



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

INFORME TÉCNICO

TIPOS DE PLÁSTICOS PRESENTES EN LOS RAEE

PROYECTO PLANTA PILOTO DE E-WASTE

ACUERDO DE COOPERACIÓN
INTERNACIONAL ITU-UNLP

Time Frame: 19 months

Status: Ongoing

Area of Action: Climate Change

Implementing Agency: ITU

Beneficiary Country: Argentina

Location: La Plata, Province of Buenos Aires, Argentina

ITU Project Director: Maritza Delgado

UNLP Project Leader: Viviana M. Ambrosi



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Autores y Revisores:

Irina Benítez (benitez.irina@gmail.com) ¹

Viviana M. Ambrosi (viviana.ambrosi@e-basura.unlp.edu.ar) ^{1,2}

Néstor E. Castro (nestor.castro@e-basura.unlp.edu.ar) ¹

Jorge L. Bellavita (Jorge.bellavita@e-basura.unlp.edu.ar) ¹

Edgar F. Vega (edgar.vega@e-basura.unlp.edu.ar) ¹

1 Universidad Nacional de La Plata

2 Comisión de Investigaciones Científicas

Año:

2017



CONTENIDO

Objetivo	5
Alcance	5
Referencias	5
Introducción	6
Tipos de Plásticos utilizados en Equipos Informáticos	7
Relevamiento de plásticos de equipos y componentes informáticos existentes en la Planta Piloto	7
Impresoras	8
Gabinetes	12
Scanners	14
Teclados	16
Mouses	18
Monitores CRT	18
Análisis de los Datos Relevados	21
Impresoras	21
Gabinetes	22
Scanners	22
Teclados	23
Mouses	24
Monitores CRT	24
Conclusiones	25
Recomendaciones	26
Anexos	27
Anexo 1 - Relevamiento de Plásticos en Impresoras	27



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Anexo 2 - Relevamiento de Plásticos en Gabinetes	32
Anexo 3 - Relevamiento de Plásticos en Scanners	34
Anexo 4 - Relevamiento de Plásticos en Teclados	35
Anexo 5 - Relevamiento de Plásticos en Mouses	37
Anexo 6 - Relevamiento de Plásticos en Monitores CRT	39

OBJETIVO

El objetivo del siguiente documento es determinar los distintos tipos de resinas plásticas presentes en el Piloto la Planta Piloto E-Basura y sus posibilidades de reciclado o disposición final segura.

ALCANCE

El siguiente documento aplica al análisis de todos los tipos de plásticos que conforman los componentes y elementos de los RAEE del sector de las TIC de una Planta de residuos electrónicos en el Piloto.

REFERENCIAS

- *Standardization Administration of the People's Republic of China (2008). Marking of Plastic Products (GB/T 16288-2008)*
- *ISO 472:2013 - Plastics – Vocabulary*
- *ISO 1043-1:2011 - Plastics - Symbols and abbreviated terms - Part 1: Basic polymers and their special characteristics (Also: ISO 1043-1:2011/AMD1:2016 - Amendment 1: New symbol ST for syndiotactic)*
- *ISO 1043-2:2011 - Plastics - Symbols and abbreviated terms - Part 2: Fillers and reinforcing materials*
- *ISO 1043-3:2016 - Plastics - Symbols and abbreviated terms - Part 3: Plasticizers*
- *ISO 1043-4:1998 - Plastics - Symbols and abbreviated terms - Part 4: Flame retardants (Also: ISO 1043-4:1998/AMD1:2016 - Amendment 1: Code numbers)*
- *ISO 11469:2016 - Plastics - Generic identification and marking of plastics products*



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

INTRODUCCIÓN

En el marco del convenio de Cooperación Internacional firmado entre la UNLP y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), se propuso investigar los materiales plásticos reciclables que existen dentro del flujo de elementos que se reciben, analizar cuales se podrían procesar, el tipo de maquinaria a adquirir en función al financiamiento realizado por la ITU y las actividades planteadas en el Piloto.

Una de las principales actividades desarrolladas es la reparación de equipamiento informático, de telecomunicaciones y electrónica en general para su reacondicionamiento y posterior donación a diversas instituciones de bien público y sin fines de lucro para actividades de alfabetización digital. Por otro lado queda el resto de elementos que no son útiles a este fin y deberían continuar su ciclo de reciclaje. Sobre ellos se pone foco en este informe (componentes o equipos severamente dañados, deteriorados, sin posibilidad de reparación o que han llegado al final de su vida útil).

Se evaluará a lo largo del presente informe las posibilidades de compra de maquinaria por parte de la ITU que permita procesar parcialmente ciertas corrientes de materiales plásticos reciclables, para su posterior venta a centros de reciclado que lleven a cabo una recuperación de materia prima o de energía, a empresas para su recuperación como insumo productivo o su entrega gratuita a recicladores urbanos como un componente social.

Dado que la maquinaria a ser adquirida consiste en un molino de corte para el procesamiento de plásticos, nos centraremos en el relevamiento y análisis de los distintos tipos de resinas plásticas utilizadas en los equipos informáticos.

TIPOS DE PLÁSTICOS UTILIZADOS EN EQUIPOS INFORMÁTICOS

Relevamiento de plásticos de equipos y componentes informáticos existentes en la Planta Piloto

Actualmente no existe un estándar o reglamentación que establezca el uso de una determinada resina plástica para un componente o parte específica de un equipo, sino que queda a criterio de cada fabricante, estando únicamente normalizada la denominación de los distintos tipos de plástico, los cuales deberían estar indicados en las piezas plásticas de los componentes.

Los códigos para los distintos tipos de polímeros y agregados, tales como rellenos y materiales de refuerzos, plastificantes y retardantes de llama y sus abreviaciones están detallados en normas internacionales, las cuales están alineados con los establecidos por la República Popular de China (principal fabricante de piezas plásticas de AEE a nivel mundial) a través de su organismo de estandarización (SAC) en la norma GB/T 16288-2008 para la identificación de productos plásticos.

Si bien la gran mayoría de los equipos presentes en el Piloto son equipos antiguos y probablemente fueron fabricados previo a la incorporación de dichos estándares de fabricación internacionales, la mayoría de los equipos (principalmente los de mayor tamaño y provenientes de marcas conocidas) poseían las identificaciones correspondientes en el reverso de las piezas. Aquellos equipos cuyas partes no se han podido identificar correctamente no se han tenido en cuenta para la realización de este informe por no contar con los medios físico-químicos para caracterizarlos.

Para el presente análisis se seleccionaron muestras variadas de distintos equipos con partes o carcasas plásticas, intentando que la muestra sea lo más heterogénea posible, seleccionando equipos de diferentes marcas, tamaños, año de fabricación y especificaciones.

A excepción de los periféricos más pequeños, como mouse y teclado, la mayoría de los equipos poseen en su interior componentes los cuales son considerados residuos peligrosos una vez fuera del mismo, y requieren una certificación especial para su manejo, transporte y disposición final. Por este motivo, todos los equipos que se relevaron se desarmaron parcialmente y luego volvieron a ensamblarse, por lo que en cada uno existe la posibilidad de que haya un remanente de piezas plásticas que no se han podido identificar correctamente.

IMPRESORAS

La primera muestra a relevar consistió de un total de 20 impresoras, entre los que se incluyeron equipos de distintas generaciones, desde impresoras con tecnologías obsoletas como matriz de punto hasta impresoras láser a color; de distintos años de fabricación, siendo la más antigua registrada del año 1995 y la más reciente del año 2009; y de distintas marcas reconocidas en el mercado, tales como Hewlett Packard, Epson, Canon, Xerox, Samsung y Brother.

La mayoría de los equipos revisados fueron tomados del depósito del sector de impresoras del Piloto y en muchos casos se trataba de equipos en funcionamiento, con posibilidades de reparación o uso para repuestos, por lo que se limitó la revisión de las partes plásticas a todas aquellas partes que se pudieran remover fácilmente de manera manual o con ayuda de un destornillador. Se evitó desarmar completamente la carcasa o aquellas partes que parecieran estar pegadas o encastradas a presión, para evitar posibles daños al equipo.

A continuación se incluye una breve guía ilustrada tomando como ejemplo una impresora marca HP modelo Deskjet 6940.



Ilustración 1: Impresora HP Deskjet 6940 – Vista Frontal

Como se puede ver, la impresora posee múltiples partes plásticas de distinto color, peso y apariencia. La mayoría de las piezas son fabricadas por inyección, por lo que muchas de las piezas poseen sus especificaciones en relieve en el reverso de la misma.

La identificación del material debe marcarse entre dos corchetes angulares, de la siguiente manera:

> ID Material <

Donde ID Material sería la abreviatura del material a utilizar, por ejemplo: **>ABS <**

Lo cual indica que la pieza está fabricada con Acrilonitrilo Butadieno Estireno.



Ilustración 2: Identificación – Tipo de Plástico **>PC<**

En algunos casos es posible determinar también el año de fabricación de dicho componente mediante las indicaciones en las partes plásticas, lo cual será de gran ayuda posteriormente para identificar los plásticos más utilizados según la época de fabricación.



Ilustración 3: Identificación - Fecha de Fabricación

Como se puede ver en la ilustración anterior, la pieza posee 3 ruedas numeradas, las cuales representan el día, mes y año de izquierda a derecha respectivamente.

Para el caso del ejemplo, podemos ver entonces que la pieza se fabricó el día 26 del mes 5 del año 08, es decir, el 26 de Mayo de 2008. A los fines del informe solo se registraron los años de fabricación de los equipos.

A continuación se incluye una listado del muestreo de impresoras realizado. En la sección Anexos se encuentra el listado completo con el detalle según equipo.

Tabla 1: Listado de muestra de Impresoras

	Marca	Modelo	Tipo
1.	HP	LaserJet 6L	Láser
2.	HP	LaserJet 1100	Láser
3.	HP	LaserJet P1005	Láser
4.	HP	LaserJet 1018	Láser
5.	HP	LaserJet 1020	Láser
6.	HP	LaserJet P2015dn	Láser
7.	HP	Photosmart C3180	Multifunción Tinta
8.	HP	DeskJet 6949	Tinta
9.	EPSON	LX-300	Matriz de Punto
10.	EPSON	Stylus CX4900	Tinta
11.	EPSON	Stylus C79	Tinta
12.	EPSON	Stylus C92	Tinta
13.	EPSON	L200	Tinta
14.	Canon	BJC2100	Tinta
15.	Canon	PIXMA iP1800	Tinta
16.	Xerox	Phaser 3117	Láser
17.	Xerox	Phaser 6110	Láser Color
18.	Samsung	SCX-4200	Multifunción Laser
19.	Samsung	ML-1640	Láser
20.	Samsung	CLP-315	Láser Color

Cabe aclarar que debido a que se tomó una muestra de lo existente en el Piloto al momento de confeccionar el informe, más de la mitad de las impresoras eran de tecnología láser, debido a que las impresoras de chorro a tinta tienen un bajo porcentaje de recuperación, por lo que usualmente son enviadas a disposición final. Sin embargo, es mayor el porcentaje de impresoras a tinta que ingresan en comparación con las laser, por lo que se debería tener en cuenta dicho factor.

GABINETES

Para el caso de gabinetes, todos los elementos analizados estaban compuestos por un panel frontal plástico sujeto a la estructura o “caja” metálica que conforma el gabinete, mediante tornillos o encastre.

A diferencia de las impresoras, las cuales suelen ser casi totalmente fabricadas por las mismas grandes empresas comercialmente conocidas, los gabinetes pueden provenir de muchas empresas de menor tamaño y en algunos casos las mismas no tienen sus procesos alineados a normas, por lo que puede que sus partes no estén identificadas correctamente.

Se relevaron aproximadamente 20 gabinetes en total, de los cuales solo 11 se tuvieron en cuenta dado que los restantes no tenían ningún tipo de indicación del material utilizado.

Tabla 2: Listado de muestra de Gabinetes

	Marca	Modelo	Año
1	SoITECH	-Genérico-	2007
2	HP	a6000	2008
3	Q&S	-Genérico-	
4	-Sin Marca-	-Genérico-	
5	Mtek	-Genérico-	
6	Olivetti	M8500	1998
7	IBM	300GL	
8	HP Compaq	PD1093	
9	IBM	ThinkCentre	2004
10	Commodore	Cx4227	2009
11	HP	Dx5150	2005

Para facilidad de lectura de los datos se tomó como “marca” la que llevaba impresa el componente, aunque en algunos casos se corresponde con un agregado posterior de la empresa que lo importa y lo distribuye, y no necesariamente identifica al fabricante. Es posible identificarlos en la tabla de datos anterior como aquellos que tienen la palabra “Genérico” en el campo Modelo.

A continuación indicamos los pasos para el desarme del panel frontal de un gabinete marca HP modelo a6000.



Ilustración 4, 5 y 6: Gabinete a desarmar, Panel Frontal (vista anterior y posterior)

El panel frontal se encuentra sujeto al gabinete mediante unas trabas plásticas que se remueven desde el interior, permitiendo desprender el panel plástico completo para su desarme.

En algunos casos particulares se encontraron indicaciones más específicas del tipo de plástico utilizado, detallando fabricante, nombre comercial o clasificación. En la siguiente ilustración podemos ver 3 tipos de ABS distintos marcados en la pieza, donde se identifica cual es el utilizado mediante una rueda o flecha similar a la usada para indicar fechas.

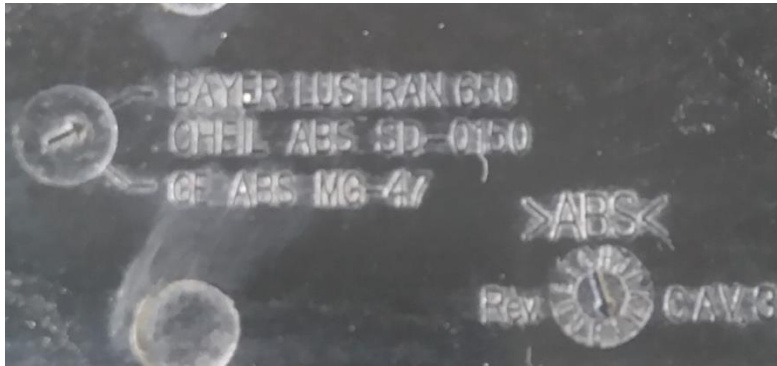


Ilustración 7: Indicación de Tipo de ABS utilizado

Para este caso particular, se trata de una pieza fabricada en ABS, donde el ABS utilizado es el: “BAYER LUSTRAN 650”, siendo Bayer el nombre del fabricante, Lustran la marca registrada y 650 la denominación de dicho plástico.

SCANNERS

Para el caso de scanners, se tomó una muestra muy pequeña debido a que solo se encontraron 3 equipos en el Piloto durante el relevamiento, de los cuales 2 estaban en el sector de reparación, por lo que se desarmaron parcialmente, mientras que el 3ro estaba en el depósito de disposición final.

Tabla 3: Listado de muestras de Scanners

	Marca	Modelo	Año
1	HP	ScanJet 3200C	
2	Plustek	OpticPro 4831P	1998
3	Genius	ColorPage Vivid 1200 XE	

Dado que uno de los equipos no poseía tornillos, sino que su carcasa cerraba por encastramiento, se evitó su desarme total para no dañarlo, por lo que es posible que haya quedado algún plástico sin identificar.

Si el scanner posee un fondo blando adherido a la tapa, se deberá remover la misma para buscar la indicación del plástico debajo de esta.



Ilustración 8 y 9: Scanner y Tapa con fondo blanco

Se debe tener en cuenta que para posibilitar el desarme de componentes para procesar el plástico, se debe encontrar un destino para los residuos peligrosos que contengan los mismos. Para el caso de Scanners, los mismos poseen una lámpara con contenido de mercurio en su interior, por lo que se deberá tener en cuenta este factor si se desea procesar a escala.

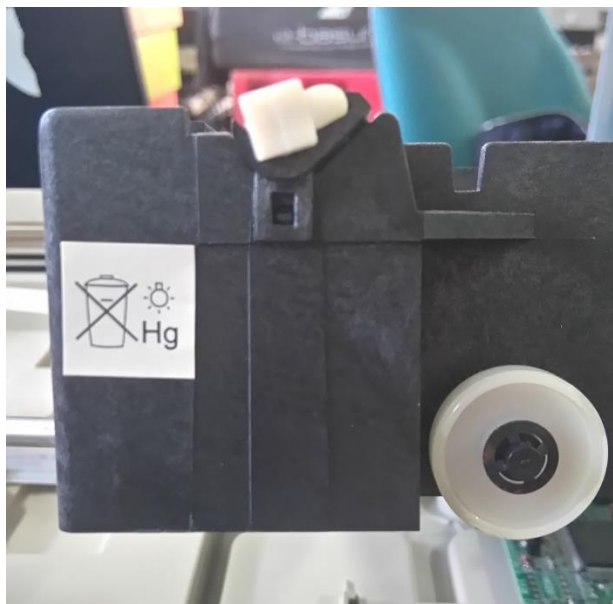


Ilustración 10: Soporte con Lámpara de Mercurio

TECLADOS

Al igual que para el resto de los componentes se tomó una muestra de aproximadamente 20 elementos, procurando que fuese lo más heterogénea posible. Tanto teclados como mouses son componentes con gran variedad de fabricantes debido a su simpleza, por lo que en muchos casos estos elementos no se alinean a las normas establecidas de identificación de plásticos.

De los componentes desarmados, solo 9 tenían sus partes plásticas identificadas correctamente, por lo que estos elementos fueron los que se tuvieron en cuenta para la muestra.

Tabla 4: Listado de muestra de Teclados

	Marca	Modelo	Año
1	Microsoft	Internet Keyboard	
2	BTC	-Genérico-	
3	Genius	K640	2005
4	BTC	-Genérico-	1991
5	Genius	K645	2006
6	BTC	5199	
7	Unikey	-Genérico-	1999
8	IBM	-Genérico-	2004
9	Mitsumi	-Genérico-	1996

A continuación se incluyen imágenes del desarme del primer componente de la lista, un teclado marca Microsoft, donde se puede ver claramente la identificación de una de sus partes.



Ilustración 11: Teclado Microsoft a desarmar

La siguiente ilustración corresponde al circuito impreso del teclado, el cual consiste de una membrana plástica flexible y transparente, donde se puede ver claramente la identificación del tipo de material.

Este teclado particular fue el único caso en el que se identificaba el material utilizado para el circuito.



Ilustración 12: Membrana PCB hecha en PET

En algunos teclados de la muestra, tanto la carcasa frontal como la base del teclado estaban fabricadas con el mismo tipo de plástico, sin embargo, en la mayoría estas dos partes estaban hechas de distintos materiales por lo que es importante verificar cada pieza plástica por sí misma para evitar una mala clasificación de los plásticos.

MOUSES

Para el caso de mouses, se observó una tendencia similar a la de los teclados, teniendo una gran cantidad de marcas y fabricantes disponibles de distintos orígenes. Sumado a esto, la mayoría de las normas sobre marcado de plásticos no exigen que se identifiquen aquellas piezas de menos de 25 gramos de peso (aunque sí se debe indicar en los manuales del mismo), por lo que una gran mayoría de los mouses relevados no poseían su identificación.

Tabla 5: Listado de muestra de Mouses

	Marca	Modelo	Puerto
1	Genius		Serial DB9
2	Genius	FSUGMZE3	PC2
3	Genius		USB
4	Logitech		PC2
5	General Electric		
6	Genius		PC2
7	-Sin Marca-	-Genérico-	
8	Xtech		Serial DB9

Como en todos los casos, sólo se tomaron en cuenta los datos de los componentes correctamente identificados.

MONITORES CRT

El caso de los monitores resulta más complejo, debido a que poseen en su interior los Tubos de Rayos Catódicos (CRT), los cuales requieren un manejo adecuado debido a su peligrosidad y potencial contaminante. Por este motivo, se decidió no realizar el desarme de los mismos, por lo que se realizó sólo un relevamiento de los materiales disponibles en el Piloto.

Tabla 6: Listado de muestra de Monitores CRT

	Marca	Modelo	Año	Elemento
1	Samsung	SyncMaster 936s	2005	Frente
2	-Sin Marca-	-Genérico-		Base
3	-Sin Marca-	-Genérico-		Base

4	Chin Shun TIII	-Genérico-	2000	Base
5	Huaneng	-Genérico-	2007	Base
6	-Sin Marca	-Genérico-		Base
7	-Sin Marca	-Genérico-	2008	Base
8	-Sin Marca-	-Genérico-	2008	Base
9	-Sin Marca-	-Genérico-		Base
10	-Sin Marca-	-Genérico-	1999	Base
11	-Sin Marca-	-Genérico-		Base
12	Huaneng Plastic	-Genérico-	2007	Base
13	Chin Shuan Plastic	-Genérico-	2001	Base

Se tomaron como referencia plásticos de múltiples bases o soportes de monitores que estaban en el sector para ser enviados a disposición final junto con el frente de un monitor Samsung. Se observó que para los casos de las bases, generalmente detallaban el nombre del fabricante de la pieza plástica.



Ilustración 13 y 14: Vista superior e inferior de la Base de un Monitor CRT

Si bien las bases relevadas poseían indicaciones similares al resto de los componentes, en algunos casos incluían además una etiqueta plástica donde se detallaban mayores datos de fabricante y del material, lo que llevó a una confusión, debido a que las marcas plásticas no detallaban la presencia de retardantes de llama (altamente contaminantes), mientras que la etiqueta sí.



Ilustración 15 y 16: Indicaciones Tipo de Plástico – Etiqueta

Si bien la pieza indica estar fabricada de solo ABS, en la etiqueta amarilla de la Ilustración 16, en el tercer renglón detalla: “E88637 94-V0”, lo cual corresponde con un estándar relacionado a retardantes de llama.

Dado que en la Ilustración 15 se puede ver que hace una clara diferenciación entre los tipos de plástico que poseen retardantes (por ejemplo, PC+ABS FR40), resulta dificultosa su clasificación.

Dicha etiqueta podría hacer referencia a otras partes plásticas del monitor, sin embargo, dado que no existe ningún manual de uso disponible y no se poseen instrumentos o pruebas rápidas que permitan determinarlo inequívocamente, se deberá ser cauteloso con aquellos elementos marcados de esta forma.

ANÁLISIS DE LOS DATOS RELEVADOS

Una vez elaborados los listados de los distintos tipos de componentes y el material del que están fabricados, se buscaron tendencias en el uso repetitivo de determinado tipo de plástico para un determinado componente o aplicación particular.

IMPRESORAS

Una vez realizado el relevamiento de todos los equipos, se los clasificó según marca y dentro de la marca por orden cronológico según modelo, con el fin de determinar si existe algún tipo de patrón en el uso de determinado material.

Basado en el listado detallado en el *Anexo 1: Relevamiento de Plásticos presentes en Impresoras*, se encontraron las siguientes tendencias generales:

- La primera conclusión y más importante está relacionada con la tecnología de impresión de los equipos: Las impresoras con tecnología láser poseen en la composición de sus plásticos retardantes de llama (posiblemente vinculado a las altas temperaturas alcanzadas por el fusor), y no así el resto de los equipos (Tinta, Matriz de Punto).
- Se encontraron los siguientes tipos de plástico (con y sin FR):
 - ABS
 - ABS GF5, ABS GF20 (ABS reforzado con Fibra de Vidrio, solo en 1 equipo)
 - HIPS
 - MMABS (Solo en 1 equipo, sin FR)
 - PET GF30 (con FR(17))
 - PC
 - PC + ABS
 - POM
 - PP
 - PS
 - SAN (Solo en 1 equipo, sin FR)
- Los plásticos que se encuentran con mayor frecuencia en estos equipos son (con y sin FR):
 - ABS
 - PC + ABS
 - HIPS
- Se utilizan los siguientes tipos de retardantes de llama:
 - FR 17 → Compuestos bromados aromáticos (excluyendo Difenil Éter Bromado y Bifenilos) en combinación con compuestos de antimonio.
 - FR 40 → Compuestos de fósforo orgánicos libres de halógenos

- Las impresoras láser de mayor antigüedad (año 1997 a 1998) poseen indicadores de retardantes de fuego en su composición, pero no especifican el tipo utilizado.

GABINETES

Para el caso de gabinetes, se clasificaron en orden cronológico de acuerdo con la fecha de fabricación indicada en el equipo. Aquellos gabinetes que no poseían ninguna indicación de fecha ni eran rastreables por marca y modelo, se han dejado al final del listado.

Dado que el gabinete suele ser un componente de gran cantidad de fabricantes y distribuidores, muchas veces no poseen las identificaciones correspondientes.

A partir del listado en el *Anexo 2: Relevamiento de Plásticos presentes en Gabinetes*, se determinó lo siguiente:

- La gran mayoría de los gabinetes no poseen retardantes de fuego en la composición de sus plásticos, posiblemente debido a que el panel frontal plástico no suele estar expuesto a altas temperaturas. Sin embargo se encontró un equipo marca HP Compaq que poseía indicaciones que hacen referencia al uso de retardantes: “94 HB” seguramente esté referido al estándar UL 94, que establece las Normas para la Seguridad de Inflamabilidad de Materiales Plásticos para Partes en Dispositivos y Electrodomésticos de Estados Unidos. HB hace referencia a “Horizontal Burning”, que se corresponde con la más baja clasificación de resistencia a la combustión.
- Se encontraron los siguientes tipos de plásticos, sin retardantes de fuego (salvo aclaración contraria):
 - ABS
 - ABS 94 HB (FR, clasificación más baja)
 - ABS + PS (en un solo equipo)
 - HIPS 94 HB (FR, clasificación más baja)
 - PC + ABS
 - PMMA
 - PS
- El plástico encontrado con mayor frecuencia en los plásticos es ABS

SCANNERS

Como se mencionó anteriormente, solo había disponibles 3 scanners al momento del relevamiento, por lo que existieron pocos datos para este componente. Los datos completos se encuentran en el *Anexo 3: Relevamiento de Plásticos presentes en Scanners*.

Si bien no es conveniente sacar conclusiones basados en tan pocos datos, de lo relevado se evidencia lo siguiente:

- Los componentes no poseen retardantes de llama en la composición de sus plásticos.
- Los plásticos encontrados son:
 - ABS
 - HIPS
 - PC + ABS

TECLADOS

Para el caso de teclados, surgieron inconvenientes similares al caso de gabinetes: es un periférico de elaboración más simple en comparación con otros componentes, existe una gran cantidad de fabricantes y distribuidores, en muchos casos no fue posible identificar el tipo de plástico debido a que no poseía las indicaciones correspondientes.

En algunos casos, las partes plásticas tenían indicaciones de 2 materiales distintos en la misma pieza, pero no señalaba una en particular, por lo que suponemos que el modelo de componente podría fabricarse con cualquiera de las dos, motivo por el cual se incluyeron ambas indicaciones en el listado del *Anexo 4: Relevamiento de Plásticos presentes en Teclados*.

Para uno de los casos, un teclado BTC del año 1991, se encontró la indicación de plástico tipo "7". No queda claro si se trata de ABS o HIPS, ya que HIPS es plástico tipo 6 pero algunos fabricantes lo marcan como plástico de ingeniería (7). Hay 3 teclados en total marca BTC en la muestra, de los cuales 2 están identificados como de HIPS, por lo tanto es muy probable que el restante sea del mismo material.

Del muestreo sacamos las siguientes conclusiones:

- Ninguno de los componentes poseen agregados de retardantes de llama en su composición
- Los plásticos utilizados son:
 - ABS
 - HIPS
 - PET (Circuito Impreso Flexible – Membrana)
 - PS
 - PMMA (En un solo equipo, protector leds)
- Los plásticos más utilizados son:
 - ABS
 - HIPS

MOUSES

Para el caso de mouses, se repite la misma situación que para gabinetes y teclados. Sumado a eso, algunas normas y estándares de empresas no obligan a marcar las piezas plásticas cuyo peso es menor a 25g, por lo que ese puede ser uno de los motivos por los que más de la mitad de los mouses relevados no tenían ningún tipo de indicación, particularmente los mouses de notebook, que suelen ser más pequeños de lo normal.

Analizando las muestras detalladas en el *Anexo 5: Relevamiento de Plásticos presentes en Mouses*, llegamos a las siguientes conclusiones:

- Los componentes están fabricados con plásticos sin retardantes de llama en todos los casos.
- Los plásticos encontrados fueron:
 - ABS
 - HIPS
- El plástico más utilizado es ABS

MONITORES CRT

El caso de monitores es potencialmente el menos representativo, debido a las limitaciones que supone el manejo de los tubos de rayos catódicos, por lo que habrá que tener en cuenta ciertas consideraciones. En primer lugar, dado que se trabajó mayormente con bases plásticas, ninguna poseía indicaciones de la marca del equipo. En algunos casos se pudo identificar al fabricante chino de la pieza plástica. En segundo lugar, si bien algunas bases no indicaban tener algún tipo de retardante, podían tener indicaciones contradictorias en alguna etiqueta agregada por el fabricante. Se debería suponer que la mayoría de las piezas plásticas provenientes de monitores CRT posean algún tipo de retardante de llama en su composición, posiblemente de la categoría de compuestos bromados.

Del material relevado, teniendo en cuenta las consideraciones previamente mencionadas, sacamos las siguientes conclusiones:

- Si bien algunas bases plásticas parecieran no tener retardantes en su composición por no estar correctamente identificadas, es conveniente suponer la existencia de dicho compuesto.
- Si bien las bases relevadas poseían indicaciones similares al resto de los componentes, en algunos casos incluían además una etiqueta plástica donde se detallaban mayores datos de fabricante y del material, lo que lleva a una

confusión, debido a que las marcas plásticas no detallaban la presencia de retardantes de llama (altamente contaminantes), mientras que la etiqueta sí.

- En algunos casos si bien se indica una graduación de resistencia a las llamas acorde a la norma UL 94, esta misma se corresponde con la categoría más baja: HB = Horizontal Burning.
- El retardante encontrado se corresponde al FR (17), Compuestos bromados aromáticos (excluyendo Difenil Éter Bromado y Bifenilos) en combinación con compuestos de antimonio.
- Se encontraron los siguientes tipos de plásticos (con y sin indicación de FR)
 - ABS
 - HIPS
- El plástico utilizado con mayor frecuencia es el ABS.

CONCLUSIONES

Una vez analizados todas las categorías de componentes, se llegó a las siguientes conclusiones:





1. Los plásticos utilizados con mayor frecuencia en la fabricación de componentes informáticos son el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) y el HIPS (Poliestireno de Alto Impacto). Será vital capacitar al personal en el reconocimiento y diferenciación de estos tipos de resinas plásticas, de manera de poder identificar correctamente aquellas piezas que no tuvieran sus indicaciones correspondientes.
2. Se utilizan dos tipos de retardantes de llama en la fabricación de componentes informáticos: FR 17: Compuestos bromados aromáticos (excluyendo Difenil Éter Bromado y Bifenilos) en combinación con compuestos de antimonio; y FR 40: Compuestos de fósforo orgánicos libres de halógenos.
3. Las impresoras con tecnología matriz de punto y chorro de tinta, los scanners, los teclados, mouses y gabinetes (salvo casos especiales; se deberá prestar atención a los equipos marca HP) no contienen retardantes de fuego en su composición.
4. Las impresoras con tecnología láser y los monitores CRT poseen en casi todos los casos retardantes de llama.
5. Las Impresoras, Monitores CRT y Scanners poseen en su interior elementos o piezas que una vez removidas se consideran residuos peligrosos, por lo que se deberá encontrar un método adecuado para la disposición final segura de los mismos si se quisiera procesar las partes plásticas de dichos componentes.
6. Las Impresoras son los componentes con mayor variedad de plásticos en su composición, por lo que separar sus partes para reciclado mecánico representa un grado de complejidad mayor frente a otros componentes, ya que no solo se deberá clasificar por tipo de plástico sino también por color.

RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones del Informe, se recomienda:

- Para el caso de Mouse, Teclados, Gabinetes y en menor medida algunas piezas sin FR provenientes de otros componentes, se sugiere realizar una clasificación según tipo de plástico separando en dos categorías: ABS y HIPS, y dentro de estas, separar las piezas por color, con el fin de procesar y reinsertar dicho material en el mercado mediante la venta del mismo a empresas dedicadas a su compra y reciclado (reciclado mecánico)
- Podría llegar a incorporarse Scanners al proceso anterior si se encontrara un método seguro de disposición para las lámparas de mercurio contenidas en el interior de los mismos. Existe actualmente un sistema llamado “LampTroyer” de bajo costo y diseñado por un Argentino para procesar dichos materiales. Hay algunos equipos en uso en la Provincia de Buenos Aires: en el Centro Basura Cero, en la Usina de Tandil. Y en Silkers (más información en: <http://lamptroyer.com>)
- Las Impresoras en general deberán tener consideraciones similares para la disposición final segura de los cartuchos de tinta y tóner. Si bien existe un mercado amplio en la Argentina para la venta de cartuchos y tóner usados, se deberá encontrar una organización capaz de absorber el volumen procesado.
- Las Impresoras (NO laser - sin FR) representan un candidato potencial para el reciclado mediante recuperación de energía (combustión del mismo para aprovechamiento de su energía calórica), debido a que poseen gran variedad de plásticos de distintos colores, lo que dificultaría arduamente su separación y clasificación, siendo el reciclado por combustión una alternativa viable dado que no requiere una previa clasificación del mismo.
- Procesar Monitores CRT requiere analizar previamente el mecanismo para la disposición final segura a los Tubos de Rayos Catódicos o la incorporación a la Planta de un equipo que los procese en forma completa. Se deben considerar los costos logísticos y de disposición final que representan por su peligrosidad y obligatoriedad de regulación.
- Los plásticos con agregados de retardantes representan un desafío debido a que no suelen ser aptos para reciclado mecánico, por lo que deberá hallarse un método de reciclado adecuado para los mismos. Se deberían investigar otros métodos de reciclado.
- El plástico obtenido para procesar debe estar limpio y sin insertos metálicos.




ANEXOS
ANEXO 1 - RELEVAMIENTO DE PLÁSTICOS EN IMPRESORAS

EQUIPO		PLÁSTICOS	
	MARCA HP	PC + ABS FR	Tapa Blanca
	MODELO LaserJet 6L	PS FR	Tóner
	TIPO Laser		
	AÑO 1997		
	MARCA HP	PC	
	MODELO LaserJet 1100	PC + ABS FR	
	TIPO Laser	PS FR	Tóner
	AÑO 1998		
	MARCA HP	ABS FR(40)	
	MODELO LaserJet P1005	PC + ABS FR(40)	Carcasa Gris
	TIPO Laser		
	AÑO 2003		
	MARCA HP	ABS FR(40)	Bandeja Blanca
	MODELO LaserJet 1018	PC	Bandeja Transparente
	TIPO Laser	PC + ABS	
	AÑO 2004	PC + ABS FR(40)	
		POM	

	MARCA HP	ABS FR(40)	Bandeja Blanca
	MODELO LaserJet 1020	PC + ABS	Cubierta Gris
	TIPO Laser	PS FR(17)	Tóner
	AÑO 2005		
	MARCA HP	ABS	
	MODELO LaserJet p2015dn	PC + ABS FR(40)	
	TIPO Laser	PS FR(17)	
	AÑO 2006		
	MARCA HP	ABS	
	MODELO PhotoSmart C3180	HIPS	
	TIPO Multifunción Tinta		
	AÑO 2006		
	MARCA HP	ABS	
	MODELO DeskJet 6949	HIPS	
	TIPO Tinta	PC	
	AÑO 2008		
	MARCA Epson	ABS	Cuerpo
	MODELO LX-300	PS	Transparente
	TIPO Matriz de Punto		
	AÑO 1995		

	MARCA Epson	ABS	
	MODELO Stylus CX4900	HIPS	
	TIPO Tinta	PP	
	AÑO 2006	PS	Transparente
	MARCA Epson	ABS	Parte Trasera
	MODELO Stylus C79	HIPS	Bandeja
	TIPO Tinta	MMABS	Tapa Transparente
	AÑO 2006	PP	Cuerpo
	MARCA Epson	HIPS	Bandejas Gris Oscuro
	MODELO Stylus C92	PP	Carcasa/Cuerpo Gris Oscuro
	TIPO Tinta	PS	Tapa Transparente Oscura
	AÑO 2007		
	MARCA Epson	HIPS	Bandejas y Carcasas Negras
	MODELO L200	PP	Carcasa cartuchos de tinta y parte trasera
	TIPO Tinta	PS	Transparente
	AÑO 2010		

	MARCA Canon	HIPS	
	MODELO BJC2100	PC + ABS	
	TIPO Tinta	PC + PET PSI5	
	AÑO 1999		
	MARCA Canon	ABS	Tapa
	MODELO PIXMA iP1800		
	TIPO Tinta		
	AÑO 2007		
	MARCA Xerox	ABS FR(17)	Base
	MODELO Phaser 3117	HIPS	Tapa blanca, tapitas transparentes
	TIPO Laser	PC + ABS FR(40)	
	AÑO 2005		
	MARCA Xerox	ABS	Plásticos y Bandejas
	MODELO Phaser 6110	ABS FR(17)	Cuerpo, Tapas
	TIPO Laser Color	PC	Plástico interno
	AÑO 2007	PET GF30 FR(17)	Tóner, Soporte Fusor
		POM	Guía Papel

	MARCA Samsung	ABS	Plásticos bandeja oscuros y tapa trasera
	MODELO SCX-4200	HIPS	Cubierta frente y bandejas
	TIPO Multifunción Laser	PS	Tapa
	AÑO 2006		
	MARCA Samsung	ABS	
	MODELO ML-1640	ABS FR(17)	
	TIPO Laser	PC + ABS	
	AÑO 2009	PC + ABS FR(40)	
		PET GF30 FR(17)	Tóner
		PS	
	MARCA Samsung	ABS	
	MODELO CLP-315	ABS GF5	Tóner
	TIPO Laser Color	ABS GF20	Azul
	AÑO 2008	HIPS	Bandeja Negra
		PET GF30 FR(17)	
		SAN	Bandeja Transparente




ANEXO 2 - RELEVAMIENTO DE PLÁSTICOS EN GABINETES

EQUIPO		PLÁSTICOS	
	MARCA Olivetti	PS	Panel Frontal Blanco
	MODELO M8500		
	AÑO 1998		
	MARCA IBM	ABS	Panel Frontal
	MODELO 300GL	MAXXI 25	Plásticos varios
	AÑO 1999		
	MARCA IBM	ABS	Panel Frontal
	MODELO ThinkCentre	PC + ABS	Cooler Negro
	AÑO 2004		
	MARCA HP Compaq	ABS, 94 HB	
	MODELO PD1093	HIPS, 94 HB	
	AÑO 2005		

	MARCA HP	ABS	
	MODELO dx5150		
	AÑO 2005		
	MARCA Sol TECH	ABS	Panel Frontal Blanco y Celeste
	MODELO Genérico		
	AÑO 2007		
	MARCA HP	ABS	Panel Frontal Negro
	MODELO a6000	PC + ABS FR(40)	Tapas Negras
	AÑO 2008	PMMA	Plásticos Transparentes de Leds
	MARCA Commodore	ABS + PS	Panel Frontal Negro
	MODELO CX4227		
	AÑO 2009		
	MARCA Q&S	ABS	Panel Frontal Blanco
	MODELO Genérico		
	AÑO		

	MARCA Mtek	ABS	Panel Frontal
	MODELO Genérico		
	AÑO		
	MARCA Sin Marca	ABS	
	MODELO Genérico	PS	
	AÑO		

ANEXO 3 - RELEVAMIENTO DE PLÁSTICOS EN SCANNERS



EQUIPO		PLÁSTICOS	
	MARCA Plustek	ABS	Tapa y Carcasa Blanca
	MODELO OpticPro 4831P		
	AÑO 1998		
	MARCA HP	ABS	Carcasa
	MODELO ScanJet 3200C	HIPS	Tapa
	AÑO 1999	PC + ABS	Bisagra
	MARCA Genius	HIPS	Tapa
	MODELO ColorPage Vivid 1200XE		
	AÑO 1999		


ANEXO 4 - RELEVAMIENTO DE PLÁSTICOS EN TECLADOS

EQUIPO		PLÁSTICOS	
	MARCA BTC	"7": ABS/HIPS	Carcasa Blanca
	MODELO		
	AÑO 1991		
	MARCA Mitsumi	PS	Carcasa Blanca
	MODELO		
	AÑO 1996		
	MARCA Unikey	ABS	Frente/Base blanca
	MODELO	HIPS	Base blanca
	AÑO 1999	PS	Frente blanco
	MARCA BTC	HIPS	Carcasa
	MODELO 5199		
	AÑO 2002		


	MARCA IBM	ABS	Carcasa
	MODELO	HIPS	Carcasa
	AÑO 2004		
	MARCA Genius	ABS	Frente negro
	MODELO K640	HIPS	Base negra
	AÑO 2005		
	MARCA Genius	HIPS	Carcasa
	MODELO K645		
	AÑO 2006		
	MARCA Microsoft	HIPS	Carcasa Negra
	MODELO Internet Keyboard	PET	Circuito Impreso – Membrana
	AÑO 2006	PMMA	Cobertura Leds transparente
	MARCA BTC	HIPS	Carcasa Blanca
	MODELO		
	AÑO		

ANEXO 5 - RELEVAMIENTO DE PLÁSTICOS EN MOUSES

EQUIPO		PLÁSTICOS	
	MARCA Genius	HIPS	Carcasa y Botones, Blanco
	MODELO		
	PUERTO Serial DB9		
	AÑO		
	MARCA Genius	ABS	Carcasa y Botones, Blanco
	MODELO FSUGMZE3		
	PUERTO PS/2		
	AÑO		
	MARCA Genius	ABS	Carcasa y Botones
	MODELO		
	PUERTO PS/2		
	AÑO		
	MARCA Genius	HIPS	Carcasa y Botones
	MODELO		
	PUERTO USB		
	AÑO		

	MARCA Logitech	ABS	Carcasa y Botones
	MODELO		
	PUERTO PS/2		
	AÑO		
	MARCA General Electric	ABS	Carcasa y Botones
	MODELO		
	PUERTO		
	AÑO 2005		
	MARCA Xtech	ABS	Carcasa y Botones, Frente Blanco, Base Gris oscura
	MODELO		
	PUERTO Serial DB9		
	AÑO 2006		
	MARCA Sin Marca	ABS	Carcasa y Botones, Azul
	MODELO Genérico		
	PUERTO		
	AÑO		

ANEXO 6 - RELEVAMIENTO DE PLÁSTICOS EN MONITORES CRT

EQUIPO		PLÁSTICOS	
	MARCA	ABS HB	Base Gris Clarita
	MODELO Genérico		
	AÑO 1999		
	MARCA Chin Shun TIII	ABS FR(17)	Base Blanca
	MODELO Genérico	HIPS (PS 350) 94 HB	Soporte Monitor Blanca
	AÑO 2000		
	MARCA Chin Shuan Plastic	HIPS	Base Gris Clarito
	MODELO Genérico		
	AÑO 2001		
	MARCA Samsung	ABS FR(17)	Frente Blanco
	MODELO SyncMaster 936s		
	AÑO 2005		
	MARCA Huaneng	ABS HB	Base Negro
	MODELO		

	AÑO 2007		
	MARCA Huaneng Plastic	ABS HB	Base Gris Claro
	MODELO Genérico		
	AÑO 2007		
	MARCA	ABS	Base Negra
	MODELO Genérico		
	AÑO 2008		
	MARCA Sin Marca	ABS	Base Blanca
	MODELO Genérico		
	AÑO		
	MARCA Sin Marca	ABS	Base Negra
	MODELO Genérico		
	AÑO		
	MARCA Sin Marca	ABS	Base Blanca
	MODELO Genérico		
	AÑO		

	MARCA Sin Marca	ABS	Base Gris Clarito
	MODELO		
	AÑO		
	MARCA Sin Marca	ABS	Base Negra
	MODELO Genérico		
	AÑO		
	MARCA Sin Marca	ABS	Base Negra
	MODELO Genérico		
	AÑO		