

RECICLAJE DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN COMPUTADORAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASABRE GROHMANN

RECYCLING OF ELECTRONIC RESIDUES IN COMPUTERS OF THE NATIONAL UNIVERSITY JORGE BASABRE GROHMANN

Edith Paredes Choque¹; Alberto Cohaila Barrios²

RESUMEN

La reducción del ciclo de vida de los equipos electrónicos, especialmente los relacionados con las TIC, ha convertido la Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en un reto global. Los RAEE en computadoras generadas por la UNJBG en el año 2012 ofrecen las siguientes características: En los monitores monocromáticos y a colores, el vidrio se encuentra en el TRC (Tubos de Rayos Catódicos), con 1331,74 Kg. En las Unidades de Sistemas el material ferroso se encuentra en las carcasas o cubiertas de los dispositivos, con 173,00 Kg. En los teclados y ratón. el material predominante es el plástico y se encuentran en la cubiertas, con 699,35 Kg.

Palabras clave: Computadora, residuos electrónicos, reciclar, unidad del sistema, material.

ABSTRACT

Reducing the life cycle of electronic equipment, especially those related to ICT, Management has become Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) a global challenge. The WEEE generated by the UNJBG computers in 2012 offered the following characteristics: color and monochrome monitors, the glass is in the CRT (Cathode Ray Tube), with 1331.74 Kg. In the System Units ferrous material found in the shells or covers devices with 173.00 Kg on keyboards and mouse. the predominant material is plastic and are in the covers, with 699.35 Kg.

Keywords: Computer, electronic residues, to recycle, unit of the system, material

I. INTRODUCCIÓN

El actual crecimiento en los niveles de información y los grandes volúmenes de datos que se administran a nivel mundial han llevado a que las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se desarrollen rápidamente y cambien constantemente, lo que ocasiona una disminución de los costos de la tecnología y una reducción en el ciclo de vida tecnológico, convirtiendo los residuos electrónicos en una de las corrientes más grandes y de más rápido crecimiento en el mundo.

Un sistema de gestión de RAEE permite aprovechar al máximo los recursos de los equipos obsoletos, ya sea a través de su reutilización o desde la generación de materia prima recuperada que puede ser usada en otros procesos industriales (Georgiadis & Besiou, 2010).

Por esta razón en el presente trabajo se evaluó la cantidad de desechos electrónicos en computadoras, generadas en el año 2012, en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Se tomó cuatro Unidades del Sistema de diferentes modelos, se los caracterizó para obtener los materiales que contienen. Igual procedimiento se hizo con los teclados, ratones y monitores.

Objetivos

- Conocer el manejo actual de los residuos electrónicos de computadoras.
- Determinar la magnitud de la problemática del aprovechamiento inadecuado y disposición final de las computadoras.
- Caracterizar los residuos sólidos electrónicos generado por las computadoras.
- Evaluar los residuos sólidos generados por las computadoras.

¹Ingeniero Electrónico. Facultad de Ciencias de la UNJBG.

²Ingeniero Electrónico, Magíster en Computación e Informática. Facultad de Ciencias de la UNJBG.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Metodología

En primer lugar se hizo un conteo de las computadoras. Se levantó en una ficha los componentes de cada unidad del sistema. Para caracterizar y hacer la evaluación, el procedimiento fue el siguiente: del lote de computadoras se tomó 04 de la familia Intel, modelos Pentium I, Pentium II, Pentium III y Pentium IV. El 80% son computadoras Pentium y el 20% son computadoras pentum II, Pentium III y IV. Del 80%. de computadoras se eligió uno al azar para proceder a la caracterización, de la misma forma se procedió con el 20% de computadoras restantes.

Del lote de monitores a color y monocromático se tomó una muestra de cada cual, para la respectiva caracterización; el procedimiento fue el mismo para los mauses (ratón) y teclados.

Las computadoras fueron recogidas de las diferentes oficinas y laboratorios, donde ya cumplieron su vida útil y depositadas en un almacén al haberse dado de baja.

En el presente artículo se muestra como ejemplo de caracterización, una computadora modelo Pentium con los componentes encontrados en ese momento.

2.2. Procedimiento de caracterización

Unidad de Sistema (Modelo Pentium): Case, carcasa, cubierta o gabinete. Tipo minitorre, con 02 bahías o rack de 5 ¼" (externo), 02 bahías de 3 ½" (externos) y 03 bahías de 3 ½" (internos).

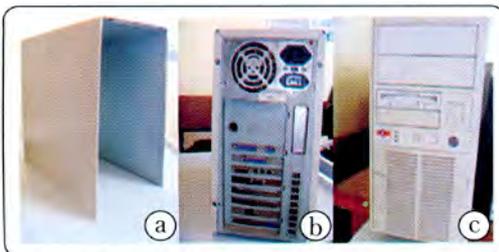


Gráfico N° 01: Componente case minitorre

Tabla N°01: Caracterización de un case¹².

Figura	Componente	Material	Peso (Kg)
a	cubierta	Metal	2,398
b	estructura	Metal	4,103
c	Panel frontal	plástico	0,540
Peso total			7,041

Fuente: Propia

Fuente poder: Tipo de fuente AT con dos mazos cada uno, seis cables para ser instalados en la placa madre, con potencia de 200 W.

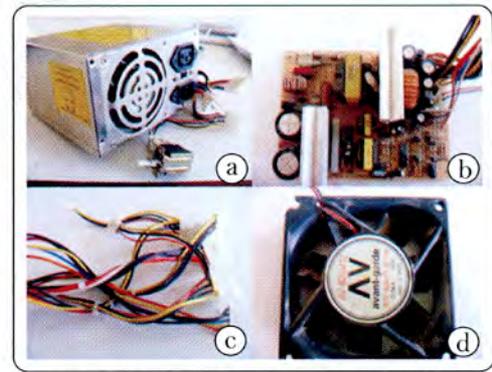


Gráfico N°02: Componente Fuente AT.

Tabla N°02: Caracterización de Fuente AT.

Figura	Componente	Material	Peso (Kg)
a	Estructura metálica	Acero	0,727
b	Placa impresa con componentes electrónicos	PBC o PCI	0,341
c	Cable para conexión power	Plástico y cobre	0,126
d	cooler	Cobre, plástico y otros	0,070
Peso total			1,264

Fuente: Propia

Disco duro: Capacidad de 2.5gb, modelo Bigfoot, marca, Samsung

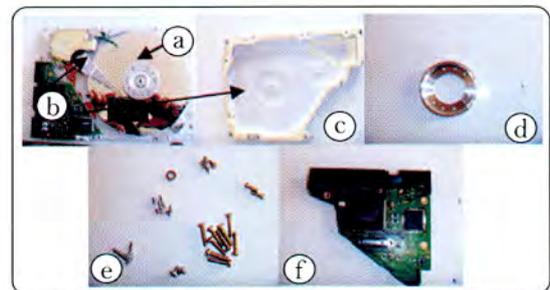


Gráfico N° 03: Componentes de un disco duro.

Tabla N° 03: Caracterización de un disco duro.

Figura	Componente	Material	Peso (Kg)
a	Platos		0,035
b	Cubierta frontal, posterior y material soporte de cabezal	Aluminio y otros	0,744
c	Protector de apilamiento		0,005
d	Cabezal		0,022
e	Pernos	Acero	0,012
f	Placa impresa	PBC o PCI	0,032
Peso total			0,850

Fuente: Propia

Tarjetas de Video y Sonido: De video con arquitectura PCI, conector VGA, marca Trident con capacidad de 2 Mb de Sonido, de arquitectura PCI, marca Crystal y consta de 04 conectores: auriculares, parlantes, micrófono y MIDI.

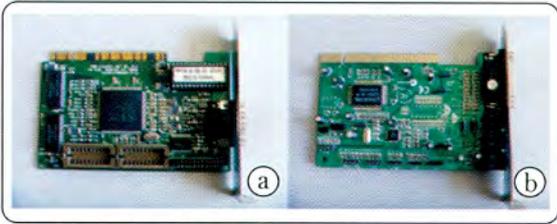


Gráfico N°04: Tarjetas de video y sonido.

Tabla N° 04: Caracterización de tarjetas video y sonido.

Figura	Tarjetas	Material	Peso (Kg)
a	Video	Metal, plástico, placa impresa, componentes electrónicos y otros	0,086
b	Sonido	Metal, plástico, placa impresa, componentes electrónicos y otros	0,072

Fuente: Propia

Disquetera: Marca Epson, medida de 3.5 pulgadas.



Gráfico N°05: Componentes de disquetera

Tabla N°05: Caracterización de disquetera. UNJBG-TACNA 2012.

Fig.	Componente	Material	Peso (Kg)
a	Estructura metálica de 3 ½"	Aluminio, acero	0,334
b	Carcasa disquetera		
c	Disco de giro de metal con cubierta aro de goma		0,019
d	Bobina de disco giro	Cobre	0,006
e	Mecanismo motor de desplazamiento	Aluminio y cobre	0,011
f	Cubierta frontal 3 ½" y Soporte de cabezal y disco	Plástico	0,013
g	Soporte de las bobinas	magnético	0,010
h	Conector de data (bus de datos 24 pines) y sensores	Plástico y metal	0,006
i	Placa impresa	PBC ó PCI	0,035
Peso total			0,433

Fuente: Propia

Placa madre: De marca Intel, consta de conectores ISA, PCI y ranuras para memoria SIMM.



Gráfico N°06: Tarjeta madre

Tabla N° 06: Caracterización de la Placa Madre.

Placa madre	Material	Peso (Kg)
Formato AT	metal, plástico, placa impresa, componentes electrónicos y otros	0,612

Fuente: Propia

Memoria: DRAM, módulos SIMM de 72 contactos.

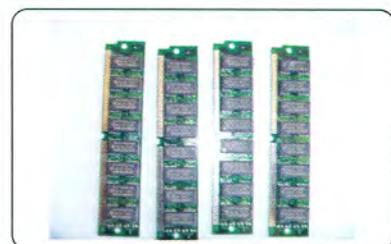


Gráfico N°07: Memoria SIMM

Tabla N° 07: Caracterización de la Memoria.

Cant.	Componentes	Material	Peso/Unit (Kg)	Peso (Kg)
04	Placa impresa, componentes electrónicos y otros	PCB	0,013	0,052

Fuente: Propia

Procesador: De marca Intel Pentium

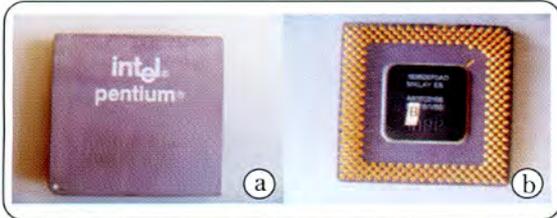


Gráfico N°08: Procesador Pentium

Tabla N°08: Caracterización del procesador.

Figura	Procesador	Material	Peso (Kg)
a	Frontal	Silicio	0,028
b	Posterior	Oro,	

Fuente: Propia

Cables Flat o planos: Utilizados como interface entre la placa madre y conexión con otros dispositivos.

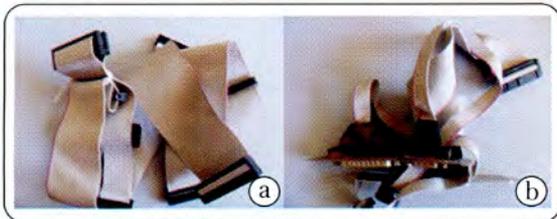


Gráfico N°09: Cables flat

Tabla N° 09: Caracterización del cable flat

Fig.	Cables Flat	Material	Peso (Kg)
a	De 40 hilos y 34 hilos. (Disco duro y disquetera)	Plástico y cobre	0,119
b	Serial y paralelo		0,093

Fuente: Propia

Caracterización del mouse: Presenta conector serial de tres botones marca Genius.

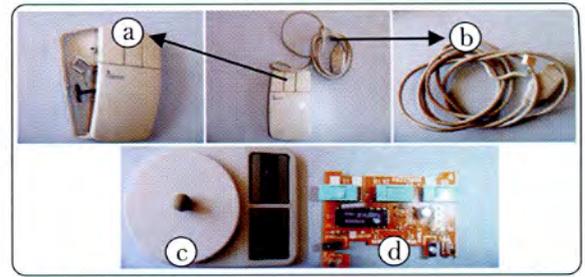


Gráfico N°10: Ratón serial

Tabla N° 10: Caracterización del ratón serial.

	Componente	Material	Peso(Kg)
a	Cubierta frontal posterior	plástico	0,048
b	Cable conector PS/2		0,035
c	Esfera con núcleo de hierro y cubierta sintética	plástico, hierro	0,032
d	Placa impresa	PBC	0,007
e	tornillos	metal	0,001
Peso total			0,123

Fuente: Propia

Caracterización del teclado: Configurado al idioma español con conector DIN marca VTC.

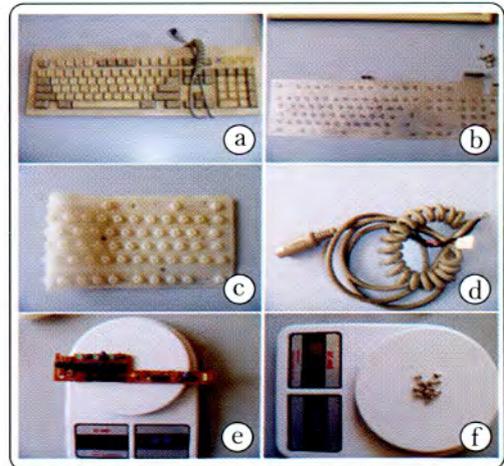


Gráfico N°11: Componentes Teclado conector DIN.

Tabla N° 11: Teclado conector DIN.

	Componentes	Material	Peso (Kg)
a	Cubierta, estructura y teclas	Plástico	0,763
b	Membrana circuital y aislamiento	Plástico	0,26
c	Membrana de protección	Goma	0,41
d	Cable y conector DIN	Goma y metal	0,73
e	Placa impresa		0,28
f	Pernos	metal	0,06

Fuente: Propia

Caracterización de monitores de color:
Monitor LG de 15 pulgadas.

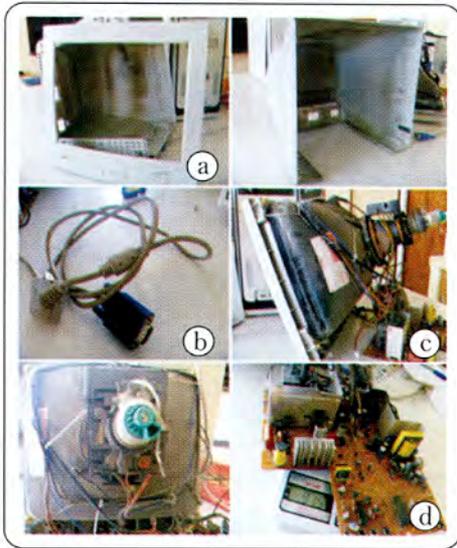


Gráfico N°12: Componentes Monitor a Color TRC.

Tabla N° 12: Material reciclable Monitor a Color TRC.

Fig.	Componente	Material	Peso (Kg)
a	Cubierta frontal posterior	plástico	1 477
b	Cable conector otros cables		0,150
c	Tubo TRC	vidrio	4 268
d	Placa impresa	P BC	0,915
	Tornillos	metal	0,035
Peso total			

Fuente: Propia

Monitor blanco y negro : Monocromático de 14 pulg. marca VTC.

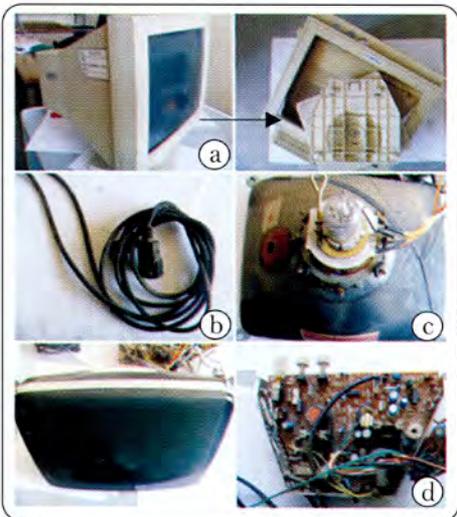


Gráfico N°13: Componentes monitor monocromático.

Tabla N° 13: Monitor monocromático.

Fig.	Componente	Material	Peso (Kg)
a	Cubierta frontal y posterior	plástico	1, 493
b	Cable, conector y otros		0,136
c	Tubo TRC	vidrio, cobre, plástico	4 268
d	Placa impresa	P BC	0,770
	Tornillos	acero	0,030
Peso total			

Fuente: Propia

III. RESULTADOS

Material reciclable: monitor de 394 monitores entre color (277) y monocromático (77), el peso promedio es de 7 kg.

TABLA N° 14: Material reciclable en los monitores.

Material	Peso por 7 Kg	Multiplicado por	Material en Kg.
Metales ferrosos	0,700	354	247,8
Aluminio	0,117	354	41,41
Cobre	0,329	354	116,46
Vidrio TRC	3,762	354	1331,74
Tarjetas (TCI)	0,700	354	247,8
Plásticos	1,40	354	495,6

Fuente: Propia

Material reciclable mouse (ratón) y teclado: Se cuenta con 413 teclados y 500 mouses (ratones) que hacen un total de 913. Entre mouse y teclado el peso promedio es 0,900 Kg. esto depende del estado y modelo de los dispositivos.

Tabla N° 16: material reciclable mouse y teclado.

Material	Peso por 0,900 Kg	Multiplicado por	Material en Kg.
Metales ferrosos	0,014	913	12 782
Cobre	0,020	913	18,26
Tarjetas (TCI)	0,100	913	91,3
Plásticos	0,766	913	699,35

Fuente: Propia

Material reciclable unidad del sistema: En esta evaluación, cabe indicar que del total de las Unidades del Sistema evaluadas, el 11,5% cuentan con los componentes completos y un 88.5% se encuentran incompletos, por lo que el peso

promedio por Unidad de Sistema se reduce en 6,5 kilogramos. La cantidad de material reciclado se muestra en la Tabla N° 17.

Tabla N° 17: Composición de una unidad de sistema a un peso promedio de 6,5 Kg.

Material	Peso por 6,5 Kg.	Multiplica do por	Material Kg.
Metales ferrosos	4,35	398	1731,00
Aluminio	0,247	398	98,306
Cobre	0,221	398	98,306
Metales Mixtos	0,208	398	82,784
Tarjetas (TCI)	0,858	398	341,484
Plásticos	0,615	398	243,178

Fuente: Propia

IV. DISCUSIÓN

De las 398 Unidades del Sistema evaluadas individualmente, lo ideal sería encontrar con la misma cantidad de componentes en fuentes de poder, placa madre, procesador etc. En la Tabla N° 19 se observa que de las 398 Unidades del Sistema, 398 mantienen su carcasa, 366 cuentan con fuentes; 341, con procesador; 338, con disquetera y en menor proporción, memoria, procesador y disco duro.

Tabla N° 19: Resumen cantidad de componentes por Unidad del Sistema obtenidos de 398 computadoras.

CARGA	FUENTE	PLACA MADRE	PROCESADOR	MEMORIA	DISQUETERA	DISCO DURO	LECTORA	TARJETA DE VIDEO	TARJETA DE RED	OTRA TARJETA
398	366	341	219	145	338	154	9	163	166	28

Fuente: Propia

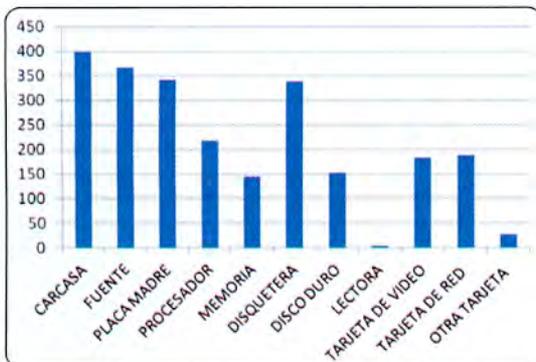


Gráfico N°14: Componentes de 398 U.S.

En el Gráfico N° 14 se muestra una desproporción de componentes. Para operar la

Unidad del Sistema requiere como mínimo 08 de los componentes, entre ellos, carcasa fuentes, placas madres, procesador, disco duro, tarjeta de video y disquetera. Se observa que los componentes que más han sido afectados, ya sea por deterioro o pérdidas, son las memorias, procesador y disco duro.

De 398 computadoras recogidas de las diferentes oficinas y laboratorios de cómputo de la UNJBG, lo ideal sería encontrar con los componentes completos, pero se observa en el Gráfico N°14, que del total de U.S. el 12,56 % cuentan con los componentes completos y el 87,40% se encuentran con componentes incompletos, lo que imposibilita el funcionamiento de la U.S. Cabe mencionar que las máquinas en el 80% son computadoras Pentium y 20%, entre computadoras Pentium II, Pentium III y Pentium IV.

Los materiales encontrados en la U.S, en porcentual, se muestran en el Gráfico N°15, Predomina los metales ferrosos con un 67%, seguido de las tarjetas impresas con el 13%. Otro elemento que se encuentra es el plástico, con un 9% y los materiales aluminio, cobre y otros materiales alcanzan 11%.

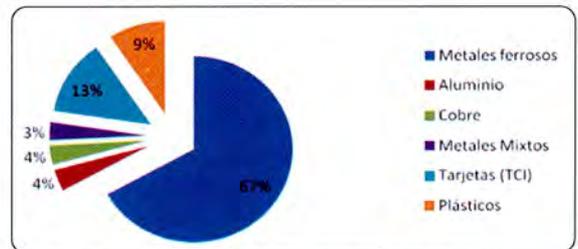


Gráfico N°15: Porcentaje de material en la Unidad del Sistema.

Los monitores monocromáticos y a colores tipo TRC (tubo de rayos catódicos) suman un total de 354 unidades. El material predominante es el vidrio, con el 54%, seguido del plástico con el 20%, luego se encuentran metales ferrosos aluminio, cobre y tarjetas impresas que hacen en su conjunto el 26%.

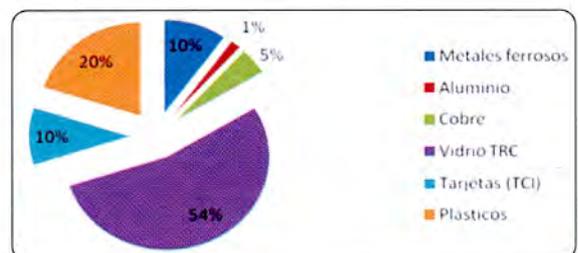


Gráfico N°16: Porcentaje de material en monitor monocromático y a colores.

Entre teclados y mouse, de un total de 913 unidades (ver Gráfico N°17), el de mayor predominancia en material es el plástico con el 85%, seguido de otros materiales como las tarjetas impresas, el cobre y materiales ferrosos. En plásticos tenemos 699, 35 kilos; en Tarjeta de Circuito Impreso (TCI), 91,3 kilos; en cobre, 18,26 kilos y en metales ferrosos, 12,782 kilos.

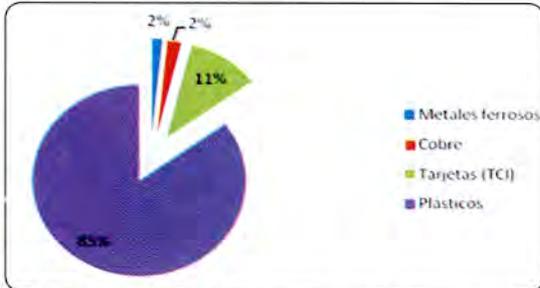


Gráfico N°17: Porcentaje de material reciclable en mouses y teclados.

V. CONCLUSIONES

- En la UNJBG no hay políticas de conservación de residuos electrónicos que permitan un manejo sustentable de la tecnología.
- Es grande la magnitud de la problemática del aprovechamiento inadecuado que se les da a las computadoras, cuando éstas cumplen con su vida útil. El 87,40% no cuentan con los componentes completos, el 12,6% tienen los componentes básicos para operar. Lo que nos demuestra que hay una gran cantidad de computadoras con componentes extraídos o extraviados, debido al cual han dejado de operar.
- Se caracterizó los residuos sólidos electrónicos generado por las computadoras, obteniendo como material mayoritario, metales ferrosos en US con el 67%, en teclados y mouse, el material plástico con el 85% y en monitores el de mayor predominancia es el vidrio con el 54%.
- Los residuos sólidos generados por las computadoras son materiales tóxicos: plomo, estaño, aluminio, hierro, silicio, níquel, cadmio, litio, zinc, oro, mercurio, azufre, carbono, arsénico, antimonio, bromo, selenio, cromo, cobalto y retardantes de flama. El proceso de recuperación y separación de estos elementos requieren de alta tecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gustavo Fernández Protomastro (2007). La cadena de valor de los RAEE Estudio sobre los

Circuitos Formales E Informales De Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Sudamérica.

Espinoza, Oscar, Villar, Postigo, Villaverde (2008). Diagnostico del Manejo de los Residuos Electrónicos en el Perú.

Rubén Darío Cárdenas Espinosa TESIS 2010E- basura: las responsabilidades compartidas en la disposición final de los equipos electrónicos en algunos municipios del departamento de caldas, vistos desde la gestión del mantenimiento y los procesos de gestión de calidad.

Kevin Brigden, Joe Webster, Iryna Labunska and David Santillo (2007) Toxic Chemicals in Computers Reloaded Greenpeace Research Laboratories Technical note 06/07 1 September.

Gisela Villasevil Pau (2008). Dep. Director of Integrated Management Systems and Social Responsibility at ADASA SISTEMAS, S.A.U. (COMSA-EMTE Group) LA Situación actual de la Gestión de los Residuos Eléctricos Y Electrónicos.

Muñiz Díaz, Omar (2000). Reducción, Reuso, y Reciclaje de Computadoras. [http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/ver_articulo.asp?IDArticulo=399\(13/05/11\)](http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/ver_articulo.asp?IDArticulo=399(13/05/11)).

Mauricio. García Vie, 2010-09-24. Proyecto Responsabilidad Social Empresarial Para el Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en el Perú, <http://raee.org.co/per/C3%BA-se-inaugur%C3%B3-la-primera-planta-de-a-1>

Oscar Espinoza. Diagnóstico de los Residuos Electrónicos en el Perú- informe final, 31 de Enero 2008.

Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de enero de 2003, sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (raee) pág 04 de 15. http://www.ffii.nova.es/puntoinformcyt/Archivos/Dir_2002-096.pdf

Federico Orellano Peinado, Reutilización y Reciclado de Equipos Informáticos y de Telecomunicaciones. URL: http://issuu.com/forellanopeinado/docs/estudio_de_los_aspectos_propios_de_la_construcci_n.

CNPMLTA, 2009. Modelo De Gestión Para La Recolección Y Acopio De Residuos Eléctricos Y Electrónicos En El municipio De Medellín. Informe final convenio de asociación 4600013180 de 2008 entre la secretaría del medio ambiente y el centro nacional de producción mas limpia.

Laffely J. (2007) Assessing cost implications of applying best e-waste recovery practices in a manual disassembly material recovery facility in Cape town, South Africa, using process-based cost modeling. Master thesis, Swiss

Federal Institute of Technology at Lausanne (EPFL) and Swiss Federal Laboratories for Material Testing and Research (EMPA).

Correspondencia:

Edith Paredes Choque
Ciudad Universitaria fundo "Los Granados"
Av. Miraflores s/n Tacna - Perú

Alberto Cohaila Barrios
Ciudad Universitaria fundo "Los Granados"
Av. Miraflores s/n Tacna - Perú



Templo de Pachía