultad Regional Delta

Solo basta observar la tabla precedente para entender la importancia que adquiere la adecuada disposición de los tubos fluorescentes que son descartados. Ya que bajo ningún punto de vista los tubos fluorescentes deben ser dispuestos con los residuos urbanos se deberá proceder conforme a Ley siguiendo los siguientes pasos indicados: Almacenamiento, Manifiesto, Transporte y Tratamiento.

## CONCLUSIONES

Nuestra Facultad de Ingeniería descarta aproximadamente 90 tubos fluorescentes por año lo que implica enviar anualmente a disposición final 3,15 g de mercurio, 2,7 g de antimonio, 0,94 g de plomo y 5,4 g de bario.

Dada las características de cada uno de estos metales, el mercurio es el más importante por su toxicidad, pudiendo contaminar nuestra Facultad algo más de 3000 metros cúbicos de agua potable conforme al criterio de calidad de agua de la OMS.

Es entonces necesario un tratamiento en empresas especializadas, siendo dicho tratamiento un procedimiento de inertización y posterior disposición en relleno de seguridad, a pesar que la normativa no obliga a los establecimientos educativos a tratar sus residuos peligrosos.

El costo aproximado del tratamiento es de 1 \$/kg por lo que el costo anual total anual del tratamiento de los tubos descartados es de solo \$ 18 lo que representa el 3,33 % del costo de los tubos descartados y solo el 0,172 % del total de tubos instalados.

Considerando una vida útil media de 15000 horas la energía eléctrica consumida por los 90 tubos es de 48600 kWh, lo que representa un costo anual aproximado de \$ 12000. El índice de costo de tratamiento es en este caso de solo el 0,15 % del costo de la energía eléctrica consumida.

Un establecimiento universitario no puede estar al margen de la peligrosidad que generan estos residuos y que además al considerar los bajos costos se concluye y se recomienda, ya que estamos hablando de unidades educativas que deben ser un ejemplo para la sociedad, que los mismos deben recibir la disposición adecuada.

Que es necesario hacerlo extensivo a todos los residuos peligrosos que generan nuestras unidades educativas por lo que se deberá hacer un estudio exhaustivo técnico y económico de cada uno de ellos, de tal manera que ningún residuo peligroso sea enviado con los residuos urbanos, sino que reciban el tratamiento que corresponda en cada caso.

La excepción de la inscripción en el Registro de Generadores de Residuos Especiales, como lo es en los ámbitos educativos, no exime a a todo generador de dar un tratamiento y disposición final de sus residuos en forma ambientalmente adecuada

Dado que los tubos fluorescentes descartados no son los únicos residuos peligrosos generados también será importante instalar un debate acerca de la responsabilidad extendida. Greenpeace Internacional encargó el presente informe con el fin de indagar cómo se podría aplicar de manera efectiva el principio de responsabilidad extendida del productor (REP) en Argentina (Lindhqvist, 2008). Argentina puede aprovechar la experiencia de otros países que ya cuentan con leyes sobre la responsabilidad del productor (por ejemplo, la Unión Europea, y estados de los Estados Unidos) y que exigen la responsabilidad individual del productor (RIP), aprendiendo de ellos y contribuyendo a las tendencias crecientes y convergentes hacia políticas de REP que apuntan a ir más allá del manejo de los residuos. Los fabricantes internacionales de electrónica también tienen una vasta experiencia con programas de REP y RIP, y este conocimiento puede ser utilizado.

## 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.
- CONAMA / GTZ (2006) – Proyecto CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile) - GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH) – Gestión de Residuos Peligrosos en Chile.
- Decreto 806/97 (1997) – Decreto reglamentario de la Ley de Residuos Especiales – Provincia de Buenos Aires.
- Domínguez Oscar Roberto (2005) – Seminario sobre Gestión de Residuos Especiales - Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Delta – Buenos Aires - Argentina.
- EPA, 2000 – Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA. Estándares del Reglamento Nacional Primario de Agua Potable. EPA 815 – F – 00 – 007.
- INET-GTZ (2003) – Gestión de Residuos sólidos, Técnica, Salud, Ambiente, Competencia - Proyecto INET (Instituto Nacional de Educación Tecnológica) – GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH) – Colección Educar para el ambiente – Manual para el docente.
- Kiely Gerard (1999) – Ingeniería Ambiental – Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión – pp. 10 – Mc Graw-Hill – Madrid - España.
- LaGrega Michael D., Buckingham Phillip L. y Evans Jeffrey C. (1996) – Gestión de Residuos Tóxicos - pp. 876-877 - Mc Graw-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.
- Ley 24051 (1992) – De Residuos Peligrosos – De generación, manipulación, transporte y tratamiento – Reglamentación de la Ley: Decreto 831 (03/05/1993) - Anexo I y Anexo II - 17 de enero de 1992 – Argentina.
- Lindhqvist Thomas, Manomaivibool Panate, Tojo Naoko – La Responsabilidad extendida del productor en el contexto Latinoamericano – La gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Argentina - Lund University – International Institute for Industrial Environmental Economics.
- OMS, 1996 – Guidelines for Drinking Water Quality. Volume 2. Health criteria and other supporting information. Segunda Edición - Ginebra.
- Resolución N° 287 (1998) – Parámetros de calidad de las descargas Límites admisibles - Anexo I – Ministerio de Obras y Servicios Públicos - Provincia de Buenos Aires.
- Seoánez Calvo Mariano (1997) – Ingeniería Medioambiental Aplicada – Casos Prácticos – Colección Ingeniería del Medio Ambiente – pp. 58 - Ediciones Mundi Prensa – Madrid – España.
- US EPA (1999) – Hazardous waste management system; Modification of the hazardous waste program; Hazardous waste lamps; Final Rule. US EPA.
- Wikipedia (2008) – Wikipedia, la enciclopedia libre – <http://es.wikipedia.org>.

**ABSTRACT:** Whereas fluorescent tubes which have finished their useful life are hazardous due to the presence of heavy metals, mainly mercury, it is our objective to determine the potential contamination if they are not properly disposed. For the technical and economic study the extension of this research are outdated fluorescent tubes in our university field. Such study is based on national and international laws determining indexes that emphasize the need to not infringe the existing rules. It is concluded that from an educative field, specially in an university one, it is necessary to comply with the set requirements to treat hazardous disposal, what it means the treatment in a specialized company instead of treating them like urban solid wastes. It is shown that costs of the treatment are fully accessible, even more if we consider they are used for the environment and health preservation.

**Keywords:** Residual fluorescent tubes– Heavy metals – Mercury – Hazardous waste – Environmental ethics – Treatment in specialized companies.