

Caracterización cuantitativa de flujos internos y transfronterizos de **productos electrónicos usados**

Estudio de caso sobre computadoras y monitores usados en América del Norte



Citar como:

CCA (2016), *Caracterización cuantitativa de flujos internos y transfronterizos de productos electrónicos usados: estudio de caso sobre computadoras y monitores usados en América del Norte*, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 138 pp.

La presente publicación fue elaborada por T. Reed Miller, Jeremy Gregory, Huabo Duan y Randolph Kirchain, con el respaldo de Jason Linnell, Ramzy Kahhat y Eric Williams, en asociación con el Laboratorio de Sistemas de Materiales del Instituto Tecnológico de Massachusetts, el Centro Nacional para el Reciclaje de Productos Electrónicos (*National Center for Electronics Recycling*), la Pontificia Universidad Católica del Perú y el Instituto Golisano para la Sustentabilidad del Instituto de Tecnología de Rochester, para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información que contiene es responsabilidad de los autores y no necesariamente refleja los puntos de vista de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción de este material sin previa autorización, siempre y cuando se haga con absoluta precisión, su uso no tenga fines comerciales y se cite debidamente la fuente, con el correspondiente crédito a la Comisión para la Cooperación Ambiental. La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo "Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada", de Creative Commons.

© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2016



ISBN: 978-2-89700-135-3 (versión electrónica)

Available in English – ISBN 978-2-89700-134-6 (electronic version)

Disponible en français – ISBN 978-2-89700-136-0 (version électronique)

Depósito legal: Library and Archives Canada, 2016

Depósito legal: Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2016

Detalles de la publicación

Categoría del documento: informe de proyecto

Fecha de publicación: septiembre de 2016

Idioma original: inglés

Procedimientos de revisión y aseguramiento de la calidad:

Revisión final de las Partes: diciembre de 2015

QA 12.17 / 182

Proyecto: Plan Operativo 2011-2012: *Manejo adecuado de desechos electrónicos en América del Norte*

Si desea más información sobre ésta y otras publicaciones de la CCA, diríjase a:



Comisión para la Cooperación Ambiental

393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200
Montréal (Québec), Canada, H2Y 1N9
t 514.350.4300 f 514.350.4314
info@cec.org / www.cec.org

Caracterización cuantitativa de flujos internos y transfronterizos de **productos electrónicos usados**

Estudio de caso sobre computadoras y monitores usados en América del Norte

Autores principales:

T. Reed Miller, Jeremy Gregory, Huabo Duan y Randolph Kirchain



Con el apoyo de: Jason Linnell, Ramzy Kahhat y Eric Williams



Septiembre de 2016 (publicación); octubre de 2013 (elaboración)





Índice

Resumen ejecutivo	xi
Agradecimientos	xviii
1. Introducción	1
1.1 Trabajos previos	2
1.2 Alcance del estudio	4
1.3 Resumen comparativo por país	5
2. Metodología	8
2.1 Comparativa de los métodos empleados	9
2.2 Resumen de fuentes de información	12
2.3 Generación	14
2.4 Recolección	20
2.5 Exportaciones	25
2.6 Incertidumbres	31
3. Resultados	32
3.1 Principales observaciones	33
3.2 Canadá	35
3.3 México	41
3.4 Estados Unidos	48
3.5 Comparativa por país	56
4. Conclusiones y recomendaciones	57
4.1 Conclusiones cuantitativas	58
4.2 Conclusiones metodológicas	58
4.3 Recomendaciones	59
5. Referencias	60
<hr/>	
Apéndices	63
Apéndice 1: Perspectiva comparativa de los países	64
Apéndice 2: Recolección de datos sobre patrones nacionales de uso de computadoras y manejo al final de la vida útil	66
Apéndice 3: Generación y recolección de datos de encuestas	80
Apéndice 4: Generación de datos de exportación de computadoras y productos electrónicos relacionados: premisas y cálculos	88
Apéndice 5: Datos sobre abasto y exportaciones de computadoras y productos electrónicos relacionados: resultados	94

Lista de cuadros

Cuadro RE-1: Fuentes de incertidumbre en las estimaciones	xiii
Cuadro RE-2: Cinco destinos principales de computadoras y monitores usados exportados en 2010, por cantidad, usando los dos métodos del enfoque HSOTDM para estimar exportaciones: NVEM y PUB	xvi
Cuadro RE-3: Cinco destinos principales de computadoras y monitores usados exportados en 2010, por peso, usando los dos métodos del enfoque HSOTDM para estimar exportaciones: NVEM y PUB	xvi
Cuadro 1: Matriz de métodos cuantitativos en función del esfuerzo requerido y la calidad de la información generada	4
Cuadro 2: Comparativa resumida de los métodos empleados	9
Cuadro 3: Detalles de encuestas	12
Cuadro 4: Fuentes de datos sobre ventas	13
Cuadro 5: Pesos unitarios de productos electrónicos usados	13
Cuadro 6: Fuentes de datos de comercio	13
Cuadro 7: Comparativa del destino deseado por el usuario al final de la vida útil del producto y la trayectoria o destino real en tres escenarios	22
Cuadro 8: Códigos de exportación por producto	25
Cuadro 9: Disponibilidad datos sobre cantidades en la información comercial de Canadá	28
Cuadro 10: Fuentes de incertidumbre en las estimaciones	31
Cuadro 11: Tamaño de la muestra y nivel de confianza de los participantes en la encuesta, por zona geográfica en México	69
Cuadro 12: Designación en función de la forma de desecho: avería, generación y recolección	80
Cuadro 13: Parámetros de distribución de Weibull medios para la duración del periodo de pertenencia (λ)	84
Cuadro 14: Clasificación de formas de desecho en los sectores comercial e institucional	86
Cuadro 15: Resumen de factores de escala de 2010 por país y sector	86
Cuadro 16: Factores de escala de productos correspondientes a 2010 utilizados para llegar a factores de escala promedio para todos los productos en conjunto, por país y sector	87
Cuadro 17: Símbolos y términos utilizados en información relativa a exportaciones	90
Cuadro 18: Conjuntos de datos utilizados para calcular las exportaciones de Estados Unidos	90
Cuadro 19: Ejemplo de cálculos aproximados a escala de puerto para exportaciones de computadoras portátiles de Estados Unidos a Argentina en 2010	92
Cuadro 20: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Canadá, en 2010 (método HSOTDM)	94
Cuadro 21: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Canadá, en 2010 (método HSOTDM)	95
Cuadro 22: Principales 20 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de Canadá (por cantidad)	96
Cuadro 23: Principales 19 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de Canadá (por peso)	96
Cuadro 24: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Canadá, en 2010 (método de balance de masa)	97
Cuadro 25: Flujos de productos electrónicos usados en Canadá, cuantificados mediante el método de balance de masa	98
Cuadro 26: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Canadá, en 2010 (método de balance de masa)	100
Cuadro 27: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en México, en 2010 (método HSOTDM)	101
Cuadro 28: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en México, en 2010 (método HSOTDM)	102
Cuadro 29: Principales 28 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de México (por cantidad)	103
Cuadro 30: Principales 27 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de México (por peso)	104
Cuadro 31: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en México, en 2010 (método de balance de masa)	105
Cuadro 32: Flujos de productos electrónicos usados en México, cuantificados mediante el método de balance de masa	106
Cuadro 33: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en México, en 2010 (método de balance de masa)	108
Cuadro 34: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Estados Unidos, en 2010 (método HSOTDM)	109
Cuadro 35: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Estados Unidos, en 2010 (método HSOTDM)	110

Cuadro 36:	Principales 100 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de Estados Unidos (por cantidad)	111
Cuadro 37:	Principales 90 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de Estados Unidos (por peso)	113
Cuadro 38:	Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Estados Unidos, en 2010 (método de balance de masa)	115
Cuadro 39:	Flujos de productos electrónicos usados en Estados Unidos, cuantificados mediante el método de balance de masa	116
Cuadro 40:	Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Estados Unidos, en 2010 (método de balance de masa)	118

Lista de gráficas

Gráfica RE-1:	Análisis de flujos de materiales exportados	xiii
Gráfica RE-2:	Comparativa de cantidades y pesos correspondientes a generación, recolección y exportación de computadoras y monitores usados en los tres países, por producto y método de estimación empleado	xiv
Gráfica RE-3:	Comparativa de las fracciones recolección/generación y exportación/recolección, por país, producto y método de estimación empleado	xv
Gráfica 1:	Jerarquía de métodos para la caracterización cuantitativa	2
Gráfica 2:	Comparativa de ventas totales de computadoras y monitores nuevos	5
Gráfica 3:	Comparativa de población con el paso del tiempo	6
Gráfica 4:	Comparativa en términos de ingreso nacional bruto	6
Gráfica 5:	Comparativa del ingreso nacional bruto per cápita	6
Gráfica 6:	Balanza comercial de computadoras y monitores nuevos y usados	7
Gráfica 7:	Análisis de flujos de materiales exportados	10
Gráfica 8:	Distribución de la duración del periodo de pertenencia (λ) para cada producto en Canadá, Estados Unidos y México	15
Gráfica 9:	Pasos metodológicos para elaborar el diagnóstico nacional sobre generación de desechos electrónicos en México	18
Gráfica 10:	Tendencias en el peso de ciertos productos electrónicos de consumo generados, desechados y recuperados	19
Gráfica 11:	Índices de recolección medios estimados para productos electrónicos usados en el sector residencial en Canadá	20
Gráfica 12:	Índices de recolección medios estimados para productos electrónicos usados en el sector residencial en México	21
Gráfica 13:	Índices de recolección estimados para productos electrónicos usados en el sector residencial en Estados Unidos, obtenidos de cinco encuestas	21
Gráfica 14:	Trayectoria o destino final para productos electrónicos usados en México	24
Gráfica 15:	Método para determinar el umbral para productos usados y nuevos a partir de datos hipotéticos	26
Gráfica 16:	Ejemplo de histograma de exportación con rango de umbrales: exportación en 2010 de computadoras portátiles procedentes de Estados Unidos destinadas a países de ingreso medio alto en América Latina y el Caribe	27
Gráfica 17:	Umbral para productos usados y nuevos, por producto (excepto monitores de TRC), obtenidos mediante el método de estimación a partir de material publicado (PUB)	27
Gráfica 18:	Comparativa de cantidades generadas y recolectadas en Canadá, por producto, sector y método de estimación empleado	35
Gráfica 19:	Comparativa de pesos generados y recolectados en Canadá, por producto, sector y método de estimación empleado	36
Gráfica 20:	Comparativa de pesos generados y recolectados en Canadá, por producto y método de estimación empleado	36
Gráfica 21:	Comparativa de cantidades generadas, recolectadas y exportadas en Canadá, por producto, sector y método de estimación empleado	37
Gráfica 22:	Comparativa de pesos generados, recolectados y exportados en Canadá, por producto, sector y método de estimación empleado	37
Gráfica 23:	Comparativa de las fracciones recolección/generación y exportación/recolección en Canadá, por producto y método de estimación empleado	38
Gráfica 24:	Comparativa de productos electrónicos usados exportados desde Canadá a destinos agrupados por nivel de ingresos y por región, por producto	39
Gráfica 25:	Comparativa de exportaciones de computadoras y monitores usados de Canadá a destinos agrupados por nivel de ingresos y por región	40
Gráfica 26:	Principales 20 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados desde Canadá	40
Gráfica 27:	Comparativa de cantidades generadas y recolectadas en México, por producto, sector y método de estimación empleado	42
Gráfica 28:	Comparativa de pesos generados y recolectados en México, por producto, sector y método de estimación empleado	42

Gráfica 29: Comparativa de pesos generados y recolectados en México, por producto y método de estimación empleado	43
Gráfica 30: Comparativa de cantidades generadas, recolectadas y exportadas en México, por producto, sector y método de estimación empleado	43
Gráfica 31: Comparativa de pesos generados, recolectados y exportados en México, por producto, sector y método de estimación empleado	44
Gráfica 32: Comparativa de las fracciones recolección/generación y exportación/recolección en México, por producto y método de estimación utilizado	44
Gráfica 33: Comparativa de productos electrónicos usados exportados de México a destinos agrupados por ingresos y por región, por producto	45
Gráfica 34: Comparativa de exportaciones de computadoras y monitores usados de México a destinos agrupados por ingresos y por región	46
Gráfica 35: Principales 20 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados desde México	46
Gráfica 36: Principales 20 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados desde México (<i>acercamiento</i>)	47
Gráfica 37: Comparativa de cantidades generadas y recolectadas en Estados Unidos, por producto, sector y método de estimación empleado	49
Gráfica 38: Comparativa de pesos generados y recolectados en Estados Unidos, por producto, sector y método de estimación empleado	49
Gráfica 39: Comparativa de cantidades generadas, recolectadas y enviadas a rellenos sanitarios, en Estados Unidos, por producto y método de estimación empleado	50
Gráfica 40: Comparativa de pesos generados, recolectados y enviados a rellenos sanitarios, en Estados Unidos, por producto y método de estimación empleado	50
Gráfica 41: Porcentajes de cantidades recolectadas correspondientes a los sectores residencial y comercial e institucional, por método utilizado	51
Gráfica 42: Comparativa de cantidades generadas, recolectadas y exportadas en Estados Unidos, por producto, sector y método de estimación empleado	51
Gráfica 43: Comparativa de pesos generados, recolectados y exportados en Estados Unidos, por producto, sector y método de estimación empleado	52
Gráfica 44: Comparativa de las fracciones recolección/generación y exportación/recolección en Estados Unidos, por producto y método de estimación empleado	52
Gráfica 45: Comparativa de productos electrónicos usados exportados desde Estados Unidos a destinos agrupados por nivel de ingresos y por región, por producto	53
Gráfica 46: Comparativa de exportaciones de computadoras y monitores usados de Estados Unidos a destinos agrupados por nivel de ingresos y por región	54
Gráfica 47: Principales 20 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados desde Estados Unidos	54
Gráfica 48: Comparativa de cantidades exportadas desde Estados Unidos, por producto y método de estimación empleado, según lo determinado en el presente estudio con base en resultados de la USITC	55
Gráfica 49: Comparativa de cantidades generadas, recolectadas y exportadas en los tres países, por producto y método de estimación empleado	56
Gráfica 50: Comparativa de pesos generados, recolectados y exportados en los tres países, por producto y método de estimación empleado	56
Gráfica 51: Comparativa de ventas, por país y producto	64
Gráfica 52: Comparativa de ventas de productos nuevos, por país y producto	64
Gráfica 53: Balanza comercial de computadoras y monitores nuevos y usados	65
Gráfica 54: Comparativa de alcance nacional entre los niveles socioeconómicos en México y con las dos encuestas relacionadas con este informe	69
Gráfica 55: Precisión de los encuestados para estimar la antigüedad y el tiempo de permanencia en casa de computadoras portátiles en Estados Unidos	81
Gráfica 56: Curva de supervivencia Kaplan-Meier para computadoras portátiles en el sector residencial de Estados Unidos	81
Gráfica 57: Análisis de regresión de Weibull con Stata para computadoras portátiles en el sector residencial de Estados Unidos	82
Gráfica 58: Modelo de regresión de Weibull para computadoras portátiles en el sector residencial de Estados Unidos	82
Gráfica 59: Comparativa entre las curvas K-M y las curvas de regresión de Weibull de ajuste por mínimos cuadrados ordinarios para los valores medios y los límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento aplicables a computadoras portátiles en el sector residencial de Estados Unidos	82
Gráfica 60: Distribución de la duración del periodo de pertenencia (λ) para computadoras portátiles en el sector residencial de Estados Unidos	83
Gráfica 61: Histograma y distribuciones logarítmicas normales ajustadas del tiempo transcurrido (δ) que una computadora portátil del sector residencial de Estados Unidos permanece con su propietario hasta su reutilización informal	83
Gráfica 62: Distribuciones de duración del periodo de pertenencia (λ) para computadoras portátiles de Estados Unidos	83

Siglas, acrónimos y abreviaturas

CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
CESA	códigos de exportación del Sistema Armonizado (SA)
Ciprec	Centro Interdisciplinario para la Prevención de la Contaminación, A.C.
Comtrade	base de datos sobre estadísticas del comercio de productos básicos de las Naciones Unidas
Convenio de Basilea	Convenio de Basilea sobre el Control del Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación
CPU	unidad central de procesamiento (del inglés: <i>central processing unit</i>)
EAU	Emiratos Árabes Unidos
EPA	Agencia de Protección Ambiental (<i>Environmental Protection Agency</i>), Estados Unidos
EU	Estados Unidos de América
HSOTDM	método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (en inglés: <i>Hybrid Sales Obsolescence-Trade Data Method</i>)
IDC	International Data Corporation
LCD	pantalla de cristal líquido (del inglés: <i>liquid crystal display</i>)
NVEM	método de énfasis de valles en la vecindad (en inglés: <i>Neighborhood Valley Emphasis Method</i>)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ORCR	Oficina para la Conservación y Recuperación de Recursos (<i>Office of Resource Conservation and Recovery</i>) de la EPA de Estados Unidos
OSWER	Oficina de Residuos Sólidos y Respuesta a Emergencias (<i>Office of Solid Waste and Emergency Response</i>) de la EPA de Estados Unidos
PUB	método para estimación de exportaciones con base en material publicado
q	volumen exportado
RU	Reino Unido
Sicex	base de datos de comercio Sicex.com
StatCan	Dirección General de Estadísticas de Canadá (<i>Statistics Canada</i>)
TI	tecnología de la información
TRC	tubo de rayos catódicos
v	valor unitario de exportación
USITC	Comisión de Comercio Internacional (<i>US International Trade Commission</i>), Estados Unidos
v	valor de exportación
w	peso de exportación



Resumen ejecutivo

El presente informe describe el alcance, metodología, datos y resultados de un análisis cuantitativo exhaustivo efectuado en torno a los flujos transfronterizos de productos electrónicos usados entre los países de América del Norte y los provenientes de esta región. Elaborado por encargo de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) —organización trinacional creada en términos del convenio paralelo sobre medio ambiente del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN)—, con el apoyo financiero de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México, este informe es parte de una iniciativa llevada a cabo en múltiples etapas, con la que se busca entender más a fondo el flujo de computadoras y monitores usados que salen de América del Norte hacia otras regiones del mundo.

Trabajos previos

En la primera fase de este trabajo se llevó a cabo un análisis de factibilidad de diversas iniciativas de modelización, y en la segunda se concibió y validó el método de balance de masa. La tercera fase, de la que se deriva el presente estudio, consistió en aplicar tanto el método de balance de masa como el método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (*Hybrid Sales Obsolescence-Trade Data Method*, HSOTDM), concebido, en parte, para un estudio realizado en 2013 en el marco de la Iniciativa para Resolver el Problema de los Desechos Electrónicos (*Solving the E-Waste Problem Initiative*, StEP).

Alcance

El presente informe cubre computadoras de escritorio y portátiles, así como monitores de tubos de rayos catódicos (TRC) y de pantalla plana, en un marco temporal correspondiente al año 2010. La CCA está interesada específicamente en estudiar los flujos de exportación de productos electrónicos usados al interior de América del Norte —entre Canadá, Estados Unidos y México— y hacia otros países alrededor del mundo. Además de los flujos de exportación, se hace un estimado de la generación y recolección, a escala nacional, de dispositivos electrónicos usados, información que suma puntos de comparación valiosos a las estimaciones sobre exportaciones. Debido a limitaciones de recursos, el presente estudio no cubre numerosos productos electrónicos usados ni exportaciones de desechos electrónicos, entre los que se incluyen tarjetas de circuitos completas y trituradas, impresoras, vidrio de TRC procesado, servidores, dispositivos de juego, cables, dispositivos de imagen digital y equipo audiovisual.

Si bien el término “productos electrónicos usados” se refiere en forma amplia a aquellos dispositivos electrónicos que han llegado al final de su vida útil con su propietario original, el término de uso corriente que hace referencia, en general, a un subconjunto de productos electrónicos usados que no pueden reutilizarse, repararse ni reacondicionarse con el propósito de prolongar su vida útil con un nuevo propietario es *desecho electrónico* (o incluso “e-basura”). Los desechos electrónicos, por lo tanto, se destinan a eliminación o recuperación de partes y materiales mediante desensamblaje y reciclaje. En todo el mundo se adquieren cada año millones de dispositivos electrónicos, al tiempo que otros tantos alcanzan el final de su vida útil. Aunque desde un inicio, y gracias a programas de recolección, se logre separar de la basura una fracción de los dispositivos electrónicos usados procedentes de hogares, empresas e instituciones, el creciente consumo de productos electrónicos nuevos a escala mundial da lugar a que la cantidad de artefactos electrónicos usados que se recolectan, junto con el correspondiente subconjunto de desechos electrónicos, continúe también en ascenso.

Contexto y limitaciones

Actualmente, los códigos de exportación del Sistema Armonizado (CESA) que se emplean para representar el comercio mundial no distinguen entre productos electrónicos usados y nuevos. Sólo unos cuantos países como Perú y Japón registran voluntariamente este nivel de detalle en relación con sus importaciones y exportaciones. En el presente informe, los flujos

de exportación de productos electrónicos usados no se distinguen en función de la disposición final a la que se someten, de manera que las exportaciones incluyen lo mismo equipo exportado con alguna funcionalidad y que, probablemente, se destine a mercados de reutilización, que aquel sin funcionalidad alguna destinado a desmantelarse, reciclarse o eliminarse.

Métodología

Ante la falta de datos precisos sobre los flujos nacionales (internos) y de exportación de productos electrónicos usados, se adoptaron dos métodos por separado para comparar los resultados obtenidos y ofrecer un rango de cantidades estimadas. Este estudio se propuso intencionalmente plasmar la incertidumbre en las estimaciones. La dispersión de los datos dificulta la obtención de cantidades exactas del flujo de productos electrónicos usados en todo el sistema; de ahí la importancia de obtener respuestas mediante distintos métodos y determinar un rango probable. Con el objeto de modelizar la incertidumbre en cada conjunto de datos en todas las etapas, se recurrió a la simulación de Monte Carlo. Cada una de las miles de simulaciones de este método calcula resultados utilizando una combinación de valores derivada aleatoriamente dentro de los límites de hipótesis razonables para cada variable.

El método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (HSOTDM, por sus siglas en inglés) cuantifica la generación (mediante un modelo modificado de obsolescencia de productos vendidos basado en datos de encuestas y ventas), la recolección (a partir de tendencias en las tasas de recolección, con base en datos emanados de encuestas) y las exportaciones (usando datos de comercio detallados). El método de balance de masa consiste en generar y recopilar datos extrapolados de encuestas para cuantificar los flujos de productos electrónicos, y luego estimar, para tres escenarios —destino previsto al final de la vida útil del producto, menor reutilización y mayores exportaciones—, las fracciones (porcentaje) de los productos electrónicos recolectados que posteriormente se exportan, realizando un balance de todos los flujos con las exportaciones.

La gráfica RE-1 muestra los flujos de productos electrónicos usados objeto del presente estudio. Cabe señalar que las estimaciones empleadas se compararon con estimaciones externas, con fines de validación, y que los resultados obtenidos en este estudio guardaron, en gran medida, consonancia con estimaciones emanadas de otros estudios, lo que sugiere que los métodos son válidos.

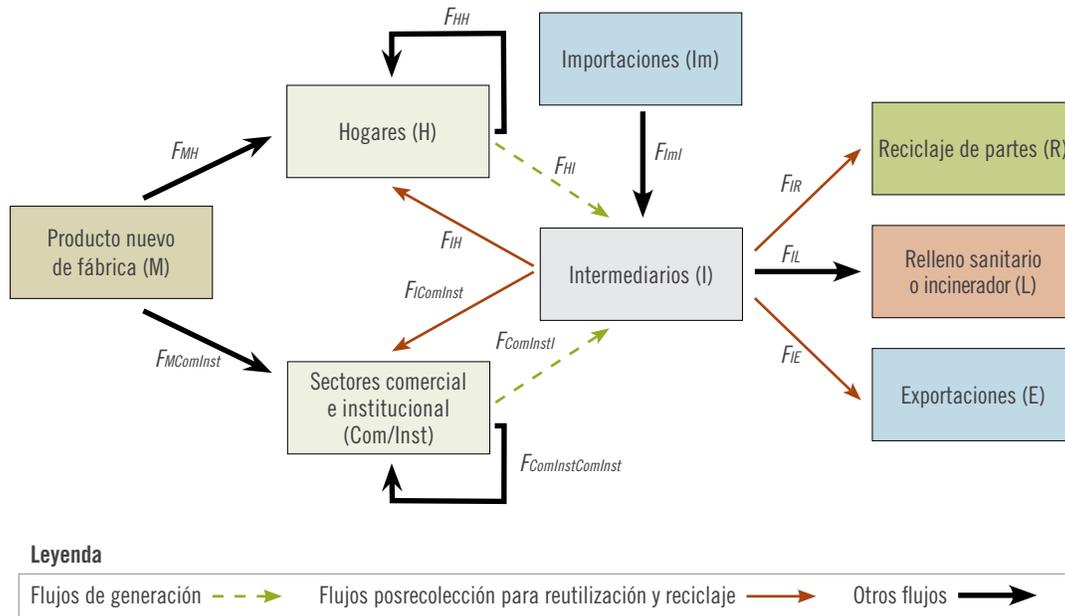
La ventaja del método HSOTDM es la amplia disponibilidad de datos de comercio (con vasta información histórica) para todos los tipos de productos electrónicos, amén de que estos datos suelen actualizarse con relativa frecuencia y proporcionan una perspectiva de los destinos de los productos. Las desventajas estriban en que no existen códigos comerciales específicos para productos electrónicos usados y que los exportadores pueden optar por utilizar códigos distintos de los aplicados en este estudio para describir sus exportaciones.[†] El método de balance de masa, por su parte, permite calcular numerosos flujos de dispositivos electrónicos usados con pocos datos de una entrada. En este caso, la desventaja consiste en que las exportaciones no se calculan a partir de información que corresponde directamente a exportaciones, lo cual significa que los países de destino no podrán identificarse. Calcular los flujos utilizando ambos métodos ilustra el nivel de variación en los métodos y ofrece una perspectiva de los límites superiores e inferiores de los flujos.

Incertidumbres

Según lo descrito en el apartado “Metodología”, en cada una de las etapas de estimación se determinaron las incertidumbres asociadas a las distintas estimaciones utilizadas en el presente estudio. Los orígenes o principales fuentes de tales incertidumbres se enumeran en el cuadro RE-1.

[†] Cabe señalar que la Oficina de Aduanas y Protección Fronteriza (*Customs and Border Protection*, CBP) de Estados Unidos mantiene un sistema de búsqueda en línea de reglamentos en materia aduanera (*Customs Rulings Online Search System*, CROSS) para consultar disposiciones reglamentarias relacionadas con clasificaciones de códigos de mercancías objeto de comercio mundial. Asimismo, la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) es la instancia encargada de regular la exportación de tubos de rayos catódicos.

Gráfica RE-1: Análisis de flujos de materiales exportados



Fuente: Adaptada y modificada a partir de Kahhat R. y E. Williams (2012) [13].

Nota: El ordenamiento de los indicadores es desde-hacia; es decir, F_{HI} hace referencia a los flujos procedentes de hogares (H) dirigidos a intermediarios (I), y F_{IH} indica los flujos provenientes de intermediarios (I) con destino a hogares (H).

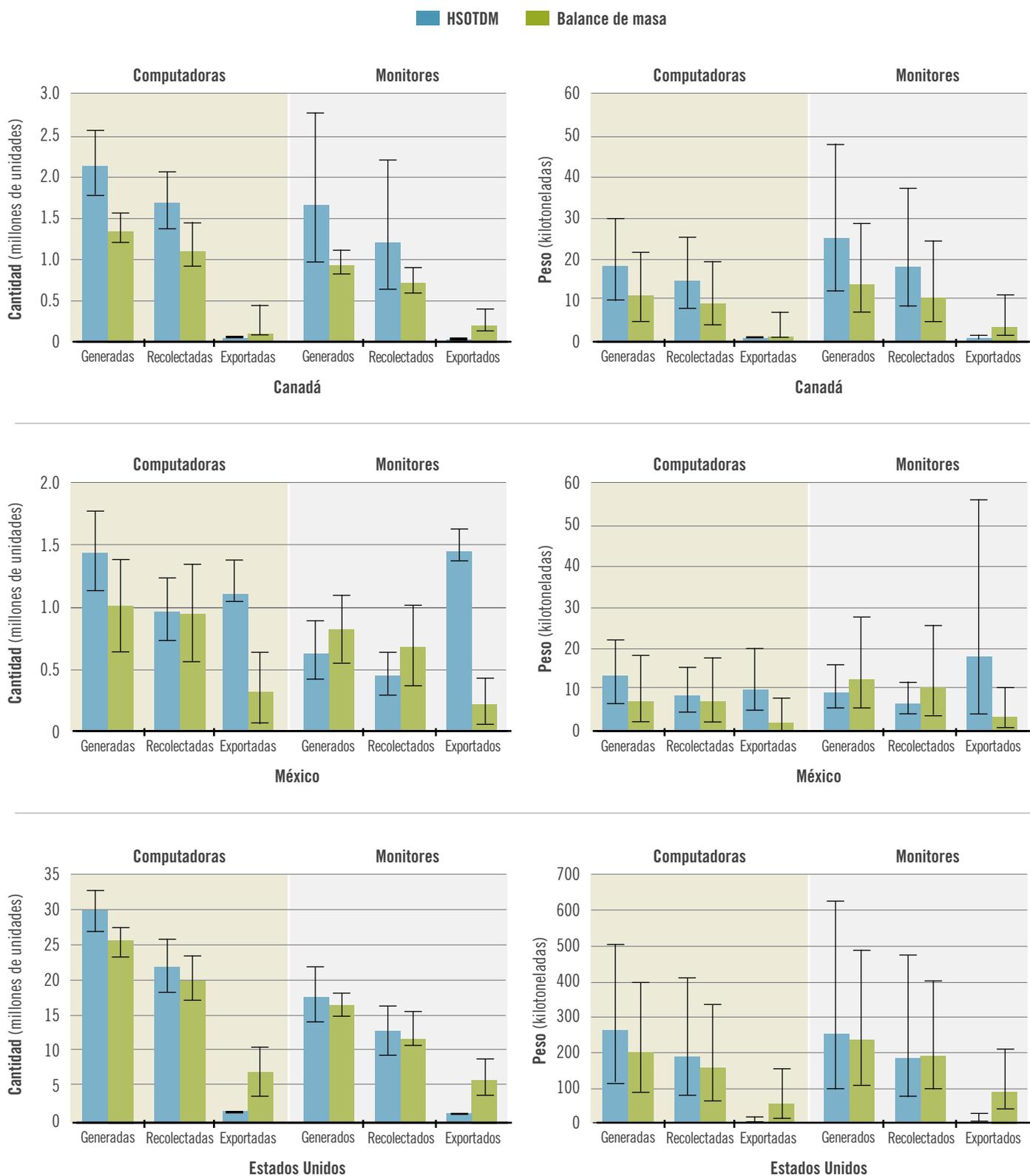
Cuadro RE-1: Fuentes de incertidumbre en las estimaciones

Fuente de incertidumbre	Generación	Recolección	Exportación
Precisión de los datos derivados de las encuestas y su extrapolación	HSOTDM y balance de masa	HSOTDM y balance de masa	Balance de masa
Hipótesis sobre escenarios de destino previsto al final de la vida útil del producto, menor reutilización y mayores exportaciones	Balance de masa	Balance de masa	Balance de masa
Estimación de los ciclos de vida útil de los productos a partir de respuestas a encuestas y material publicado	HSOTDM		
Estimación de los índices de recolección a partir de respuestas a encuestas y material publicado		HSOTDM	
Precisión de la información sobre ventas de productos nuevos	HSOTDM y balance de masa	HSOTDM y balance de masa	
Precisión de las estimaciones del peso de los productos	HSOTDM y balance de masa	HSOTDM y balance de masa	
Precisión de los datos de comercio, incluidas la elección del código de comercio por el exportador y las posibles divergencias entre destino final y destino registrado			HSOTDM

Resultados

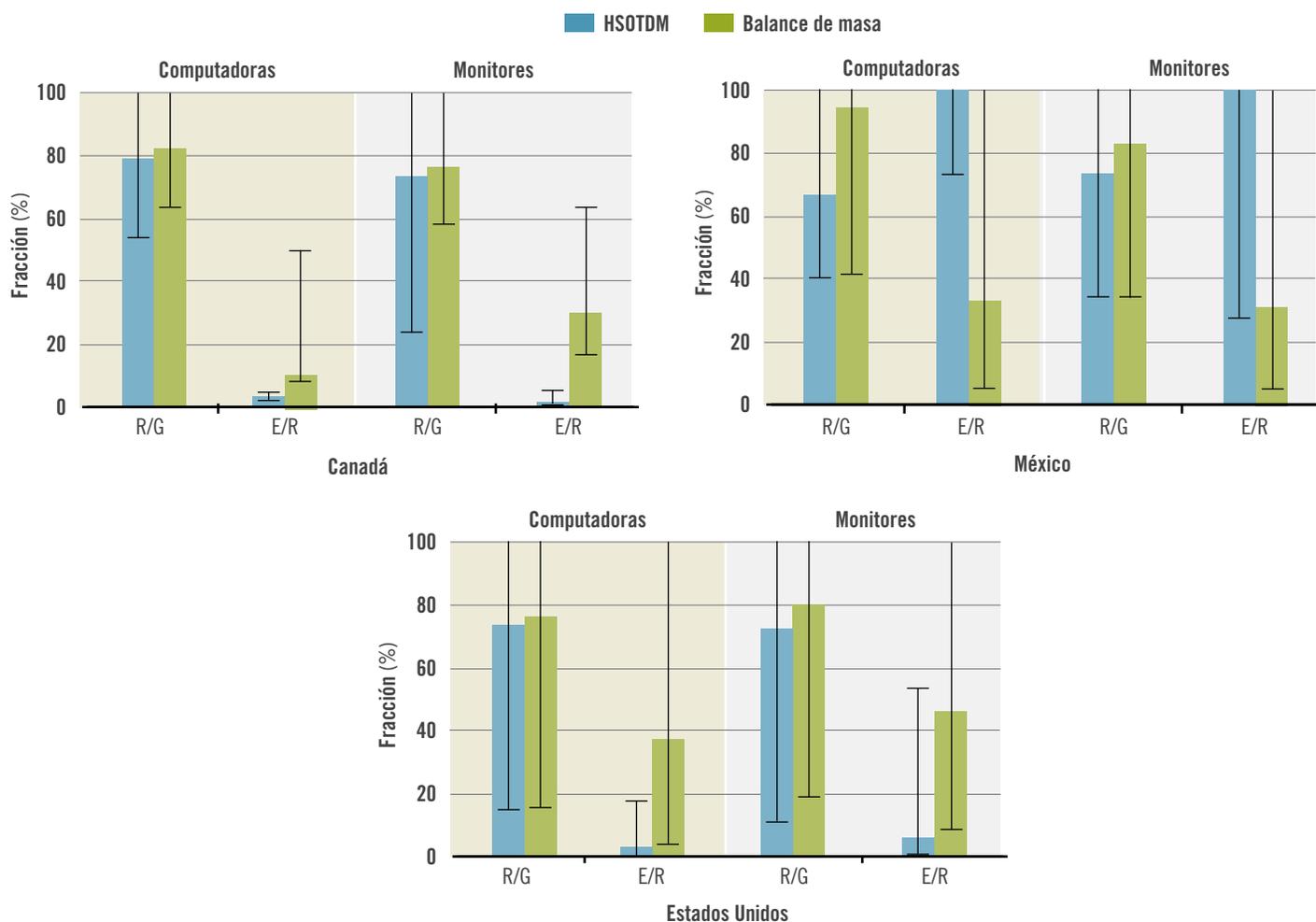
En la gráfica RE-2 se presentan los flujos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados, por cantidad y por peso, para cada país, estimados con los dos métodos empleados en el presente estudio (HSOTDM y balance de masa). En la gráfica RE-3 se muestran comparaciones entre las etapas inicial y ulterior en términos de las fracciones (porcentajes) recolección/generación y exportación/recolección por país, producto y método. Para fines del presente estudio, el peso se determinó multiplicando la cantidad por peso unitario, razón por la cual las fracciones tienen los mismos valores medios para las estimaciones de cantidad y peso. Sin embargo, las fracciones basadas en estimaciones de peso registran intervalos de confianza más amplios debido a la incertidumbre de los pesos unitarios.

Gráfica RE-2: Comparativa de cantidades (izquierda) y pesos (derecha) correspondientes a generación, recolección y exportación de computadoras y monitores usados en los tres países, por producto y método de estimación empleado



Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron mediante uno de los dos métodos descritos: el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method, NVEM*). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica RE-3: Comparativa de las fracciones recolección/generación (R/G) y exportación/recolección (E/R), por país, producto y método de estimación empleado



Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron mediante una combinación de los dos métodos descritos (NVEM y PUB). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento, con base en la cantidad. Aunque el peso tiene los mismos valores fraccionarios medios, los intervalos de confianza son mayores debido a la incertidumbre en los pesos unitarios.

En los cuadros RE-2 y RE-3 se muestran las exportaciones de computadoras y monitores usados por cantidad y por peso, respectivamente, para los cinco principales países de destino. Obsérvese que, como parte del enfoque HSOTDM y a fin de diferenciar entre las exportaciones de productos usados y las de nuevos, se emplean dos metodologías de estimación de exportaciones: el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM; exportaciones estimadas mediante el NVEM) y las referencias a publicaciones en la materia (exportaciones determinadas con base en material publicado [PUB]). Debido a limitaciones en los datos disponibles, las estimaciones de las exportaciones de Canadá a partir del método NVEM se basan, en parte, en información de comercio de Estados Unidos, por lo que no es posible estimar las exportaciones canadienses a Estados Unidos.

Conclusiones

Tanto el método HSOTDM como el de balance de masa pueden producir rangos de estimaciones razonables en torno a la generación y recolección de productos electrónicos usados, como se demuestra al comparar los resultados obtenidos con estimaciones generadas en otros estudios. Salvo contadas excepciones, los métodos aplicados en el presente

Cuadro RE-2: Cinco destinos principales de computadoras y monitores usados exportados en 2010, por cantidad (miles de unidades), usando los dos métodos del enfoque HSOTDM para estimar exportaciones: NVEM y Pub

País exportador	Núm.	País de destino	Método para estimar exportaciones: NVEM		Método para estimar exportaciones: Pub	
			Cantidad (miles de unidades) / Incertidumbre media		Cantidad (miles de unidades) / Incertidumbre media	
Canadá	1	Estados Unidos	No corresponde	No corresponde	25	± 5.2
	2	Francia	8	Insignificante	8	± 0.3
	3	Italia	8	Insignificante	4	± 3.9
	4	Emiratos Árabes Unidos	4	± 1.1	5	± 1.4
	5	Sri Lanka	4	Insignificante	4	Insignificante
México	1	Estados Unidos	2151	± 102.9	1210	± 436.4
	2	Países Bajos	161	Insignificante	161	Insignificante
	3	Colombia	29	Insignificante	65	± 49.7
	4	Canadá	40	± 0.1	11	± 11
	5	Venezuela	23	Insignificante	24	± 24.1
Estados Unidos	1	México	274	± 3.4	312	± 239.4
	2	Canadá	229	± 2.4	180	± 63.9
	3	Hong Kong	91	± 1	162	± 69.7
	4	Emiratos Árabes Unidos	80	± 3	119	± 13.3
	5	Líbano	114	Insignificante	83	± 23.4

Nota: Se sabe que varios países de destino comúnmente reexportan bienes en el ámbito regional. Entre estos países se cuentan Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos y Líbano, por lo que probablemente no sean destinos finales.

Cuadro RE-3: Cinco destinos principales de computadoras y monitores usados exportados en 2010, por peso (toneladas), usando los dos métodos del enfoque HSOTDM para estimar exportaciones: NVEM y Pub

País exportador	Núm.	País de destino	Método para estimar exportaciones: NVEM		Método para estimar exportaciones: Pub	
			Peso (ton) / Incertidumbre media		Peso (ton) / Incertidumbre media	
Canadá	1	Estados Unidos	No corresponde	No corresponde	156	+363/-115
	2	Italia	84	+102/-43	42	+100/-42
	3	Sri Lanka	59	+47/-21	59	+27/-21
	4	Emiratos Árabes Unidos	40	+138/-33	43	+113/-35
	5	Chile	41	+77/-25	30	+64/-18
México	1	Estados Unidos	23,555	+42,243/-16,917	12,390	+38,069/-9,299
	2	Países Bajos	1,707	+1,194/-883	1,707	+1,194/-883
	3	Colombia	270	+897/-208	710	+2,191/-645
	4	Canadá	496	+895/-393	137	+1,192/-136
	5	Venezuela	275	+495/-217	293	+1,226/-293
Estados Unidos	1	México	3,088	+7,042/-2,192	3,655	+13,454/-3,158
	2	Canadá	2,250	+2,743/-1,087	2,003	+2,377/-1,141
	3	Colombia	967	+1,936/-612	706	+1,641/-458
	4	Venezuela	940	+1,955/-623	622	+1,657/-436
	5	Italia	952	+1,154/-489	493	+1,130/-475

Nota: Se sabe que varios países de destino comúnmente reexportan bienes en el ámbito regional. Entre estos países se cuentan Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos y Líbano, por lo que probablemente no sean destinos finales.

estudio parecen ofrecer una representación razonable del rango probable de exportaciones de computadoras y monitores usados procedentes de Canadá, Estados Unidos y México. La yuxtaposición entre el método HSOTDM y el de balance de masa ha resultado de gran utilidad para estimar los límites superior e inferior del volumen de dichas exportaciones, y la comparación con estimaciones de recolección permite validar las cifras correspondientes a exportaciones. Por basarse en información sobre comercio, el método HSOTDM tiene la ventaja de ofrecer una perspectiva sobre los destinos de las exportaciones. Sin embargo, la caracterización de posibles embarques ilegales de estos materiales queda fuera del ámbito del presente trabajo.

Al comparar la generación y recolección de productos electrónicos usados en los tres países de América del Norte investigados, se observa una cantidad ligeramente mayor de computadoras generadas y recolectadas frente a la de monitores. El peso de monitores generados y recolectados, no obstante, fue mayor que el de las computadoras, debido a su mayor peso unitario. Al realizar una comparación entre países, los resultados indican que la generación y recolección de computadoras y monitores usados es aproximadamente proporcional a la población y al ingreso per cápita de cada país: Estados Unidos cuenta con la mayor población y, por mucho, con el más elevado volumen de generación y recolección estimado. Aunque la población de México es mayor que la canadiense, Canadá tiene un ingreso per cápita considerablemente más elevado y, por ende, un mayor poder adquisitivo, lo que probablemente explica el que se observen cantidades similares de equipo usado en ambos países.

Las cantidades y pesos de computadoras y monitores usados que se exportaron en 2010 desde Canadá, Estados Unidos y México se estimaron utilizando los dos métodos a los que se ha aludido: el método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (HSOTDM, por sus siglas en inglés) y el de balance de masa. Tomando en cuenta ambos métodos, se tiene que Canadá exportó, en promedio, entre 55,000 y 114,000 computadoras usadas y entre 22,000 y 218,000 monitores usados. Para México, considerando únicamente los resultados obtenidos mediante el balance de masa —por los resultados atípicos generados para este país con el método HSOTDM—, se obtiene una exportación de 315,000 computadoras usadas y 215,000 monitores usados. Por último, de acuerdo con los resultados de ambos métodos, Estados Unidos exportó, en promedio, entre 1,122,000 y 6,992,000 computadoras usadas y entre 779,000 y 5,669,000 monitores usados.

Con base también en estos dos métodos, se estima que la fracción correspondiente a la cantidad (o peso) de computadoras y monitores usados exportados, respecto de los recolectados, se ubica en promedio entre 1 y 30 por ciento para Canadá y entre 3 y 47 por ciento para Estados Unidos. En el caso de México, si se aplica el método HSOTDM, se obtiene un resultado por arriba de 100 por ciento, pero el método de balance de masa arroja una estimación de entre 31 y 33 por ciento. Ciertos problemas reconocidos de sobreestimación en los datos de comercio de México en todas las categorías comerciales [1], junto con la inclusión de mercancías de nueva fabricación y valor reducido, posiblemente den cuenta de la sobreestimación de la fracción exportación/recolección obtenida para este país a partir del método HSOTDM. Las demás estimaciones resultan razonables si se consideran otras opciones de procesamiento al interior del país para artículos electrónicos usados, como la reutilización y el reciclaje.

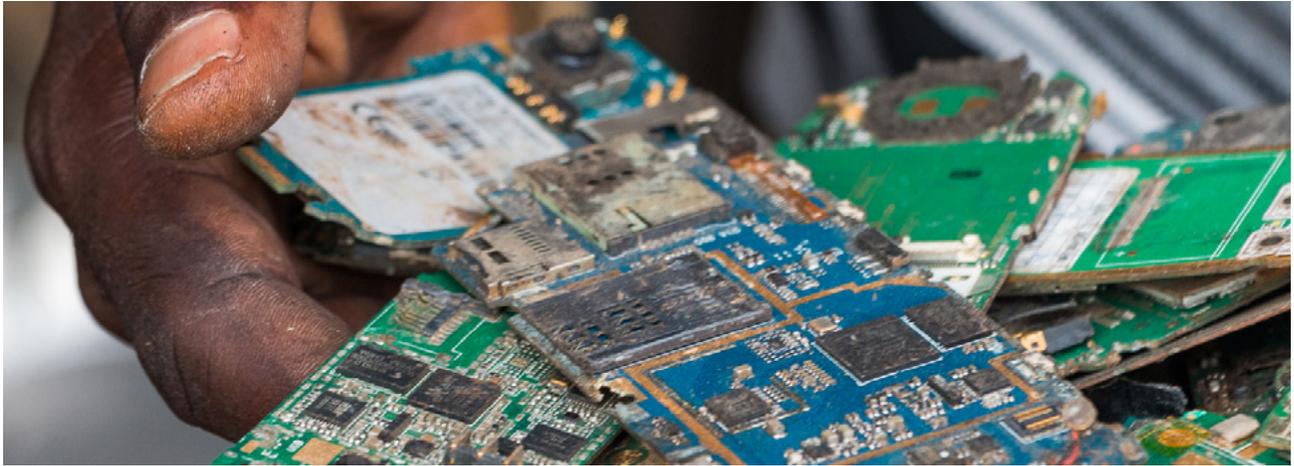
El principal destino de las computadoras y monitores usados procedentes de Canadá y México resultó ser Estados Unidos (con base en el modelo HSOTDM). Después de los países de ingreso elevado de América del Norte pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) —básicamente, Estados Unidos—, los países de ingreso medio alto y los europeos son los segundos grupos de destino más frecuentes tanto para Canadá como para México. Es importante resaltar que los países de Asia, Latinoamérica y África que comúnmente se señalan como destino de productos electrónicos usados no aparecen en las listas de los principales destinos. Sin embargo, es probable que algunos de los destinos que se enumeran en el presente estudio sean destinos provisionales desde donde los productos se reexportan a un país de destino final. Por ejemplo, varios de los cinco principales países de destino de exportaciones procedentes de Estados Unidos en términos de cantidad, se conocen todos como centros de comercio —Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos (EAU) y Líbano—, lo que sugiere que luego de que los productos llegan ahí tiene lugar la reexportación a otros destinos regionales. Los datos de que se dispone, sin embargo, no permiten determinar el grado en que ocurre la reexportación. Cabe señalar, por último, que los destinos mencionados no forman parte de la lista de los cinco destinos principales por peso puesto que los artículos que se exportan hacia estos países son de peso reducido.

Recomendaciones

- Con el objeto de alcanzar estimaciones más precisas relativas a generación, recolección y exportación, así como reducir la incertidumbre asociada, algunas recomendaciones se derivan del presente trabajo:
- Cabría la posibilidad de analizar los flujos correspondientes a varios años para discernir tendencias. Los métodos propuestos en este estudio podrían utilizarse para modelizar la generación, recolección y exportación a lo largo de múltiples años.
- Con información sobre ventas más precisa, sobre todo para México, sería factible obtener estimaciones más exactas sobre generación.
- El realizar encuestas detalladas adicionales, con una periodicidad anual, entre entidades de los sectores institucional y comercial contribuiría a una mayor precisión de las estimaciones sobre generación y recolección en estos sectores.
- La creación de códigos de comercio para productos usados permitiría el rastreo explícito de estos productos (en la medida en que estos códigos se apliquen de manera adecuada).
- Un mayor acceso libre a datos de comercio a escala de embarques de Canadá y Estados Unidos permitiría efectuar análisis más precisos de los flujos de exportación.
- La Agencia de Servicios Fronterizos de Canadá (*Canada Border Services Agency*) podría registrar la cantidad total de productos electrónicos exportados a fin de alcanzar una mayor precisión en los análisis de los flujos de exportación.
- Podrían aplicarse otros métodos para estimar los flujos de exportación de productos electrónicos usados, con miras a entender el impacto en las estimaciones cuantitativas derivado de las limitaciones de todos los métodos.
- A pesar de las dificultades que entraña el registro, una más exhaustiva integración de informes sobre los destinos de reexportación contribuiría enormemente a precisar los destinos finales de los flujos comerciales, con lo que se lograría un panorama más realista de las operaciones realizadas. El sistema de códigos de comercio en vigor permite indicar únicamente dos socios comerciales.

Agradecimientos

El presente trabajo se realizó con el respaldo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Los autores principales extienden su agradecimiento a los autores secundarios: Jason Linnell, Ramzy Kahhat y Eric Williams, por sus valiosas aportaciones a este estudio. Asimismo, agradecen la ayuda, apoyo y valiosos comentarios recibidos, en las fases I, II y III del proyecto, de las siguientes personas: Rick Picardi y Margaret Gérardin, de la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) de Estados Unidos; Frineé Kathia Cano Robles, Arturo Gavilán García y Víctor Alcántara Concepción, del Instituto Nacional de Ecología, de México; Michael Vanderpol, del ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (*Environment and Climate Change Canada*); Nathalie Daoust, Simonetta Ferrante y Geneviève Cournoyer-Proulx, de la Comisión para la Cooperación Ambiental; Sofía Chávez, del Proyecto Ecovía-Vías Verdes A.C.; Joshua Wolfe y Panate Manomaivibool, de la Universidad de Lund, y John Bizimana y Chris Capablanca, de Opinionology. Vaya también un reconocimiento a Ben Alley y Erik Jan Nekeman, de Research Now, por la asesoría y ayuda que prestaron durante la programación y trabajo de campo de la fase II de este estudio, así como a Israel Rodríguez Casio y Jorge Franco, de Grupo IDM, por coordinar las encuestas telefónicas realizadas en México, y a los participantes en las encuestas por el valioso tiempo que dedicaron a las entrevistas. Nuestro agradecimiento, asimismo, a Miguel Ángel Gómez Cabrera y a las entidades de México e India participantes (operaciones de desmantelamiento, recolección y reciclaje de productos electrónicos, empresas dedicadas a la fundición y exportación, personas que realizan la separación de material reciclable en los tiraderos, expertos en rellenos sanitarios y fabricantes de productos electrónicos, entre otros), por su invaluable contribución y generosidad por cuanto al tiempo destinado a contestar las encuestas de la fase II de este trabajo.



1. Introducción

El presente estudio tiene por objeto presentar una caracterización cuantitativa de los flujos transfronterizos (exportaciones a otras regiones y países) y flujos internos (a escala nacional) relacionados de productos electrónicos usados en América del Norte. Para ello, se han concebido métodos sólidos que permiten cuantificar y capturar la incertidumbre asociada con los flujos transfronterizos de productos electrónicos usados procedentes de los tres países de América del Norte —Canadá, Estados Unidos y México—, y se presentan los resultados para 2010. Asimismo, se realizan ejercicios comparativos de las cantidades estimadas para las exportaciones con las estimaciones correspondientes a la generación y recolección de los mismos productos.

Existe un profundo interés por parte de una diversidad de actores acerca del volumen de productos electrónicos usados que se generan, recolectan y exportan. Sin embargo, hay aún una gran escasez de información, principalmente la relativa a flujos de exportación transfronterizos. Por ejemplo, el Equipo de Tarea Interinstitucional para la Gestión de Productos Electrónicos (*Interagency Task Force on Electronics Stewardship*) del gobierno de Estados Unidos [2] ha señalado lo siguiente:

Es muy limitada la información verificable existente en torno a flujos comerciales de productos electrónicos usados, lo mismo sobre cantidades exportadas que importadas. Es preciso disponer de información de mejor calidad que permita presentar un panorama más amplio sobre los flujos de comercio globales, lo cual sería de utilidad a los países en el manejo de sus productos electrónicos usados con

apego a políticas internas pertinentes. Al contar con datos precisos sobre la cantidad, tipos de material y destino de los productos electrónicos usados exportados se podría generar información de gran valor para el gobierno federal, la industria privada y otros grupos interesados [2].

Si bien el término “productos electrónicos usados” se refiere en forma amplia a aquellos dispositivos electrónicos que han llegado al final de su vida útil con su propietario original, el término de uso corriente que hace referencia, en general, a un subconjunto de productos electrónicos usados que no pueden reutilizarse, repararse ni reacondicionarse con el propósito de prolongar su vida útil con un nuevo propietario es *desecho electrónico* (o incluso “e-basura”). Los desechos electrónicos, por lo tanto, se destinan a eliminación o recuperación de partes y materiales mediante desensamblaje y reciclaje. En todo el mundo se adquieren cada año millones de dispositivos electrónicos, al tiempo que otros tantos alcanzan el final de su vida útil. Aunque desde un inicio, y gracias a programas de recolección, se logre separar de la basura una fracción de los dispositivos electrónicos usados procedentes de hogares, empresas e instituciones, el creciente consumo de productos electrónicos nuevos a escala mundial da lugar a que la cantidad de artefactos electrónicos usados que se recolectan, junto con el correspondiente subconjunto de desechos electrónicos, continúe también en ascenso.

Para fines del presente estudio, la terminología que se aplica es la establecida por el mencionado Equipo de Tarea Interinstitucional para la Gestión de Productos Electrónicos:

El uso del término “desechos electrónicos” (o “e-basura”) se minimiza de manera intencional en el presente documento simplemente para subrayar la importancia de una reutilización y reciclaje responsables. La reutilización de productos electrónicos usados redundará en una menor cantidad de desechos generados, y mediante el reciclaje adecuado de productos electrónicos usados pueden obtenerse materias primas (por ejemplo, oro, cobre, vidrio o aluminio). Esta dinámica genera un beneficio económico y permite reintegrar materiales a la cadena de abasto y reducir así la generación total de desechos. Cabe destacar que numerosos países tienen sus propias definiciones, políticas y leyes sobre manejo de productos electrónicos usados y desechos electrónicos, que comprenden restricciones en términos de importaciones y exportaciones [2].

Según el Grupo de Trabajo de la Asociación para la Acción en Materia de Equipos de Computadora (PACE, por sus siglas en inglés) del Convenio de Basilea de las Naciones Unidas, “el equipo de cómputo contiene diferentes tipos de metales, plásticos y otras sustancias, algunas de las cuales son peligrosas, otras constituyen recursos valiosos y otras más corresponden a ambas categorías. A fin de evitar la exposición de ciudadanos y comunidades a estas sustancias peligrosas, al igual que reducir el uso de recursos, el equipo de cómputo debe reutilizarse todo lo posible al final de su vida útil. De no ser así, éste deberá enviarse a recuperación de materiales y reciclaje en establecimientos que hacen lo propio con productos electrónicos y adoptan un manejo ambientalmente adecuado (MAA) en sus operaciones, y únicamente como último recurso destinarse a su disposición final” [3].

1.1 Trabajos previos

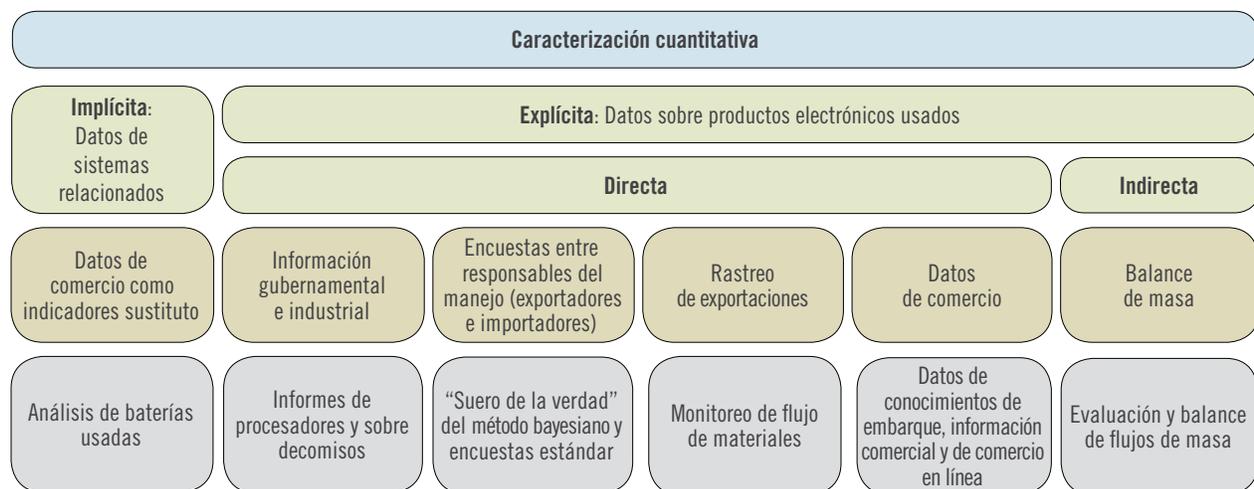
1.1.1 Trabajos en fase I, II y III realizados en el marco de la CCA

Preparado para la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), con el respaldo financiero de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México, el presente informe forma parte de una iniciativa ejecutada en varias fases cuyo objetivo es comprender el flujo de computadoras y monitores usados que se exportan de América del Norte a otras regiones del mundo. La fase I, correspondiente al estudio de viabilidad, concluyó que sería posible caracterizar y cuantificar estos flujos. En la fase II, que se llevó a cabo a lo largo de nueve meses, se concibió y validó el método de balance de masa empleado en el presente trabajo. La fase final (fase III) corresponde al trabajo en curso y comprende la adopción de los métodos creados.

1.1.2 Resumen de los métodos de caracterización

Los métodos pertinentes para efectuar la caracterización cuantitativa y cualitativa se describen a profundidad en el trabajo “Characterizing Transboundary Flows of Used Electronics: Summary Report” [Informe resumido sobre la caracterización de flujos transfronterizos de productos electrónicos usados] que los autores del presente estudio realizaron recientemente para la Iniciativa para Resolver el Problema de los Desechos Electrónicos (StEP, por sus siglas en inglés) [4]. Estos métodos se recopilaron luego de efectuar una revisión de las publicaciones pertinentes en la materia, tras el intercambio con grupos de interés en el marco de un taller celebrado en junio de 2011, y como resultado del análisis posterior que sostuvieron los autores del informe. La gráfica 1 presenta un panorama general de la jerarquía de los métodos que pueden contribuir a la

Gráfica 1: Jerarquía de métodos para la caracterización cuantitativa



caracterización cuantitativa, mismos que a continuación se describen.

- **Métodos implícitos:** Se derivan inferencias a partir de información disponible de sistemas relacionados que contienen elementos similares en alcance a productos electrónicos usados.
- **Datos de comercio como indicadores sustituto.** Se emplean para inferir los flujos desconocidos de elementos electrónicos usados seleccionados a partir de un análisis de información comercial disponible correspondiente a componentes relacionados. Los flujos de computadoras portátiles, por ejemplo, pueden inferirse a partir de información sobre tarjetas de circuitos, discos duros y pantallas de cristal líquido. Lepawsky y McNabb [5] se dieron a la tarea de examinar información sobre baterías gastadas.
- **Métodos explícitos:** Permiten generar estimaciones a partir de datos sobre productos electrónicos usados específicos.
- **Métodos directos:** Aplican información sobre los productos electrónicos usados exportados objeto de consideración.
 - **Información gubernamental e industrial.** Comprende análisis de informes, obligatorios o voluntarios, de exportadores, así como extrapolaciones de informes sobre decomisos a mano de las entidades gubernamentales correspondientes, y monitoreo portuario en países importadores, aunados al intercambio de información, de carácter voluntario, procedente de fabricantes de equipo original y organizaciones de normalización industrial voluntaria para exportaciones (entre las que se incluyen entidades certificadoras como el Programa e-Stewards [certificación de responsables del manejo de desechos electrónicos] y Reciclaje Responsable [*Responsible Recycling, R2*]).
 - **Encuestas entre procesadores.** Consisten en cuestionarios aplicados a recicladores y recolectores lo mismo en países exportadores que importadores. Entre las opciones se incluyen las encuestas estándar y aquellas del “suero de la verdad” a partir del método bayesiano. El término “procesadores” se refiere tanto a recolectores como a procesadores de productos electrónicos usados.
 - **Datos de comercio.** Incluyen datos sobre flujos de exportación o importación de materiales o productos. La información contenida en los conocimientos de embarque (*bill of lading, BOL*) aporta detalles sobre cada embarque, en tanto

que otras modalidades de información comercial conllevan cierto grado de agregación. Algunas plataformas comerciales en línea permiten, además, tener conocimiento de la cantidad y los precios de productos electrónicos usados disponibles y objeto de demanda en el mercado mundial.

- **Métodos indirectos:** Generan información sobre flujos relacionados con productos electrónicos usados exportados, a partir de los cuales se infieren otros flujos.
 - **Métodos de balance de masa.** Parten de la premisa de que las exportaciones son la parte no explicada de los flujos. Para documentar estos flujos pueden utilizarse **datos de comercio**.

Un método ideal requeriría poco esfuerzo pero generaría información de gran calidad —como lo ilustra la matriz del cuadro 1—; además, aportaría información para realizar caracterizaciones cualitativas. Con el propósito de calcular el nivel de esfuerzo (de bajo a considerable) que se requiere por parte de los investigadores para ejecutar un método y la calidad (de baja a alta) de la información obtenida a partir de los resultados, se evaluaron someramente cuatro criterios: *incertidumbre*, *representatividad*, *disponibilidad* y *costo*. La *incertidumbre* se refiere a la confiabilidad de los datos recogidos y toma en cuenta las fuentes de error en la estimación. La *representatividad* es indicativa de la capacidad de la información de muestra recogida para representar el rango de las exportaciones de productos electrónicos usados. La *disponibilidad* alude a la existencia y accesibilidad de la información; y el *costo*, a los recursos financieros necesarios para cubrir los gastos de investigación y políticos que implica la colaboración diplomática.

Otra dimensión (no incluida en el cuadro 1) es la *exhaustividad*, en términos tanto de cuantificar valores correspondientes a la generación, recolección y exportación como de lograr que la información sea escalable a todo un país. Para fines del presente estudio, se utilizaron datos de comercio a los cuales se aplicaron el método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (*Hybrid Sales Obsolescence-Trade Data Method, HSOTDM*) y el método de balance de masa. Si bien era previsible que estos métodos generarían información de calidad moderada, lo cierto es que ambos comportan la ventaja de la exhaustividad, en comparación con otros métodos en la categoría de los que generan información de calidad intermedia a alta.

La metodología HSOTDM empleada y los resultados correspondientes a Estados Unidos se describen también en el informe de la iniciativa StEP (2013) sobre caracterización cuantitativa de los flujos transfronterizos de productos electrónicos usados: metodología y análisis de la

Cuadro 1: Matriz de métodos cuantitativos en función del esfuerzo requerido y la calidad de la información generada

	Poco esfuerzo	Esfuerzo moderado	Esfuerzo considerable
Información de baja calidad	<ul style="list-style-type: none"> Datos de comercio utilizados como indicadores sustitutos 		
Información de calidad media	<ul style="list-style-type: none"> Datos sobre comercio en línea de monitores Datos de alcance estatal Datos de entidades responsables de la aplicación: presentación de informes obligatorios 	<ul style="list-style-type: none"> Datos de comercio Balance de masa Encuestas estándar aplicadas a procesadores Datos derivados de conocimientos de embarque Datos de entidades responsables de la aplicación: decomisos 	
Información de calidad media a alta		<ul style="list-style-type: none"> Encuesta a procesadores con base en el “suero de la verdad” del método bayesiano Datos sobre estándares de exportación voluntarios Colaboración con fabricantes de equipo original 	
Información de alta calidad			<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo de flujos de materiales

generación, recolección y exportación en Estados Unidos. Además, en una tesis de maestría preparada recientemente se formuló la metodología a partir de datos de comercio y se aplicó a computadoras portátiles [6].¹

1.2 Alcance del estudio

1.2.1 Productos objeto de estudio

El presente informe cubre computadoras y monitores para computadora usados pero intactos, aunque no abarca sub-productos. Si bien se estudiaron computadoras de escritorio y portátiles, se excluyeron tecnologías tipo tableta más recientes, como el iPad. Los monitores para computadora se clasificaron como de tubos de rayos catódicos (TRC) o de pantalla plana. Los datos de comercio utilizados corresponden a una categoría que comprende monitores de video, que son monitores especiales para computadora que se interconectan con cámaras de seguridad por medio de un dispositivo de cómputo, razón por la cual se incluyen en este estudio. Debido a limitaciones de recursos, el presente estudio no cubre numerosos productos electrónicos usados ni exportaciones de desechos electrónicos, entre los que se incluyen tarjetas de circuitos completas y trituradas, impresoras, vidrio de TRC procesado, servidores, dispositivos de juego, cables, dispositivos de imagen digital y equipo audiovisual.

1.2.2 Marco temporal

El año 2010 se eligió como marco temporal para la elaboración del presente estudio por numerosas razones. Aunque los datos de comercio y de ventas se generan en poco tiempo, hay otro tipo de información referente a los flujos de productos electrónicos que, por lo general, está rezagada por varios meses o años. Numerosos informes de reciente factura se han centrado en 2010, lo que permite que, habiéndolo elegido como el año objeto de análisis, los resultados puedan compararse con otras estimaciones. Además, los dos métodos empleados en el presente informe basan parte de sus análisis en un conjunto de encuestas orientadas a conocer cuál fue la conducta del usuario de equipo de cómputo en 2010 y, por ello, lo más lógico es aplicar los resultados al año previsto.

1.2.3 Región geográfica

El interés de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) estriba concretamente en estudiar los flujos de exportación de productos electrónicos usados al interior de América del Norte —entre Canadá, Estados Unidos y México—, y los que parten de esta región a otros países alrededor del mundo. Las reexportaciones, un subconjunto de las exportaciones que no se originan en el país exportador [7], no se tienen como representativas de flujos de productos usados del país exportador y, por ello, quedan en lo posible excluidas.²

- Obsérvese que en el informe previo (iniciativa StEP, 2013) se señaló que los datos de comercio eran “de calidad deficiente”; en el presente informe, en cambio, se les califica como “de calidad media”. Esta modificación en cuanto a su evaluación obedece a dos avances imprevistos: 1) el acceso de los investigadores a datos de comercio más detallados, y 2) la formulación del método de exportación descrito en el presente informe, lo que facilita estimar la diferencia entre productos usados y nuevos a partir de datos de comercio detallados.
- Las exportaciones generales son la suma de las exportaciones nacionales y las reexportaciones. La División de Estadística de las Naciones Unidas (2010) establece que “los bienes que no se encuentran ‘en tránsito’ o ‘en transbordo’ y que cambian de propietario después de entrar en el territorio económico

1.2.4 Flujos de productos electrónicos usados estimados para este estudio

En el presente estudio se hace un estimado de la generación, recolección y exportación de productos electrónicos usados. El término “generación” se refiere a productos electrónicos usados que —directamente tras quedar fuera de uso, o bien luego de haber sido almacenados después de su uso o reutilizados informalmente— se recolectan para reciclaje y reutilización formal, por un lado, o se someten a disposición (eliminación) final, por el otro. La “reutilización informal” se refiere a intercambios a pequeña escala de productos electrónicos entre particulares sin interactuar con ninguna empresa dedicada a recolectar y acumular productos electrónicos usados para reciclaje o reutilización formal. La generación, por consiguiente, concuerda con el término “listo para manejo al final de su vida útil” [8,9]. Una vez recolectados los dispositivos electrónicos usados (unidades enteras), la entidad encargada de su procesamiento opta ya sea por prepararlos para su reutilización a manos de un usuario nuevo; por recuperar partes y materiales de cada producto para transferirlos a distribuidores en fases ulteriores del proceso (algunos de los cuales podrían encontrarse en otros países), o bien por exportar el producto electrónico usado como una sola unidad.

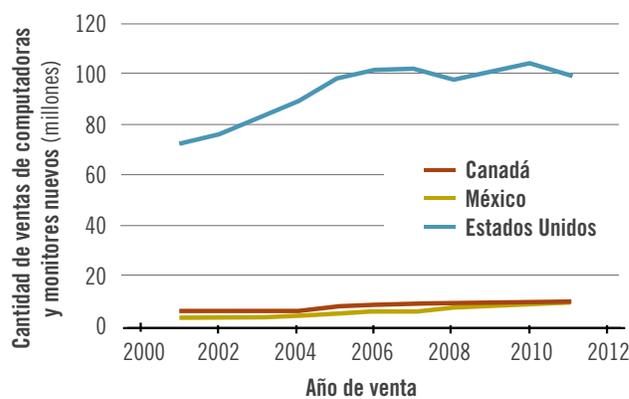
1.3 Resumen comparativo por país

Para fines de comercio, los productos electrónicos usados y los desechos electrónicos pueden estar sujetos a controles como “desechos peligrosos” u “otros desechos” en términos del Convenio de Basilea sobre el Control del Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación (Convenio de Basilea). A la fecha, 183 países —incluidos Canadá y México— han ratificado el convenio. Un país miembro no puede exportar ni importar desechos considerados peligrosos hacia o desde un país no miembro, a menos que haya suscrito un acuerdo bilateral por separado que rija ese tipo de movimientos. Ése es el caso de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y de otro tipo entre países miembros y Estados Unidos que, aunque signatario del Convenio, no lo ha ratificado en el marco de su legislación interna. Véase el apéndice 1 para obtener información detallada al respecto. Aunque como resultado

de este estudio se estiman flujos de exportación de computadoras y monitores usados procedentes de América del Norte, caracterizar los posibles embarques ilegales de estos materiales queda fuera del alcance del presente trabajo.

A fin de tener una idea de cómo, por lo demás, se comparan los tres países objeto de estudio, las gráficas 2 a 5 presentan diferentes parámetros aplicables al consumo y comercio de computadoras y monitores nuevos y usados. En la gráfica 2 pueden observarse las ventas de computadoras y monitores nuevos con el paso del tiempo, según cálculos realizados para fines del presente estudio. En el apéndice 1 puede consultarse una gráfica de ventas más detallada. La gráfica 3 muestra tendencias en términos de población [10]; la gráfica 4, el ingreso nacional bruto (INB),³ y la gráfica 5, el INB per cápita. Como era de esperarse, la población, el INB y el INB per cápita guardan una correlación positiva con las ventas de computadoras y monitores nuevos [11]. Aunque Estados Unidos (EU) encabeza todas las categorías, y México y Canadá registran INB totales similares, el INB per cápita de Canadá se asemeja más al de Estados Unidos porque la población canadiense es menor que la de México.

Gráfica 2: Comparativa de ventas totales de computadoras y monitores nuevos



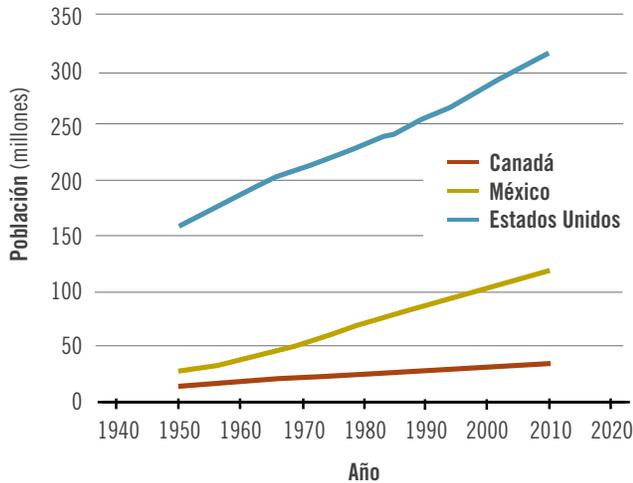
Fuente: International Data Corporation (IDC). Véase el cuadro 4, *infra*.

Nota: La cantidad de ventas correspondiente a Estados Unidos es considerablemente mayor que la de Canadá y México, para los que se estiman cantidades de ventas similares.

de un país deben registrarse como importaciones, en tanto que se considerarán reexportaciones los bienes que salen del país en el mismo estado en que se importaron” [7]. A fin de identificar las exportaciones de productos electrónicos usados de Estados Unidos, se optó por excluir todas las fracciones que se reexportan en las mismas condiciones en que se importaron. Los datos de comercio de México no distinguen las reexportaciones.

3. “El INB (anteriormente, PNB) es la suma del valor agregado por todos los productores residentes más todos los impuestos a los productos (menos los subsidios) no incluidos en la valuación del producto más las entradas netas de ingreso primario (remuneración de empleados e ingreso por propiedad) del exterior. Datos en dólares estadounidenses (\$EU) a precios actuales.” Véase [11]: Banco Mundial (2013), *World Development Indicators, 2013* [“Indicadores del desarrollo mundial”], p. 25.

Gráfica 3: Comparativa de población con el paso del tiempo

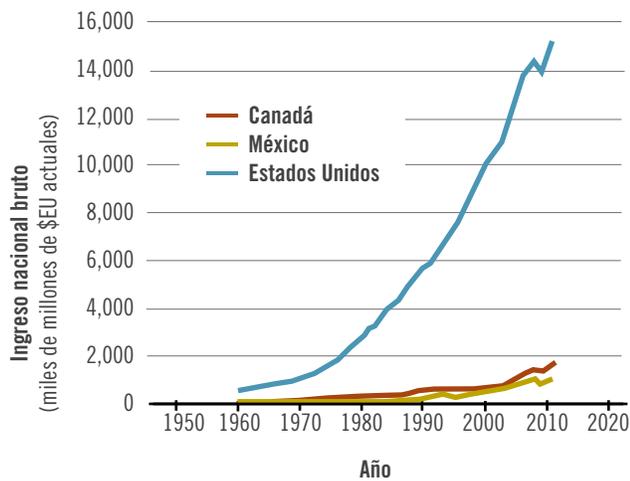


Fuente: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (2012) [10].

Nota: La población estadounidense es considerablemente mayor que la de México, a su vez mayor que la de Canadá.

Los datos de comercio agregados permiten un conocimiento más profundo del consumo y los flujos de productos electrónicos. En la gráfica 6 puede apreciarse la balanza comercial de estos productos en el periodo comprendido entre 2008 y 2012, para los tres países de América del Norte. Las exportaciones totales o generales equivalen a la suma de las exportaciones nacionales (bienes que se originan en el propio país exportador) y las reexportaciones (que se originan en un país socio y pasan por el país exportador sin haberse utilizado ni sufrido cambios en su condición). Se observa que Estados Unidos importa la mayor cantidad de computadoras y monitores, aunque también registra volúmenes de reexportación importantes. Estas reexportaciones se incluyen en los datos de importación, de donde se infiere que las importaciones destinadas a consumo son menores que las importaciones totales. Esto concuerda con la observación de que Estados Unidos registra el mayor volumen de ventas de computadoras y monitores porque importa la mayor parte de las computadoras y monitores nuevos que se venden. Como se muestra en una gráfica más detallada en el apéndice 1, las exportaciones nacionales de México son, en gran parte, a Estados Unidos.

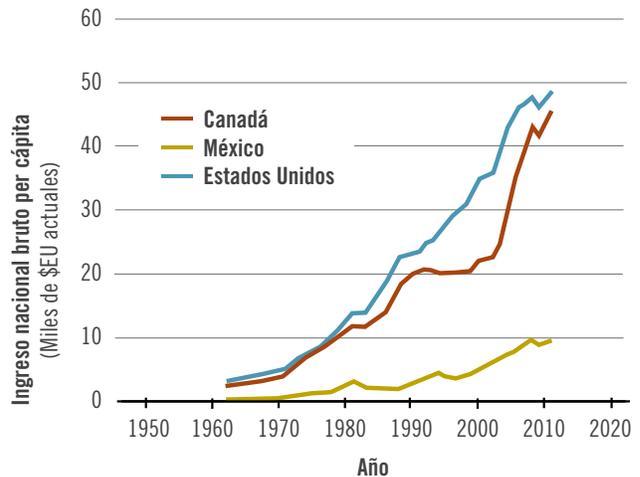
Gráfica 4: Comparativa en términos de ingreso nacional bruto (dólares estadounidenses actuales)



Fuente: Banco Mundial (2013) [11].

Nota: El ingreso nacional bruto de Estados Unidos es considerablemente más alto que los correspondientes a Canadá y México, que guardan similitud.

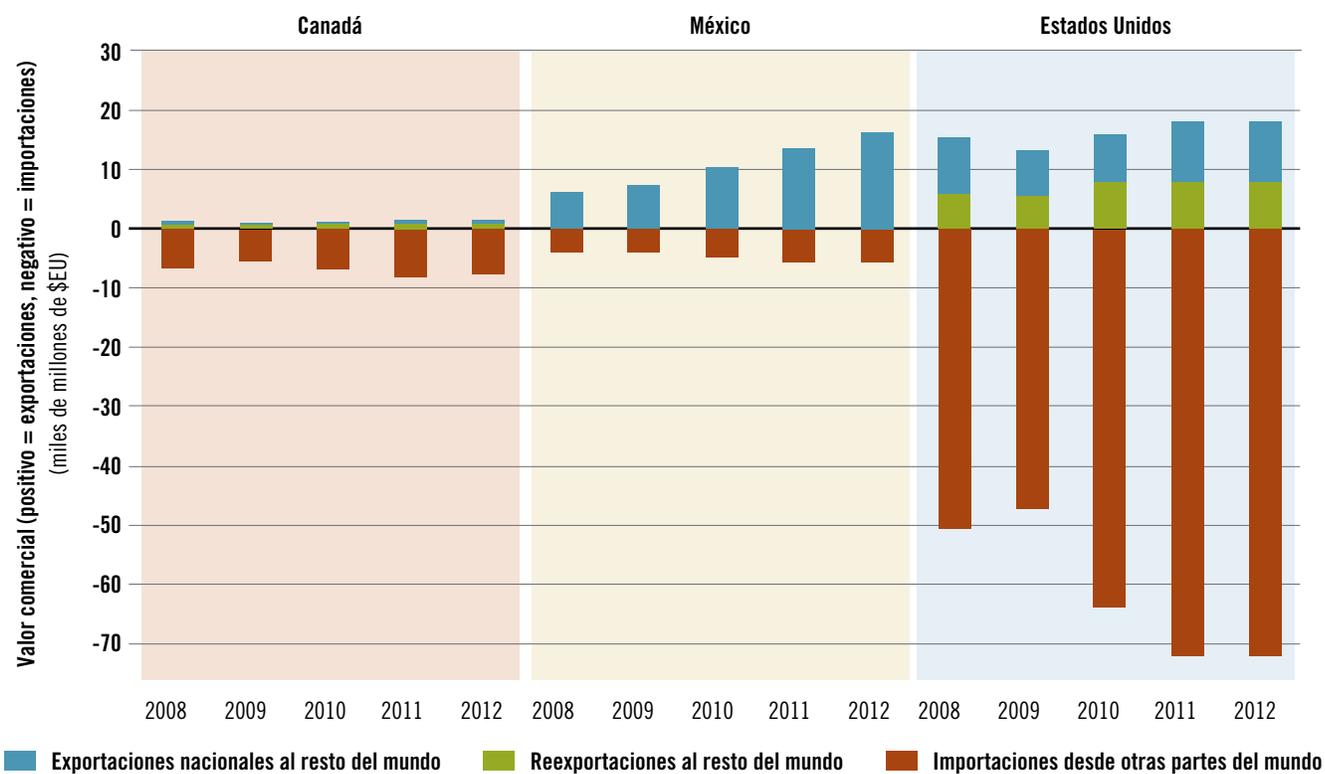
Gráfica 5: Comparativa del ingreso nacional bruto per cápita (dólares estadounidenses actuales)



Fuente: Banco Mundial (2013) [11].

Nota: El ingreso nacional bruto per cápita de Estados Unidos es ligeramente más alto que el de Canadá; éste, a su vez, ha registrado un crecimiento considerablemente mayor que el de México.

Gráfica 6: Balanza comercial de computadoras y monitores nuevos y usados



Fuente: División de Estadística de las Naciones Unidas (2012) [12].

Nota: Valor comercial calculado a partir de la base de datos Comtrade de las Naciones Unidas. Los valores positivos corresponden a exportaciones; los negativos, a importaciones.

2. Metodología





2.1 Comparativa de los métodos empleados

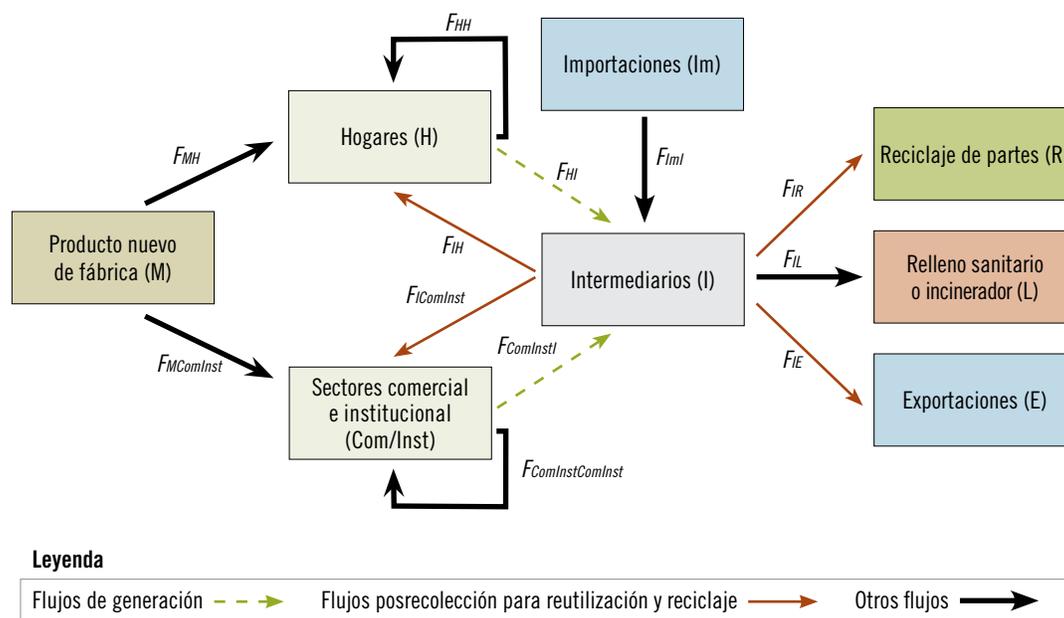
Ante la falta de conjuntos de datos ideales que permitan cuantificar los flujos de productos electrónicos usados, se adoptaron dos métodos independientes con la finalidad de comparar los resultados obtenidos y ofrecer un rango para generar las estimaciones. En el cuadro 2 se muestra una comparativa resumida de los dos métodos empleados en el presente estudio. El método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (*Hybrid Sales Obsolescence-Trade Data Method*, HSOTDM) cuantifica la generación, utilizando un

modelo modificado de obsolescencia de productos vendidos —a partir de datos de encuestas y ventas—; la recolección, a partir de tendencias en las tasas de recolección con base en datos emanados de encuestas, y, por último, las exportaciones, mediante datos de comercio detallados. El método de balance de masa, en cambio, recurre a datos extrapolados de encuestas para cuantificar los flujos de productos electrónicos generados y recolectados, y luego balancear dichos flujos a fin de estimar —para tres escenarios— las fracciones (porcentajes) de los productos electrónicos recolectados que posteriormente se exportan.

Cuadro 2: Comparativa resumida de los métodos empleados

Flujo	HSOTDM	Balance de masa
Generación	<i>Sector residencial:</i> Combina información de ventas de productos con modelos del ciclo de vida útil, con base en datos emanados de encuestas. <i>Sectores comercial e institucional:</i> Guarda similitud con el balance de masa.	<i>Sectores residencial, y comercial e institucional:</i> Se amplifican los hábitos de generación de participantes en una encuesta realizada en 2010, con base en datos de ventas y hábitos de compra.
Recolección	<i>Sector residencial:</i> Combina resultados sobre generación con modelos de tasas de recolección a partir de datos emanados de encuestas. <i>Sectores comercial e institucional:</i> Guarda similitud con el balance de masa	<i>Sectores residencial, y comercial e institucional:</i> Se amplifican los hábitos de recolección de participantes en una encuesta realizada en 2010, con base en datos de ventas y hábitos de compra.
Exportación	Se aplican datos de comercio detallados sobre exportaciones, lo que permite establecer diferencias entre las exportaciones de productos usados y las de productos nuevos, con base en el valor unitario. Se generan estimaciones en el límite inferior.	Se combina el balance de masa de los flujos de exportación con estimaciones de destinos posteriores a la recolección, en función del tipo de hábito de recolección.
Limitaciones	Se observan errores inherentes en la información de ventas y de encuestas; los ciclos de vida útil son aproximaciones, y los productos electrónicos usados se clasifican a menudo de diferentes formas cuando se exportan.	Se observan errores inherentes en la información de encuestas y los factores de extrapolación, y las estimaciones de fracciones de productos electrónicos recolectados que se exportan son altamente inciertas.

Gráfica 7: Análisis de flujos de materiales exportados



Fuente: Adaptada y modificada a partir de Kahhat R. y E. Williams (2012) [13].

Nota: El ordenamiento de los indicadores es desde-hacia; es decir, F_{HH} hace referencia a los flujos procedentes de hogares (H) dirigidos a intermediarios (I), y F_{IH} indica los flujos provenientes de intermediarios (I) con destino a hogares (H).

La gráfica 7 muestra los flujos de productos electrónicos que salen del fabricante (M) y pasan por usuarios en los ámbitos residencial (H) y comercial e institucional (Com/Inst), hasta llegar a intermediarios (I). Se presuponen diferencias en los hábitos de compra, uso y eliminación entre estos tres tipos de usuario, de ahí que la generación y recolección se modelizaran por separado. Los intermediarios también reciben importaciones de productos usados (Im) y luego los vuelven a distribuir para su reutilización en los hogares (H) y los sectores comercial e institucional (Com/Inst), o bien los envían a rellenos sanitarios u operaciones de incineración (L), los venden en el mismo país con fines de reciclaje de partes y materiales (R), o los exportan a otro país (E). En el caso del modelo HSOTDM, se estiman los flujos de generación, junto con la cantidad recolectada (suma agregada de los flujos posrecolección destinados a reutilización y reciclaje). En el método de balance de masa se estima cada uno de los flujos.

2.1.1 Nociones generales del método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia

El método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (HSOTDM) se describe en el informe *Quantitative Characterization of Transboundary Flows of Used Electronics: Methodology and Analysis of Generation, Collection, and Export in the United States* [Caracterización cuantitativa de los flujos transfronterizos de productos electrónicos usados: metodología y análisis de la generación, recolección

y exportación en Estados Unidos] de la Iniciativa para Resolver el Problema de los Desechos Electrónicos (StEP, por sus siglas en inglés). El método HSOTDM, aplicado para estimar los flujos de generación y recolección del sector residencial, sigue una serie de pasos (enumerados a continuación) similares a los que siguen numerosos estudios:

1. Determinar las ventas a usuarios residenciales de un producto en una región en un periodo determinado.
2. Delimitar la distribución típica del ciclo de vida útil del producto en un periodo determinado.
3. A partir de información sobre ventas y ciclo de vida útil, calcular cuántos productos se prevé que se generen en un año determinado.
4. Con base en tasas de recolección, calcular cuál será el volumen de productos generados previsto para recolectarse en un año determinado.
5. Calcular el peso de los productos generados y recolectados multiplicando el peso de cada unidad por el número de productos.

La información sobre hábitos de los usuarios en 2010, con base en datos sobre ventas y compras obtenidos de las respuestas a encuestas se ampliaron con estimaciones correspondientes a usuarios de los sectores comercial e institucional.

Aplicado para estimar exportaciones, el método HSOTDM utiliza datos de comercio detallados y desglosados a fin de

distinguir la cantidad de productos electrónicos usados objeto de exportación. Este método comprende los pasos siguientes:

1. Recopilar y preparar datos de comercio detallados y desglosados sobre exportaciones.
2. Calcular los valores unitarios umbral que permitan diferenciar entre bienes usados y nuevos para distintas regiones de todo el planeta.
3. Sumar la cantidad de bienes a escala nacional que Estados Unidos exporta a países socios con un valor unitario por debajo del umbral.

La ventaja del método es la amplia disponibilidad de datos de comercio (con vasta información histórica) para todos los tipos de productos electrónicos, amén de que estos datos suelen actualizarse con relativa frecuencia y proporcionan una perspectiva de los destinos de los productos. Las desventajas estriban en que no existen códigos comerciales específicos para productos electrónicos usados y que los exportadores pueden optar por utilizar códigos distintos de los aplicados en este estudio para describir sus exportaciones. Para efectos del presente trabajo, se aplicó un enfoque analítico que permitiera diferenciar en los datos de comercio disponibles los productos usados de los nuevos; se desconoce, sin embargo, el grado de divergencia en cuanto a la clasificación aplicada entre los exportadores. Por esta razón, en este momento no es posible indicar el nivel de error presente en las estimaciones correspondientes a las exportaciones como resultado de diferencias en su clasificación. Con todo, cabe suponer que, debido a estas probables diferencias en la clasificación, las estimaciones del volumen de exportación corresponden a los límites inferiores del volumen real de las exportaciones.

Otro problema con el enfoque basado en datos de comercio es que los destinos que se presentan en dicha información podrían ser, en realidad, puntos de parada y no destinos finales. Es decir, después del primer punto de parada (indicado en la información comercial), los productos podrían ser reexportados a un destino final (las reexportaciones y los destinos finales no siempre se registran en los datos de comercio). Por ello, la inclusión de una región de destino en el presente informe sirve como indicador de, cuando menos, este primer punto de parada, sin que necesariamente se trate del destino final definitivo. Con todo, si hay un punto de parada antes de proceder a la reexportación, es muy probable que el destino final se encuentre en la misma región.

2.1.2 Nociones generales del método de balance de masa

El método de balance de masa facilita el cálculo de numerosos flujos de productos electrónicos usados con pocos datos de entrada. La desventaja estriba en que las

exportaciones no se calculan a partir de información que corresponde directamente a exportaciones, lo cual imposibilita la identificación de los países de destino. La descripción del método de balance de masa que se hace a lo largo de este informe se obtuvo y se adaptó de informes inéditos de fases anteriores de este trabajo, así como de un artículo científico publicado recientemente [13], utilizado con el permiso de los autores, Ramzy Kahhat y Eric Williams. Aunque en el trabajo previo se contemplan tres escenarios al final de la vida útil (destino previsto, menor reutilización y mayores exportaciones) con el propósito de plasmar la incertidumbre, a todo lo largo de esta versión del método se ha incorporado la incertidumbre en la información. Los resultados de las encuestas se amplían mediante la aplicación de factores de escala, con base en una comparativa entre datos sobre ventas y la información sobre adquisiciones de los participantes en las encuestas. La incertidumbre correspondiente a los factores de escala se mantiene en todo el análisis.

La gráfica 7 muestra los flujos a escala nacional de computadoras o monitores de computadora desde su fabricación, su uso en diversos sectores, hasta llegar al final de la vida útil o ser objeto de exportación. El manejo de computadoras y monitores al final de su vida útil se ha distinguido como un sector “intermediario” integrado que se ocupa de la recolección; la clasificación de equipo para distinguir entre reutilización y desecho; las actividades de preparación para la reutilización de computadoras y componentes (refabricación, reensamblaje, reparación o actualización); los procesos de reventa o donación; la preparación de computadoras o monitores para reciclaje; el transporte a rellenos sanitarios, y la importación y exportación de computadoras y monitores usados. En estas actividades y procesos participan diversas organizaciones que actúan como intermediarias y entre las que figuran: empresas dedicadas al manejo de desechos electrónicos (como Intechra), intermediarios, revendedores (como Goodwill), organismos de donación (como el programa Computadoras para Escuelas [*Computers for Schools*]), sitios de ventas en línea (como eBay o Mercado Libre), y autoridades municipales. Al salir de los intermediarios, las computadoras y monitores usados van a parar de nuevo a los sectores residencial, comercial e institucional, y otros terminan en rellenos sanitarios y operaciones de reciclaje al interior del país, o se destinan a exportación. El flujo de computadoras y monitores de un elemento a otro se indica como F_{ComInstl} = Flujo de los sectores comercial e institucional a intermediarios.

En resumen, el número de computadoras y monitores usados o de desecho que un país o región exporta se calcula al restar del flujo de computadoras que, procedentes de los sectores de consumo, ingresan al sector intermediario,

los flujos que salen del sector intermediario para dirigirse de vuelta al consumo, a rellenos sanitarios o a reciclaje al interior del país. En algunos países, además, llega a observarse cierto flujo de computadoras usadas importadas que pueden satisfacer los mercados de reutilización o reciclaje internos. Es de suponer que este flujo llega a los intermediarios, por lo que se expresa como F_{iml} en la ecuación ilustrada en la gráfica 7.

2.2 Resumen de fuentes de información

2.2.1 Datos obtenidos de encuestas

En 2010 se llevaron a cabo encuestas en los sectores residencial, comercial e institucional de cada país, las cuales centraron su atención en la actividad llevada a cabo ese año (véase el cuadro 3). La elaboración de estas encuestas corrió por cuenta de Ramzy Kahhat y Eric Williams. La encuesta en el ámbito residencial en México se repitió en 2013; en ésta se aplicó un cuestionario ligeramente actualizado, a fin de garantizar la obtención de una muestra representativa en términos demográficos. La encuesta de 2011 a hogares en México se llevó a cabo en línea, por lo que un porcentaje de usuarios de computadoras de este país, sin acceso a internet, no quedó representado. Para atender esta deficiencia, la encuesta de 2013 —a cargo de la empresa mexicana Grupo IDM— se realizó por vía telefónica, ya que su cobertura resultaba más extensa que la de internet. Además, se buscaron encuestas residenciales realizadas por otras instancias en otros años con el propósito de establecer tendencias de series temporales a partir de los índices de recolección [14]. En el apéndice 2 pueden consultarse más detalles sobre las encuestas realizadas.

Cuadro 3: Detalles de encuestas

País	Encuestas en el sector residencial	Encuestas en los sectores comercial e institucional
Canadá	Año de realización: 2011 Método empleado: en línea Tamaño de la muestra: 600 adultos Margen de error: $\pm 4\%$	Año de realización: 2011 Método empleado: en línea Tamaño de la muestra: 345 administradores de activos de TI Margen de error: $\pm 5.25\%$
México	Año de realización: 2013 Método empleado: vía telefónica o encuestas, por teléfono, asistidas por computadora Tamaño de la muestra: 1,200 adultos Margen de error: $\pm 3\%$	Año de realización: 2011 Método empleado: en línea Tamaño de la muestra: 257 administradores de activos de TI Margen de error: $\pm 4\%$
Estados Unidos	Año de realización: 2011 Método empleado: en línea Tamaño de la muestra: 1,000 adultos Margen de error: $\pm 3\%$	Año de realización: 2011 Método empleado: en línea Tamaño de la muestra: 400 administradores de activos de TI Margen de error: $\pm 5\%$

4. NCER, "Brand Data Management System", participación de computadoras y monitores (por peso) en la muestra, datos de muestra de Oregón y Washington, en: <www.electronicrecycling.org/BDMS/AlphaList.aspx?sort=All>.

2.2.2 Información de ventas

Para las etapas de las encuestas correspondientes tanto al sector residencial como al comercial e institucional (véase el cuadro 4) se empleó información de ventas. Previendo que parte de los productos electrónicos usados se generan décadas enteras después de ser adquiridos, se buscaron series temporales de información sobre ventas de dos décadas antes del año de pronóstico (de 1990 a 2010). Las ventas de computadoras de escritorio y monitores no encuadran perfectamente en modelos de crecimiento simples, aunque las ventas de computadoras portátiles hasta 2010 podrían modelizarse como de crecimiento exponencial. Por consiguiente, las estimaciones a partir de información de ventas, en sí, se emplean en los análisis de referencia y se permite una variación de ± 10 por ciento para capturar errores en la simulación Monte Carlo.

Adquirida a través de International Data Corporation (IDC), la información sobre ventas por producto correspondiente a computadoras data de 1996 y, para monitores, de 2008. El modelo empieza con ventas a partir de 1990, por lo que fue necesario recurrir a otras fuentes de datos para completar la información faltante. En los casos en que estas fuentes adicionales no distinguían entre el sector residencial y los sectores comercial e institucional, se permitió que la fracción correspondiente a ventas residenciales observada en la información de IDC registrara una variación de ± 10 por ciento para capturar errores y luego se aplicó a información adicional sobre ventas.

2.2.3 Datos sobre peso unitario

Los datos sobre el peso de cada unidad de computadora y monitor se estimaron a partir de varios miles de muestras de productos usados recolectados en Oregón y Washington.⁴

Cuadro 4: Fuentes de datos sobre ventas

País	Producto	Años de venta (fuente de datos)
Canadá	Computadoras de escritorio	1994-2011 (IDC)
	Computadoras portátiles	1994-2011 (IDC)
	Monitores de TRC y pantalla plana	2000-2007 (GIA) 2008-2011 (IDC)
México	Computadoras de escritorio	1994-2011 (IDC)
	Computadoras portátiles	1994-2011 (IDC)
	Monitores de TRC y pantalla plana	2008-2011 (IDC)
Estados Unidos	Computadoras de escritorio	1990-1994 (IDC vía EPAa, 2008) 1995-2011 (IDC)
	Computadoras portátiles	1990-1994 (IDC vía EPAa, 2008) 1995-2011 (IDC)
	Monitores de TRC y pantalla plana	1990-1999 (IDC vía EPAa, 2008) 2000-2007 (GIA) 2008-2011 (IDC)

Fuentes: Datos de ventas de computadoras y monitores de International Data Corporation (IDC); datos sobre monitores de Global Industry Analysts, Inc. (GIA) [55].

Se estableció una diferenciación entre computadoras de escritorio y portátiles; sin embargo, los monitores se combinaron y, por ello, se presupuso que la aparente distribución bimodal permitía diferenciar entre los monitores de TRC y los de pantalla plana. El paquete de modelos de mezclas finitas (*Finite Mixture Models*, FMM) [15] incluido en el software Stata para gestión de datos sirvió para diferenciar las distribuciones logarítmicas normales subyacentes.⁵ La aplicación Oracle Crystal Ball confirmó que la función encuadraba bien para las distribuciones. En el cuadro 5 se muestran los pesos unitarios resultantes (kg por unidad).

2.2.4 Datos de comercio

Se utilizaron datos de comercio para el segmento correspondiente a exportaciones del método HSOTDM, pero no en el caso del método de balance de masa. Aunque la base de datos Comtrade de las Naciones Unidas mantiene a disposición del público de la mayor parte de los países del mundo información comercial, ésta es demasiado agregada para lo que requiere esta metodología. Por ello, fue necesario emprender una serie de acciones a fin de localizar datos de comercio desagregados, mismos que se describen en el cuadro 6.

Cuadro 5: Pesos unitarios (kg por unidad) de productos electrónicos usados

Productos electrónicos usados	Distribución ajustada	Media	Desviación estándar
Computadoras escritorio	Logarítmica normal	10.6	3.3
Computadoras portátiles	Logarítmica normal	3.1	1.5
Monitores de TRC	Logarítmica normal	15.4	1.2
Monitores de pantalla plana	Logarítmica normal	10.4	2.0

Cuadro 6: Fuentes de datos de comercio

País	Fuentes de información	Descripción de los datos
Canadá	Dirección General de Estadísticas de Canadá (<i>Statistics Canada</i> , StatCan)	Información a escala de puerto con valores y cantidades. No se registran cantidades de computadoras ni de algunos monitores.
México	Administración General de Aduanas vía Infomex	Registros a escala de embarque con valores y cantidades, seleccionados para fines de precisión en la clasificación del código de comercio.
Estados Unidos	USA Trade Online, Quintero Hermanos Ltd. (Sicex.com), Dirección General de Estadísticas de Canadá (<i>Statistics Canada</i> , StatCan)	Combinación matemática de información a escala distrital, con valores, cantidades y pesos. A escala de puerto, sólo comprende valores y pesos. Sustituye la información sobre importaciones de Canadá y México para exportaciones terrestres a estos países.

5. Partha Deb. (2008), *Finite Mixture Models*; disponible en: <www.stata.com/meeting/snasug08/deb_fmm_slides.pdf>.

2.3 Generación

2.3.1 Método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia

En la encuesta residencial, las preguntas giraron en torno de cada artículo, mientras que en la dirigida a los sectores comercial e institucional, éstas eran sobre grupos de artículos. Por ello, en la metodología para estimar la generación y recolección en el ámbito residencial se recurrió a un procedimiento básico consistente en determinar cantidades de tales actividades que se mostraran consistentes con la mayor parte de los estudios ya mencionados; la metodología utilizada en los sectores comercial e institucional, en cambio, consistió en una amplificación más simplista de los resultados y se describirá en este apartado después del método utilizado en el sector residencial.

2.3.1.1 Generación en el sector residencial

Determinar la distribución típica del ciclo de vida útil de productos en el sector residencial en un periodo determinado

A fin de computar las distribuciones del ciclo de vida útil de cada producto en el sector residencial, se emplearon técnicas de análisis de supervivencia [16]. Este tipo de análisis normalmente se aplica en estudios sobre la supervivencia de pacientes después de una enfermedad o sobre fallas de maquinaria. Adaptando la terminología de dicho análisis al presente estudio con el propósito de entender cuánto tiempo un propietario utiliza y almacena un artículo electrónico, se define una “falla” (avería) como el final de un periodo de pertenencia, delimitado ya sea por la generación (recolección o eliminación en la basura) o bien por la reutilización informal. La distribución de la duración de un periodo de pertenencia constituye un dato de entrada en el modelo de predicción de la generación, lo que explica por qué se busca determinar esta cantidad y no directamente el tiempo transcurrido hasta que ocurre la generación, como cabría esperar. Idealmente, las estimaciones se habrían realizado a manera de tendencias para cada año, pero, debido a limitaciones en la información, ello no fue posible. Además, también idealmente, los artículos se habrían separado en nuevos adquiridos y en usados adquiridos, ya que los nuevos probablemente durarían más tiempo, pero esto no fue posible con el conjunto de datos de la encuesta. Los pasos seguidos para estimar la distribución de la duración de un periodo de pertenencia (λ) se enumeran a continuación y se abunda al respecto en el apéndice 3:

- i. Preparar los datos de la encuesta residencial a partir de las encuestas descritas en el cuadro 3 (*supra*).
- ii. Determinar la antigüedad de los productos en el punto de “falla” (avería) o al momento de “retirarlos del servicio” (un producto se considera retirado del servicio cuando está fuera de uso, pero todavía lo

conserva el propietario al momento de la encuesta). En lo posible, es preciso seleccionar las respuestas en función de la precisión del encuestado para estimar el año de adquisición del producto, en comparación con la estimación del tiempo de uso y almacenamiento (un corte de un año se consideró razonable).

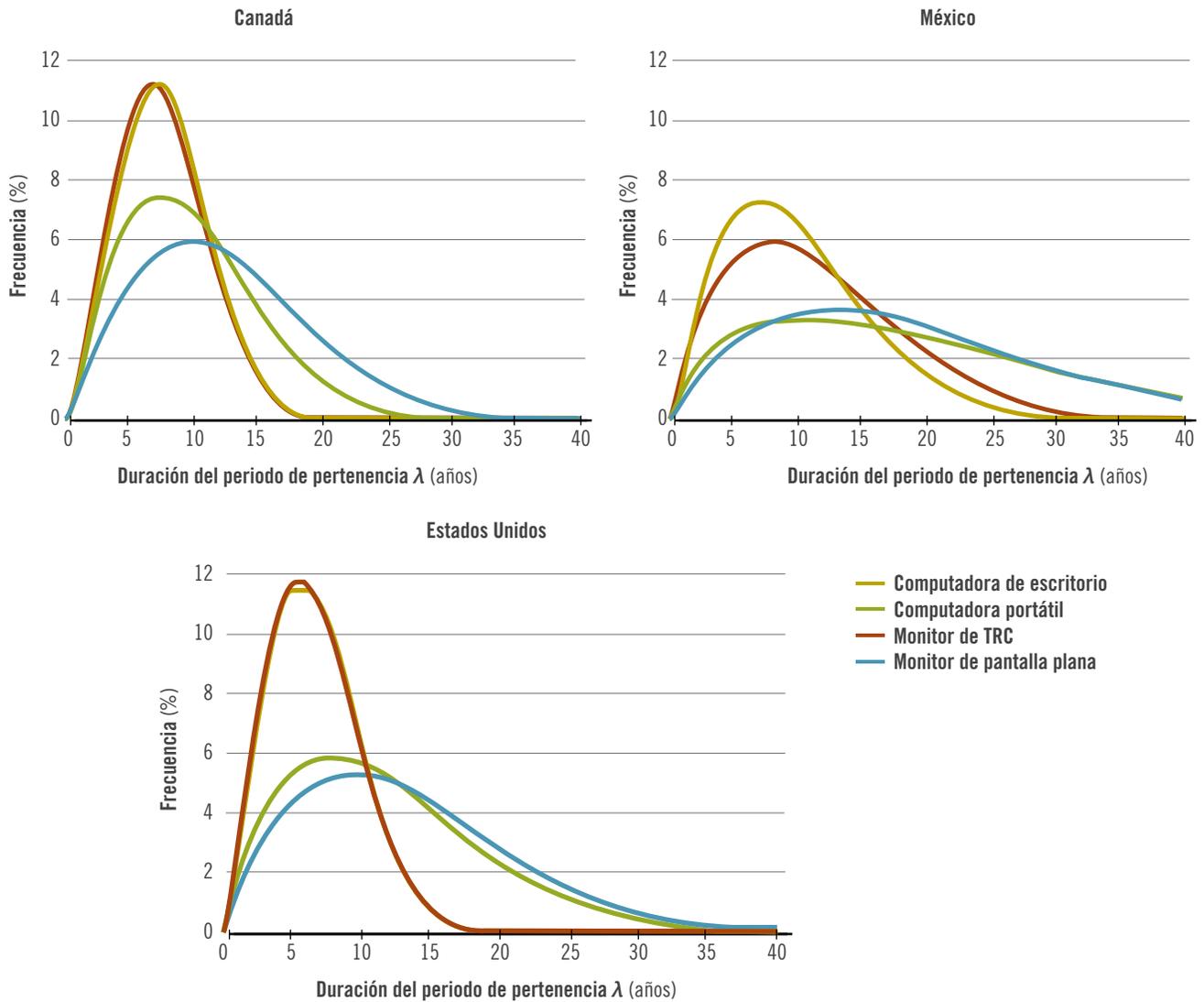
- iii. Determinar el año en que se adquirió el producto.
- iv. Utilizar Stata 12.1 para generar curvas de supervivencia Kaplan-Meier (K-M) y, posteriormente, regresiones de Weibull para todos los productos en conjunto. Emplear la misma curva K-M y las regresiones de Weibull asociadas para todos los años de compra.
- v. Incorporar a las curvas K-M parámetros adicionales para la regresión de Weibull.
- vi. Transformar los resultados de la regresión de Weibull en una función de densidad de probabilidad, que se utilizará como la distribución de duración de un periodo de pertenencia.
- vii. Durante la simulación Monte Carlo, permitir una variación de los parámetros de regresión dentro de un intervalo de confianza de 95 por ciento y que la distribución completa se mueva de izquierda a derecha por un año para dar cuenta del error admisible en la precisión de los encuestados.

En la gráfica 8 se presentan las duraciones medias de los periodos de pertenencia (λ) correspondientes a Canadá, Estados Unidos y México para cada producto. Véase el cuadro 13, en el apéndice 3, para conocer los parámetros de distribución media. Cabe recordar que estos resultados se produjeron a partir de encuestas realizadas en forma independiente y que, por ello, la similitud de los resultados respalda la validez de las encuestas y la metodología de modelización.

Obsérvese que las duraciones medias del periodo de pertenencia (λ) para Canadá y Estados Unidos son similares en toda la gama de productos, en comparación con México. Esto era de suponerse si se toma en cuenta el parecido que guardan ambas economías, como se indicó en la introducción. Además, es posible que, dado que las computadoras portátiles y los monitores de pantalla plana entraron al mercado más recientemente que las computadoras de escritorio y los monitores de tubos de rayos catódicos, los conjuntos de datos se vean afectados de tal forma que sus valores λ resulten ligera y artificialmente más extensos. Una modelización más avanzada de los datos permitiría corregir este efecto, en caso de presentarse.

Otro dato de entrada sobre el ciclo de vida útil en el modelo de generación en el sector residencial corresponde a la distribución logarítmica normal (lognormal) de la duración del periodo transcurrido (δ) hasta que se reutiliza un dispositivo electrónico. Como no todos los artículos electrónicos se reutilizan y los que sí tienden a ser los

Gráfica 8: Distribución de la duración del periodo de pertenencia (λ) para cada producto en Canadá, Estados Unidos y México



Nota: Se presentan parámetros medios. Durante la simulación, los parámetros de distribución variaron.

que están en mejores condiciones, el periodo más general de pertenencia será probablemente más prolongado que el tiempo transcurrido hasta que se reutiliza un dispositivo electrónico. Dada la estructura de las preguntas de las encuestas, la mejor aproximación se logra mediante la modelización de la distribución de ciclos de vida útil de productos electrónicos previamente “desechados” en la categoría de reutilización informal (véase el apéndice 3). Ello no refleja los productos electrónicos enviados a operaciones de reciclaje y reutilizados posteriormente, ni tampoco aquellos utilizados en el sector residencial que se compraron ya usados. De todas maneras, se trata de una aproximación razonable.

Calcular, con base en información sobre ventas y ciclo de vida útil, cuántos productos se pronostica que se generarán en un año determinado en el sector residencial

En este paso se busca estimar cuántos productos se generarán en el ámbito residencial en un año determinado. Por ello debe, antes que nada, definirse qué actividades de “eliminación” conducen a la generación; conforme al método establecido en las publicaciones especializadas, la reutilización informal no se considera generación (véase el apéndice 3). En segundo lugar, con la metodología seleccionada se modeliza la cantidad de productos electrónicos que se utilizan una sola vez antes de la generación (O), aquellos

que se reutilizan informalmente antes de la generación (*I*), y los que se reutilizan formalmente después de la primera ronda de generación y recolección (*C*). Con la ecuación 1 se modelizó la cantidad generada cada año (*y*), con el año de inicio para el periodo de pertenencia de productos reutilizados adquiridos (*I* y *C*) cambiados por la distribución del intervalo de tiempo hasta que se reutiliza el dispositivo electrónico. Dadas las limitaciones en cuanto a información relacionada con las preguntas de las encuestas, se aplicó la misma duración de la pertenencia (λ) a productos usados y nuevos. Idealmente, éstos deberían haberse distribuido por separado, pues suele suceder que los productos usados tienen un periodo funcional más reducido.

Ecuación 1: Generación en el año *y*, con base en ventas y periodos de pertenencia

$$\text{Generación}(y) = \sum_s^y \text{ventas}(s) * \lambda(y - s)$$

Para determinar en qué año *y* es probable que cada uno de los grupos (*O*, *I* y *C*) se genere, se presume que los productos adquiridos con fines de reutilización (*I* y *C*) en un año determinado *s* guardan una estrecha correlación con las ventas de productos nuevos durante ese mismo año *s*. Es lógico pensar que la aceptación de los productos usados por parte de los compradores siga la misma tendencia que

la de artículos nuevos. Con el propósito de dar cuenta de este fenómeno, se modelizaron los cocientes β de compras de productos usados con respecto a productos nuevos en los datos de encuesta correspondientes al periodo 2000-2010. El siguiente paso fue obtener una aproximación de la fracción α de productos usados adquiridos que ocurrió mediante la reutilización informal (*I*), en comparación con la reutilización formal después de la generación y subsiguiente recolección (*C*). Por último, se presupuso que todas las adquisiciones nuevas de un año determinado serían usadas cuando menos una vez antes de la generación (*O*), descontando aquellas que se previó serían reutilizadas informalmente en años futuros (*I*). En el apéndice 3 puede consultarse una descripción detallada de esta metodología. El total de estos tres grupos se muestra en forma sencilla en la ecuación 2.

Ecuación 2: Generación total de productos electrónicos usados en el año *y* en el sector residencial

$$\text{Generados}(y) = \text{Generados}_o(y) + \text{Generados}_i(y) + \text{Generados}_c(y)$$

2.3.1.2 Generación en los sectores comercial e institucional

A manera de recordatorio, la encuesta del sector residencial se integró con preguntas sobre cada producto, mientras que la correspondiente a los sectores comercial e institucional



se centró en grupos de productos. Por ello, los pasos de generación y recolección en los ámbitos comercial e institucional constituyen una extrapolación más simplista basada en resultados de encuesta e información sobre ventas. En esta modalidad se tabularon las respuestas a las preguntas de la encuesta sobre las compras más recientes de 2010. Cabe señalar que, dado que estas preguntas se centran únicamente en las compras más recientes, no podría generarse una serie temporal completa respecto de compras. Con la ecuación 3 se determinó un factor de escala para 2010 para cada producto (computadoras portátiles y de escritorio, y monitores de TRC y pantalla plana). Los factores de escala pueden consultarse en el apéndice 3 (cuadros 15 y 16).

Ecuación 3: Factor de escala para los pasos correspondientes a la generación y recolección en los sectores comercial e institucional

$$\text{Factor de escala (2010)} = \frac{\text{Ventas (2010)}}{\text{Compras derivadas de las encuestas (2010)}}$$

Se permitió una variación en los dos datos de entrada de la ecuación 3 en una simulación Monte Carlo: las ventas variaron ± 10 por ciento, y las compras en las encuestas variaron dentro del intervalo de confianza de las encuestas (aproximadamente ± 5 por ciento). Puesto que los factores de escala difirieron ligeramente para cada producto debido a las imprecisiones en la información de las encuestas o sobre las ventas, se determinó un factor de escala promedio para 2010, mismo que se aplicó a todas las estimaciones de productos.

Para llegar a estimaciones sobre generación y recolección en 2010, los productos generados registrados en 2010 y tabulados de las encuestas se multiplicaron por los factores de escala, como se muestra en la ecuación 4. Se permitió que los factores de escala variaran dentro de un intervalo de confianza de 95 por ciento en una simulación Monte Carlo. En el apéndice 3 puede consultarse información detallada sobre la tabulación de las encuestas.

Ecuación 4: Generación en los sectores comercial e institucional en 2010

$$\text{Generados(2010)} = \text{Factor de escala (2010)} * \text{Generados de las encuestas (2010)}$$

2.3.2 Balance de masa

Para obtener las estimaciones sobre generación, los datos sobre productos generados en 2010 en los sectores residencial y comercial e institucional registrados y tabulados a partir de las encuestas se escalan a los sectores de cada país. Retomando el análisis de flujos de materiales exportados (gráfica 7), la generación es aproximadamente equivalente a los flujos F_{HI} (de los hogares) y $F_{ComInst}$ (de los

sectores comercial e institucional). Cabe recordar que el flujo de computadoras y monitores de un elemento a otro se denota en forma abreviada; por ejemplo, como $F_{ComInst}$, que equivale al flujo procedente de los sectores comercial e institucional dirigido hacia intermediarios.

Apartándonos ligeramente de la metodología establecida en trabajos previos de Kahhat y Williams, en el presente estudio se utilizó la ecuación 3 para comparar los datos sobre compras obtenidos de las encuestas con información sobre ventas y, con ello, escalar los flujos, tanto del sector residencial como de los sectores comercial e institucional. Los mismos factores de escala aplicados en el HSOTDM para los sectores comercial e institucional se utilizaron en el método de balance de masa. En estudios previos, puesto que la información sobre ventas a la que se tuvo acceso no desagrega el sector residencial de los sectores comercial e institucional, lo que se hizo fue escalar el número de personas del sector residencial participantes en las encuestas a valores correspondientes a la población nacional, y una vez establecido el factor de escala basado en la población, se estimaron las ventas dentro del sector residencial, considerándose que las ventas restantes correspondían a las efectuadas en los sectores comercial e institucional. En el presente estudio, en cambio, la información sobre ventas desagregada permitió estimar los factores de escala en los sectores residencial y comercial e institucional directamente a partir de los datos sobre ventas. Se permitió una variación de los factores de escala dentro de un intervalo de confianza de 95 por ciento.

2.3.3 Comparaciones con otras fuentes

2.3.3.1 Canadá

PHA Consulting Associates (2006) aplicó información sobre ventas de Estados Unidos, a partir de un informe de 2003 preparado por la Asociación Internacional de Recicladores de Productos Electrónicos (IAER, por sus siglas en inglés, desde su fusión con el Instituto de Industrias de Reciclaje de Chatarra [*Institute of Scrap Recycling Industries, ISRI*]), a un modelo concebido para estimar productos electrónicos generados en Canadá. Aunque se podrían haber calculado los productos electrónicos recolectados utilizando ese modelo, éstos no se registraron. El modelo incorporó “información sobre ventas anuales, vida útil esperada del producto e información sobre el peso unitario para estimar el peso de los productos que fluyen entre diferentes elementos del sistema —desde la generación hasta su eliminación, pasando por la primera vida, la reutilización, el almacenamiento y el reciclaje”, según se detalla en [17]. Para el modelo se presupone que, de la mayoría de los productos electrónicos en 2010, 40 por ciento se reutilizó informalmente (sin pasar por los recolectores) y 10 por ciento se almacenó, en tanto que

el 50 por ciento restante se dividió entre reciclaje y eliminación. Las premisas sobre el ciclo de vida útil se derivan de una amplia variedad de materiales publicados en América del Norte: a las computadoras de escritorio y portátiles se les asignó un ciclo de vida útil promedio de primer uso de 3.5 y 3.4 años, respectivamente.

2.3.3.2 México

En 2006, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) llevó a cabo un diagnóstico sobre la generación de desechos electrónicos en México, por encargo del Instituto Nacional de Ecología (INE) [18]. En 2010, el autor, Guillermo J. Román Moguel, actualizó dicho diagnóstico [19]. Dado que la definición de generación comprendió artículos destinados a reutilización y almacenamiento (40 por ciento en conjunto), las cifras comparativas se ajustaron a 60 por ciento de las estimaciones. Se concluyó que el ciclo de vida útil promedio para computadoras de escritorio y portátiles era de cinco y tres años, respectivamente.

El primer paso en este proyecto consistió en analizar información derivada de informes oficiales de alcance nacional, información proveniente de países con comportamientos similares, encuestas y fuentes afines. Esta información se combinó para generar inventarios de equipo electrónico usado y desechado.

A continuación se enumeran las principales fuentes de información consultadas. En la gráfica 9 se muestran las distintas fuentes de información a las que se recurrió para obtener el volumen de desechos electrónicos generados en México. Estos estudios permitieron validar el peso y ciclo de vida útil promedio, así como el destino de estos desechos.

1. Informes oficiales de generadores (se realizaron hipótesis previas sobre la magnitud del sistema objeto de análisis, el tamaño de la muestra, las importaciones y exportaciones, información disponible de registros gubernamentales, la presentación de informes en un marco temporal, y omisiones en la presentación de informes, entre otras).
2. Informes de desechos electrónicos procesados por empresas (se establecieron premisas especiales porque las empresas procesadoras no siempre reciben todo lo que se desecha y, en ocasiones, no registran todo lo que reciben, como a veces sucede con los desechos sólidos urbanos y de otro tipo).
3. Las estimaciones se basaron en indicadores económicos y comparativas de informes de otros países (número de empleados, mismos procesos = mismos desechos).
4. Proyecciones para el país completo, con base en información obtenida para zonas o áreas geográficas.
5. Cálculos basados en tecnologías de la información.

Gráfica 9: Pasos metodológicos para elaborar el diagnóstico nacional sobre generación de desechos electrónicos en México



Nota: INEGI = Instituto Nacional de Estadística y Geografía; Cofetel = Comisión Federal de Telecomunicaciones.

6. Cálculos derivados del consumo (utilización) de los productos antes de su eliminación.
7. Cálculos basados en el balance de materiales en el país en cuestión: producción + importaciones – exportaciones = acumulación potencial de residuos.
8. Aplicación de encuestas entre la población sobre el consumo y eliminación de productos electrónicos.

2.3.3.3 Estados Unidos

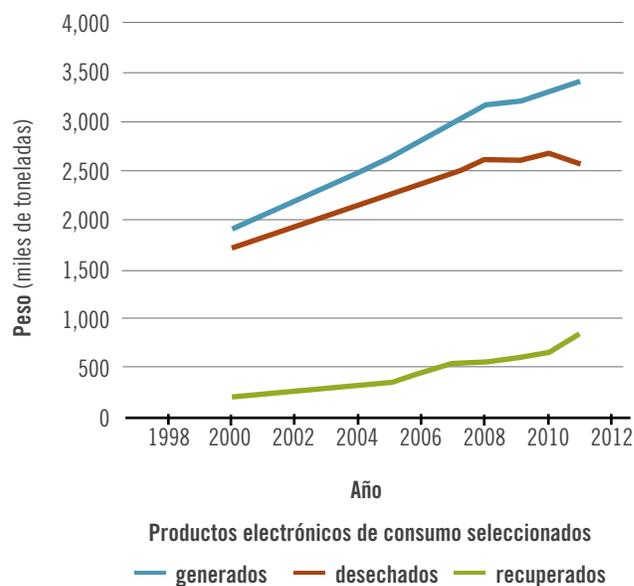
En numerosas ocasiones, la generación y recolección de productos electrónicos usados ha sido objeto de estudio por la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) de Estados Unidos. El enfoque global adoptado por ICF International, órgano encargado de elaborar el documento para la Oficina para la Conservación y Recuperación de Recursos (*Office of Resource Conservation and Recovery*) de la EPA, consiste en modelar el año en que un dispositivo electrónico estará listo para manejo al final de su vida útil, con base en el año en que se vendió, el año previsto para que se vuelva obsoleto y los hábitos de almacenamiento anticipados [9]. La finalidad de este informe es actualizar aquellos previos de la EPA. La información sobre ventas se aproximó con datos de embarque de los fabricantes, y no con información sobre ventas al por menor. Los datos de embarque incluyen algunos artículos que finalmente no se vendieron a clientes. Estas cifras se obtuvieron de International Data Corporation (IDC), la Asociación de Productos Electrónicos de Consumo (*Consumer Electronics Association*, CEA) y material publicado sobre el tema. Informes de Gartner e IDC, junto con literatura técnica, sirvieron para determinar la participación de las ventas en los mercados comercial y residencial. Los datos sobre el peso promedio se determinaron a partir de guías de compra de informes de consumo y hojas de especificaciones de fabricantes de equipo.

Las estimaciones sobre el ciclo de vida útil —considerado, para fines del presente estudio, como la antigüedad alcanzada al momento de someterse al manejo al final de la vida útil— se diferenciaron entre propietarios residenciales y comerciales. Un estudio, preparado en 2006 por el Departamento de Protección Ambiental (*Department of Environmental Protection*, DEP) de Florida, se utilizó junto con encuestas realizadas en el sector industrial, entrevistas a expertos y reseñas de publicaciones especializadas, para llegar a estimaciones del ciclo de vida útil y hábitos de almacenamiento de productos en el sector residencial. En el caso de computadoras de escritorio y portátiles, así como monitores de TRC y de pantalla plana, el ciclo de vida útil promedio en el sector residencial se estimó en 12.25, 5.9, 9 y 9 años, respectivamente. Dentro del sector comercial, a todos estos productos electrónicos se les asignó un ciclo

de vida útil promedio de 4.6 años, con base en la hipótesis de que “las computadoras de escritorio y portátiles, dispositivos de impresión y monitores para computadora se mantienen en uso entre tres y cinco años, después de los cuales el 20 por ciento se almacena otros dos años. En el estudio mencionado se cree que la estimación de dos años para almacenamiento es conservadora, pero ello refleja el hecho de que es menos probable que los usuarios comerciales almacenen productos por periodos prolongados, a diferencia de los usuarios residenciales” [9].

Asimismo, un exhaustivo estudio sobre desechos sólidos urbanos hasta 2011, preparado por la Oficina de Programas de Manejo de Desechos Sólidos (*Office of Solid Waste*) de la EPA de Estados Unidos, aporta estimaciones para “productos electrónicos de consumo seleccionados” —como televisores, videocaseteras y computadoras personales— “generados”, “desechados” y “recuperados” [20]. En este estudio se emplea una forma de modelo de obsolescencia de productos vendidos, mismo que se incorpora en los ciclos de vida útil promedio de los productos. La gráfica 10 muestra tendencias en cuanto a generación de ciertos productos electrónicos de consumo usados, así como su desecho y recuperación (recolección, conforme a los términos usados en este estudio).

Gráfica 10: Tendencias en el peso de ciertos productos electrónicos de consumo generados, desechados y recuperados



Fuente: USEPA OSWER (2013) [20].

2.4 Recolección

2.4.1 Método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia

2.4.1.1 Recolección en el sector residencial

A fin de calcular el volumen recolectado de productos electrónicos usados dentro del sector residencial para su procesamiento, se aplica un índice de recolección al volumen generado a lo largo de un año (y). Este índice de recolección permite diferenciar los productos electrónicos usados generados que se destinan a recolección de aquellos que se desechan como basura. La ecuación 5 presenta el cálculo sencillo utilizado en este método, que básicamente uniforma los destinos registrados con los que corresponden únicamente a generación. Por ello, dependiendo de la fuente de información consultada, podrían incluirse otros destinos distintos al final de la vida útil de los productos, como el almacenamiento o la reutilización informal, mismos que se omiten en este estudio. En la ecuación 6, el índice se aplica al volumen generado a lo largo del mismo año, para llegar al volumen recolectado.

Ecuación 5: Índice de recolección a partir de información obtenida de encuestas

$$\text{Índice de recolección (y)} = \frac{\% \text{ recolectado (y)}}{\% \text{ recolectado (y)} + \% \text{ en la basura (y)}}$$

Ecuación 6: Volumen recolectado

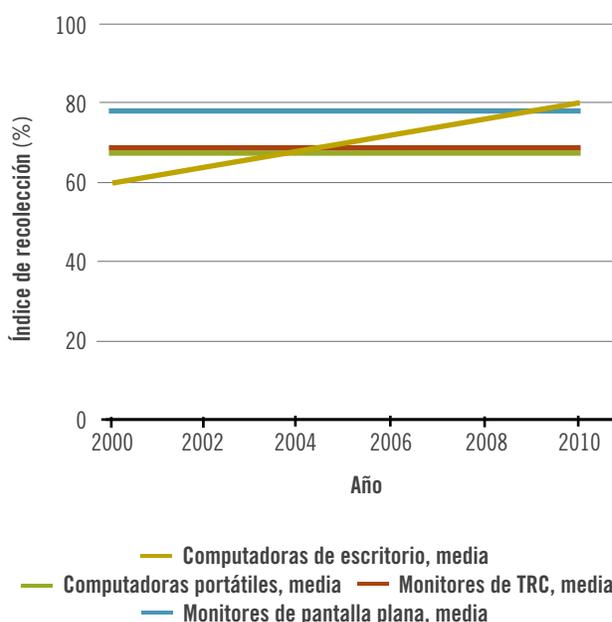
$$\text{Recolectado (y)} = \text{Índice de recolección (y)} * \text{Generado (y)}$$

Canadá

Con el propósito de estimar los índices de recolección para cada producto a lo largo del tiempo, para este trabajo se utilizó información obtenida de la encuesta realizada en el sector residencial en Canadá. Además, en 2012, Samsung Canada presentó un resumen de los resultados de una encuesta realizada entre 1,004 adultos canadienses elegidos al azar, con un margen de error de 3.1 por ciento. Los resultados sugieren que “puede ser que los canadienses no sepan qué hacer con sus productos electrónicos obsoletos o desechos electrónicos. Uno de cada tres encuestados (35 por ciento) dijo que sus productos electrónicos viejos estaban almacenados en su casa y sólo acumulaban polvo; uno de cada diez admitió haber depositado sus desechos electrónicos en la basura” [21]. Utilizando la ecuación 5, en combinación con los datos obtenidos de este resumen, el índice de recolección en 2012 se estableció en 85 por ciento. Se contó con suficientes puntos de datos para generar una serie temporal de tendencias para

computadoras de escritorio, pero los puntos de datos insuficientes dieron como resultado el uso de valores medios con la desviación estándar de los datos correspondientes a otros productos. Este punto de datos de Samsung se considera bastante similar al índice de recolección de computadoras de escritorio extrapolado de datos de las encuestas del presente estudio. El punto de datos de Samsung se incorporó después a la estimación del índice de recolección de todos los productos. Para la serie temporal de computadoras de escritorio se permitió que el índice de recolección estimado para un año determinado variara ± 10 por ciento. La gráfica 11 presenta la media de los índices estimados.

Gráfica 11: Índices de recolección medios estimados para productos electrónicos usados en el sector residencial en Canadá

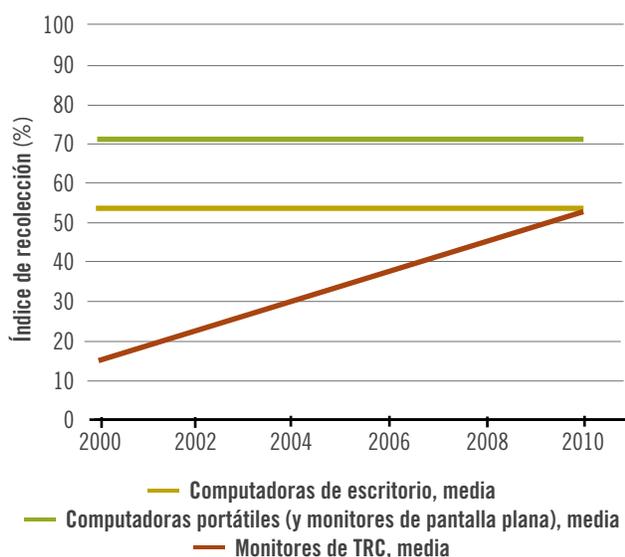


México

A efecto de estimar los índices de recolección para cada producto a lo largo del tiempo, para este trabajo se utilizó información obtenida de la encuesta realizada en el sector residencial en México. En 2007, un balance de materiales de productos electrónicos usados en México dio como resultado estimaciones de 3 por ciento de estos productos destinados a reciclaje y 5 por ciento desechados como basura, lo que sugiere un índice de recolección de 60 por ciento, usando la ecuación 5 [18]. Este punto de datos se incorporó a las estimaciones del índice de recolección para todos los productos. Si bien la información sobre recolección contenida en la gráfica 15 puede utilizarse para fines de comparación, la metodología resulta poco clara y, por ello, no se incorporaron los datos. Aunque se contó con suficientes puntos de

datos para integrar una serie temporal sobre tendencias para monitores de TRC, los puntos de datos fueron insuficientes o las tendencias condujeron a la aplicación de valores medios con la desviación estándar de los datos para computadoras de escritorio y portátiles, junto con la sustitución de índices de recolección de computadoras portátiles para generar los correspondientes a monitores de pantalla plana, ante la escasez de puntos de datos. En la gráfica 12 se observa la media de los índices estimados.

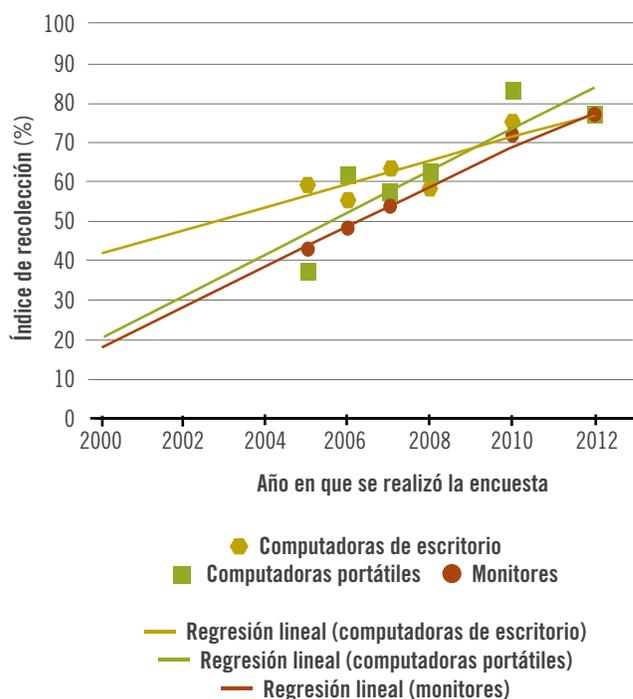
Gráfica 12: Índices de recolección medios estimados para productos electrónicos usados en el sector residencial en México



Aunque los índices de recolección podrían haberse inferido directamente de los datos de encuesta utilizados para el modelo de generación, un método mejor fundamentado consistiría en emplear los resultados de diferentes encuestas realizadas con muestras de cinco grupos representativos distintos de propietarios de computadoras en el sector residencial en Estados Unidos (incluida la encuesta empleada en el modelo de generación) y que cubren el periodo comprendido entre 2005 y 2012, salvo por algunos casos en que las encuestas cubren dos años [14 y 22-24].

En la gráfica 13 se presentan los índices de recolección estimados para monitores (sin que se distinga entre los de TRC y los de pantalla plana) y computadoras portátiles y de escritorio en todas las encuestas. Para dar cuenta de la incertidumbre en los datos de encuesta y la regresión, se permitió que los índices de recolección estimados para un año determinado variaran ± 10 por ciento de la regresión lineal en la simulación Monte Carlo.

Gráfica 13: Índices de recolección estimados para productos electrónicos usados en el sector residencial en Estados Unidos, obtenidos de cinco encuestas



2.4.1.2 Recolección en los sectores comercial e institucional

Al igual que con la generación, para llegar a estimaciones de recolección para 2010, los productos recolectados que se registraron en 2010 y se tabularon a partir de la encuesta se multiplicaron por los factores de escala, como se muestra en la ecuación 7. Se permitió que los factores de escala variaran entre sus valores mínimos y máximos en una simulación Monte Carlo.

Ecuación 7: Recolección en los sectores comercial e institucional en 2010

$$\text{Recolectados (2010)} = \text{Factor de escala (2010)} \cdot \text{Recolectados conforme a la encuesta (2010)}$$

2.4.2 Balance de masa

Al igual que con la generación, para llegar a estimaciones de recolección, los productos generados que se registraron en 2010 y tabularon a partir de las encuestas en los sectores residencial y comercial e institucional se escalaron hacia estos sectores en cada país. Retomando el análisis de flujos de materiales exportados (gráfica 7), la recolección es más o menos equivalente a la suma de todos los flujos —sin incluir los destinados a rellenos sanitarios— procedentes de intermediarios, como se muestra en la ecuación 8. No obstante,

dato que se desconoce el flujo de exportaciones F_{IE} , la recolección se determina, entonces, mediante la ecuación 9. Un volumen equivalente puede obtenerse al restar el flujo destinado a rellenos sanitarios de la cantidad generada que se calculó previamente. A manera de recordatorio, el flujo de computadoras y monitores de un elemento a otro puede indicarse como: $F_{IComInst}$ = Flujo de intermediarios hacia los sectores comercial e institucional.

Ecuación 8: Recolección de productos electrónicos usados, obtenida por suma con el método de balance de masa

$$Recolección = \sum F_{IH} + F_{IComInst} + F_{IR} + F_{IE}$$

Ecuación 9: Recolección de productos electrónicos usados, obtenida por resta con el método de balance de masa

$$Recolección = Generación - F_{IL}$$

Para determinar la proporción de productos electrónicos usados que provienen de intermediarios y se dirigen a rellenos sanitarios (F_{IL}), se analizaron las respuestas de las encuestas sobre disposición de productos al final de su vida útil. El flujo destinado a depósito en rellenos sanitarios se calculó para los sectores residencial y comercial e institucional, lo que también permite calcular la recolección por separado. Para plasmar la incertidumbre se concibieron tres escenarios respecto del destino (previsto y real) de los productos. En el cuadro 7 se presentan las trayectorias o destinos al final de la vida útil del producto para cada uno de esos tres escenarios: destino previsto (especificado por la persona encuestada) y destinos reales (finalmente asignados). Obsérvese que las opciones “Almacenado”, “Donado a un amigo o familiar en la misma casa” y “No desechado” no se consideraron casos auténticos de trayectorias al final de la vida útil, por lo que se excluyeron. A continuación se explican las premisas de cada uno de los tres escenarios. Cabe señalar, además, que el método HSOTDM trazó una diferencia entre reutilización informal y formal, como se muestra en el apéndice 3.

Cuadro 7: Comparativa del destino deseado por el usuario al final de la vida útil del producto y la trayectoria o destino real en tres escenarios

Se almacenó	Escenario de destino previsto (%)				Escenario de menor reutilización (%)				Escenario de mayores exportaciones (%)			
	Reutilización	Reciclaje	Relleno sanitario	Exportación	Reutilización	Reciclaje	Relleno sanitario	Exportación	Reutilización	Reciclaje	Relleno sanitario	Exportación
Se donó a un amigo o familiar en la misma casa												
No se desechó												
Se eliminó mediante recolección de basura			100			20	80				100	
Se recicló mediante un programa de reciclaje	10	90				100				70		30
Se devolvió a un depósito de recolección para reciclaje	10	90				100				70		30
Se devolvió al minorista	10	90				100				70		30
Se devolvió al municipio durante un evento de recolección	10	90				100				70		30
Se devolvió al fabricante	10	90				100				70		30
Se donó a un amigo o familiar ajeno a la casa	90	10			80	20			80			20
Se donó a una organización de beneficencia	90	10			60	40			60			40
Se donó de otra forma	90	10			60	40			60			40
Se devolvió al vendedor una vez vencido el arrendamiento	90	10			70	30			70			30
Se vendió en línea (por ejemplo, eBay)	90	10			70	30			70			30
Se vendió localmente	90	10			70	30			70			30
Se vendió a un conocido, familiar o amigo	90	10			80	20			80			20
Otros				100				100				100

Nota: Los colores se refieren al diagrama de la gráfica 7 (análisis de flujos de materiales exportados para el país seleccionado).

- 1) *Escenario de destino previsto.* Presupone una relación directa entre la intención del consumidor para el producto al final de su vida útil y el destino que, en realidad, se da finalmente al producto:
 - a) Las computadoras destinadas a operaciones de reacondicionamiento, arrendadoras u organizaciones de beneficencia se presuponen reutilizadas con una tasa de éxito de 90 por ciento. El resto se recicla.
 - b) Del total de computadoras usadas que se venden, 90 por ciento se reutiliza y el resto se recicla.
 - c) Del total de computadoras devueltas a los minoristas, fabricantes, autoridades municipales o puntos de recolección, 90 por ciento se recicla y 10 por ciento se reutiliza, lo que comprende el aprovechamiento de partes.
 - d) Todas las computadoras destinadas a recolección de basura se depositan en rellenos sanitarios (no se presupone recolección informal en espacios públicos, pero sí la ausencia de estaciones de transferencia que separan computadoras usadas para reciclaje).

- 2) *Escenario de menor reutilización.* Modifica el destino previsto al final de la vida útil del producto al presuponer índices más bajos de reacondicionamiento exitoso y un mayor reciclaje al interior del país:
 - a) Las computadoras enviadas a reacondicionamiento y empresas de arrendamiento se reutilizan con una tasa de éxito calculada en 70 por ciento. El resto se recicla.
 - b) Las computadoras donadas a organizaciones de beneficencia se reutilizan con una tasa de éxito de 60 por ciento. El resto se recicla.
 - c) De las computadoras donadas o vendidas a familiares, amigos o conocidos, 80 por ciento se reutiliza. El resto se recicla.
 - d) Del total de computadoras usadas vendidas, 70 por ciento se reutiliza. El resto se recicla.
 - e) La totalidad de computadoras devueltas a minoristas, fabricantes, autoridades municipales o puntos de recolección se recicla.
 - f) Del total de computadoras enviadas a recolección de basura, 80 por ciento se deposita en rellenos sanitarios.
 - g) El resto se recicla (por medio de estaciones de transferencia o recolectores públicos, por ejemplo).

- 3) *Escenario de mayores exportaciones.* Modifica el destino previsto al final de la vida útil del producto para dar preferencia a las exportaciones:
 - a) Las computadoras enviadas a reacondicionamiento y empresas de arrendamiento se reutilizan al interior del país, presuponiendo una tasa de éxito de 70 por ciento. El resto se exporta.
 - b) Las computadoras donadas a organizaciones de beneficencia se reutilizan, presuponiendo una tasa de éxito de 60 por ciento. El resto se exporta.
 - c) Del total de computadoras donadas o vendidas a familiares, amigos o conocidos, 80 por ciento se reutiliza en el ámbito interno. El resto se exporta.
 - d) Del total de computadoras usadas vendidas, 70 por ciento se reutiliza al interior del país. El resto se exporta.
 - e) Del total de computadoras devueltas a minoristas, fabricantes, autoridades municipales o puntos de recolección, 70 por ciento se recicla. El resto se exporta.
 - f) La totalidad de computadoras enviadas a recolección de basura se deposita en rellenos sanitarios.

2.4.3 Comparativa con otras fuentes

2.4.3.1 Canadá

En Canadá, la mayoría de las provincias (Alberta, Columbia Británica, Manitoba, Terranova y Labrador, Nueva Escocia, Ontario, Isla del Príncipe Eduardo, Quebec y Saskatchewan) han instituido programas de recolección de productos electrónicos usados. Estos programas implican pagos a procesadores de productos electrónicos usados, lo que incentiva la recolección y participación en los programas. Varias provincias (Alberta, Columbia Británica, Nueva Escocia, Ontario y Saskatchewan) han emprendido programas desde 2010, año de interés. Los informes anuales difieren en términos de puntos de inicio y terminación del año fiscal, así como en las cantidades (peso en comparación con las unidades) registradas [25-33]. Algunos informes comprenden peso total, otros peso por producto y otros más la cantidad de productos. Para llegar a un total global de computadoras y monitores recolectados, se adoptaron premisas razonables, a saber:

- Registrar cantidades para el año 2010 como el promedio de las cantidades correspondientes a años fiscales próximos, por ejemplo: junio de 2009-julio de 2010 y junio de 2010-julio de 2011.
- Convertir cantidades unitarias a peso usando los mismos pesos unitarios que los aplicados en los otros modelos considerados en este estudio (véase el cuadro 5, *supra*), con base en datos empíricos de recolección de Estados Unidos.
- Presuponer que el cociente entre el peso de las computadoras recolectadas y el peso del total

de productos electrónicos recolectados de una provincia (12 por ciento en Columbia Británica) se aplica a todas las provincias. Antes de marzo de 2011, Columbia Británica era la única provincia que incluía entre sus productos objeto de obligaciones algunos productos no comunes, como antenas parabólicas, terminales portátiles para puntos de venta y retroproyectores; de ahí que esta premisa parezca razonable [34].

- Presumir que el cociente promedio del peso de los monitores recolectados con respecto del peso de las computadoras recolectadas de algunas provincias (1.9 en Columbia Británica, en el supuesto de que un tercio del peso de la categoría de “televisores y monitores” corresponda a monitores; 1.3 en números ajustados en Ontario,⁶ y 1.5 en Saskatchewan) es aplicable a todas las provincias.
- Emular a la EPA (2011) en cuanto a presuponer que las provincias sin programas al año 2010 observaban un índice de recolección de 0.45 kg per cápita (una libra per cápita). Este índice se multiplicó por el número de habitantes [35].

Es preciso subrayar que una importante actividad de recolección, sobre todo entre empresas, se lleva a cabo al margen de los programas de recolección oficiales [36]. Es probable que esto explique por qué se subestiman las cifras de recolección del monto total.

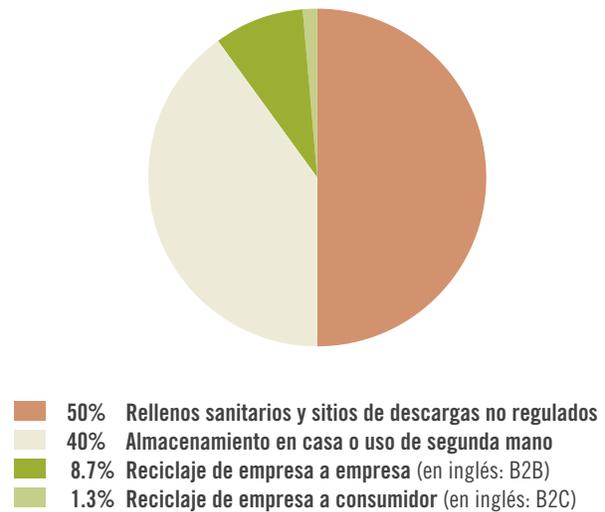
Asimismo, numerosas provincias han informado sobre estudios realizados en torno a rellenos sanitarios en los que se estima la cantidad de productos electrónicos incluidos en los flujos de desechos sólidos urbanos [37-41]. Los índices per cápita de computadoras y monitores depositados en rellenos sanitarios correspondientes a dos provincias (una predicción inversa de 0.15 kg/persona para Nueva Escocia y 0.13 kg/persona en Alberta) se aplicaron a las provincias que contaban con programas de recolección en vigor en 2010. Dado que el índice de recolección para las provincias con programas en marcha fue de casi el doble del asignado de 0.45 kg/persona a las provincias carentes de programas, en 2010, a estas provincias sin programas en pie se les asignó un índice de depósito en rellenos sanitarios de cerca del doble: 0.30 kg/persona.

2.4.3.2 México

La recolección se calculó combinando las estimaciones de generación de Román Moguel (2012) con una probabilidad de trayectoria o destino al final de la vida útil para productos electrónicos generales usados. Conforme a las

definiciones empleadas en el presente estudio para generación y recolección, se determinó un índice de 20 por ciento entre el reciclaje (recolección) y el depósito en rellenos sanitarios, mismo que se aplicó a la estimación de la generación. En la gráfica 14 se muestra la probabilidad de la trayectoria o destino al final de la vida útil.

Gráfica 14: Trayectoria o destino final para productos electrónicos usados en México



Fuente: Román Moguel (2012) [19].

2.4.3.3 Estados Unidos

Los mismos informes de la EPA utilizados para comparar las cantidades generadas descritas *supra* sirvieron para comparar las cantidades recolectadas. La EPA (2011) recurrió a información integrada a escala estatal con programas de reciclaje de productos electrónicos usados para estimar el porcentaje de electrónicos generados en el ámbito residencial y destinados a procesarse en comparación con su eliminación. Para los estados carentes de programas se asignaron bajos índices de recolección (0.45 kg/persona). Una encuesta realizada a recicladores sugiere que dos tercios de los productos electrónicos recolectados proceden de fuentes comerciales; puesto que el programa estatal de California abarca el sector comercial, se realizó un cálculo regresivo para determinar la cifra correspondiente al sector residencial, lo que correspondió a esos dos tercios. Para 2010 se proyectó un índice de reciclaje de productos electrónicos generados en conjunto de 27 por ciento (por peso); el índice de reciclaje proyectado para computadoras generadas fue de 40 por ciento. Los autores reconocen “una incertidumbre considerable” en esta estimación [9].

6. El número de monitores supuestamente recolectados resultó demasiado elevado en relación con la recolección de computadoras (confirmado por gerentes de programa), y el peso total recolectado sugiere volúmenes de recolección significativamente más bajos; por ello se estableció una recolección de monitores equivalente a las unidades de computadoras de escritorio recolectadas.

Al igual que con la generación, se realizó un ejercicio comparativo con un estudio exhaustivo sobre desechos sólidos urbanos que la Oficina de Programas de Manejo de Desechos Sólidos (*Office of Solid Waste*) de la EPA efectuó en 2010. Este estudio aportó estimaciones para “productos electrónicos de consumo seleccionados” —como televisores, videocaseteras y computadoras personales— “generados”, “desechados” y “recuperados” [20]. La gráfica 10 (*supra*) muestra las tendencias en términos de peso con el paso del tiempo.

Daoud (2011) realizó una encuesta representativa de 182 recicladores estadounidenses de productos electrónicos referente a las prácticas aplicadas en 2010 [8]. Para cada producto se estimó el peso de los insumos destinados a la industria de reciclaje. Asimismo, la encuesta inquirió sobre la fuente de los insumos de reciclaje —de los sectores residencial o comercial e institucional—, lo que permitiría realizar comparativas con los resultados del presente estudio.

2.5 Exportaciones

2.5.1 Método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia

Dado que las distintas dependencias recogen información sobre comercio para cada país, su contenido y nivel de desagregación varía de un país a otro. El enfoque metodológico global será el primer tema a abordar, seguido de su aplicación, a partir de la disponibilidad de información en cada país. A manera de recordatorio, el método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (HSOTDM) para exportaciones recurre a información detallada y desagregada en materia de comercio para determinar el volumen de productos electrónicos usados objeto de exportación. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Acopio y preparación de información detallada y desagregada sobre exportaciones.
2. Estimación de los valores unitarios umbral que permiten diferenciar los bienes usados de los nuevos para distintas regiones de todo el mundo.
3. Suma de la cantidad de bienes con un valor unitario por debajo del umbral exportados desde Estados Unidos hacia países socios.
4. Estimación del potencial de reexportación de exportaciones nacionales mediante la investigación de la actividad de reexportación del socio comercial principal.

2.5.1.1 Acopio y preparación de información detallada y desagregada sobre exportaciones

Para este modelo se modeliza el valor unitario de cada producto embarcado. Aunque se conoce el registro de cada embarque, sólo se informa sobre el valor global del embarque y la cantidad, no sobre el valor unitario de cada equipo individual. A fin de lograr una modelización más exacta del valor del equipo exportado, se procura obtener información detallada y desagregada sobre exportaciones. Cuando no se dispone de información a escala de embarque, se la sustituye con la disponible a escala de puerto o distrito, según lo descrito al final de este apartado. Idealmente, los conjuntos de datos sobre comercio utilizados como sustitutos cubrirán los siguientes puntos:

- Registrarán el comercio sobre una base mensual.
- Contendrán el valor (v), la cantidad de bienes (q) y el peso (w).
- Desagregarán las exportaciones nacionales (originadas en el país exportador) a fin de distinguirlas de las reexportaciones (originadas en un país socio).
- Desglosarán las modalidades de transporte.
- Aportarán códigos de comercio con diez dígitos.

En el cuadro 8 se presentan los códigos de exportación del Sistema Armonizado (CESA) correspondientes a computadoras y monitores. Los datos de exportación con diez dígitos en Estados Unidos se utilizaron para determinar las cantidades de computadoras de escritorio con monitores de tubos de rayos catódicos (códigos de exportación

Cuadro 8: Códigos de exportación por producto

Producto	Producto específico	Código de exportación (CESA)
Computadoras de escritorio	Computadoras de escritorio	847141
	Servidores	847149
	Otras computadoras de escritorio	847150
Computadoras portátiles	Computadoras portátiles	847130
Monitores de TRC	Con computadora de escritorio	8471410110 (EU)
	Con otra computadora de escritorio	8471500110 (EU)
	Monitores para PC	852841
	Monitores para video	852849
Monitores de pantalla plana	Monitores para PC	852851
	Monitores para video	852859

8471410110 y 8471500110, en el Anexo B [*Schedule B*] de la Oficina de Censos de Estados Unidos [*US Census Bureau*]). Dada la premisa de que todos los monitores de TRC exportados eran usados, se presupuso que las computadoras de escritorio exportadas, junto con monitores de TRC, también eran usadas. La información sobre exportaciones de México no diferencia entre computadoras de escritorio con y sin monitores de TRC, de aquí que probablemente se subestime un tanto este tipo de monitor para México.

2.5.1.2 Estimación de los valores unitarios umbral (z) que permiten diferenciar los bienes usados de los nuevos para distintas regiones de todo el mundo

Conforme a lo planteado por Terazono (2008), para la metodología aplicada en el presente estudio se presume que las exportaciones por debajo de un umbral de valor unitario corresponden a productos usados, mientras que las correspondientes a productos nuevos estarían por encima de este umbral. Se hace una sola excepción con los monitores de TRC: se da por hecho que no se exportan monitores de TRC nuevos desde América del Norte, ya que muy pocos se fabrican actualmente en el mundo, y en 2010, hasta donde los autores tienen conocimiento, ninguno se produjo en esta región. Por ello, independientemente del valor unitario promedio, se da por sentado que todas las exportaciones de monitores de TRC corresponden a productos usados.

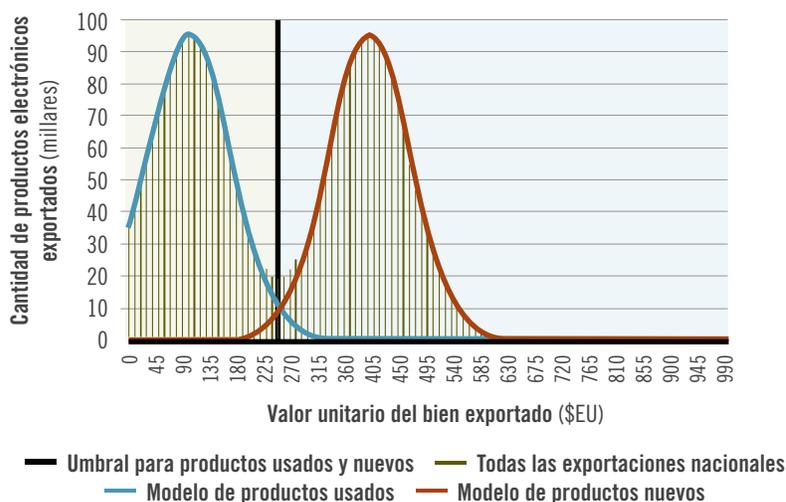
Con esta metodología se presume también que el valor unitario umbral correspondiente a productos nuevos y usados es uniforme en toda una región para un tipo de bien dado. El Banco Mundial clasifica las regiones del mundo por grupos de ingreso [42] y macrorregiones geográficas (conforme al

método de clasificación de las Naciones Unidas)⁷ [43]. La información correspondiente a Estados Unidos también se desglosó en función del transporte marítimo, aéreo y terrestre. El valor umbral z es el valle entre las distribuciones de productos usados y nuevos integradas en un histograma bimodal, según lo ilustrado en la gráfica 15 con datos hipotéticos.

Los valores de los umbrales se determinaron utilizando dos métodos independientes para fines de comparación. El primero utiliza el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) para cada región de destino del mundo [44]. La premisa es que los precios de exportación varían dependiendo del destino. Con el método NVEM se obtiene el umbral óptimo (z^*), que simultáneamente maximiza la varianza entre las modalidades (en este estudio, productos usados y nuevos) y minimiza la probabilidad de una caja de valor unitario (u) en el umbral óptimo o alrededor de éste. Un ejemplo del rango de umbrales derivado del método NVEM con base en información sobre exportaciones de Estados Unidos se muestra en la gráfica 16, con distribuciones aproximadas (las medias se conocen, no así las varianzas) superimpuestas en el histograma. Debido a la incertidumbre en el procedimiento con el método NVEM, se observa un rango de umbrales.

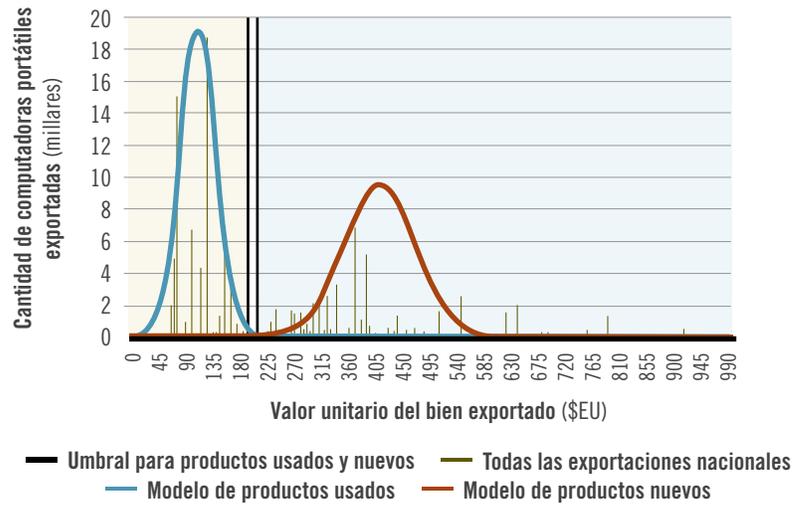
El segundo método para determinar los valores umbrales (PUB) aprovecha valores de referencia publicados correspondientes a bienes usados y aplica el mismo umbral a todas las regiones del mundo. Los valores de referencia a los que se tuvo acceso más fácil corresponden a Estados Unidos, y fue por ello que éstos se aplicaron a cada país. La gráfica 17 muestra los umbrales utilizados.

Gráfica 15: Método para determinar el umbral para productos usados y nuevos a partir de datos hipotéticos

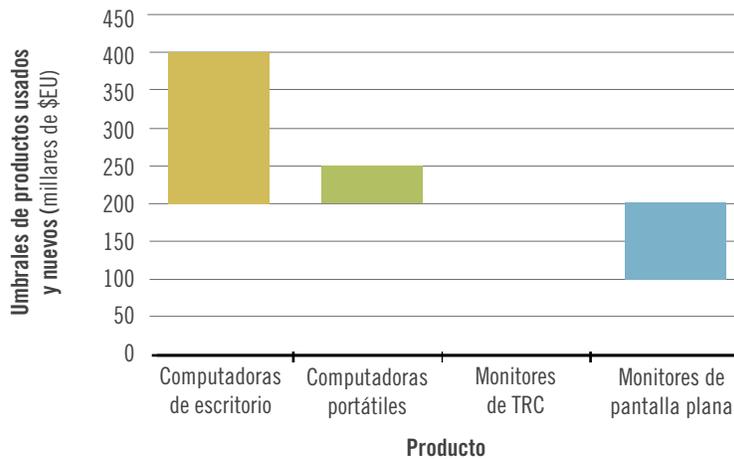


7. Para efectos del presente estudio se observan estas clasificaciones, a excepción de México, que se asigna a América del Norte. En el caso de México, de acuerdo con las clasificaciones de las Naciones Unidas, presenta un estatus ambiguo, y en otras partes este país queda asignado a América del Norte.

Gráfica 16: Ejemplo de histograma de exportación con rango de umbrales: exportación en 2010 de computadoras portátiles procedentes de Estados Unidos destinadas a países de ingreso medio alto en América Latina y el Caribe



Gráfica 17: Umbrales para productos usados y nuevos, por producto (excepto monitores de TRC, bajo la premisa de que todos son usados), obtenidos mediante el método de estimación a partir de material publicado (Pub)



En el presente estudio se presume que la magnitud del error debido a la incorporación de bienes nuevos en la suma por debajo del umbral es aproximadamente equivalente a la del error observado por incorporar bienes usados en la suma por encima del umbral. Este error realmente variará dependiendo de la magnitud y forma de las distribuciones.

2.5.1.3 Suma de la cantidad de bienes con un valor unitario por debajo del umbral exportados desde Estados Unidos hacia países socios

En este paso se suma el número de productos exportados que caen debajo del umbral entre productos usados y nuevos para

cada región del mundo. Los resultados se registran para cada método de estimación de umbrales y cada región del mundo. Se determinan los principales receptores de exportaciones.

2.5.1.4 Estimación del potencial de reexportación de exportaciones nacionales mediante la investigación de la actividad de reexportación del socio comercial principal

La información sobre exportaciones nacionales utilizada comprende detalles sobre el socio comercial en la operación, pero no necesariamente sobre el destino final, porque algunos socios comerciales después reexportan a su vez los

productos que importaron. Por ello, para obtener el potencial aproximado de reexportación luego de la importación precedente de América del Norte, se determinaron los índices para computadoras portátiles solamente con base en datos agregados de la base de datos Comtrade de las Naciones Unidas [12]. Obsérvese que este método presupone la misma probabilidad de reexportación en todos los valores unitarios en vez de distinguir productos usados de nuevos. En muy pocos países se hace la distinción de productos reexportados; por ello se formularon índices comparativos de exportaciones e importaciones para la mayoría de los países. Algunos países no registran información comercial ante las Naciones Unidas. Para los principales destinos de exportación en Estados Unidos, los flujos comerciales se infirieron a partir de los flujos de importación y exportación de los países que presentan informes con estos países. China recibió un tratamiento distinto porque se conoce como importante fabricante y exportador. Con base en información sobre exportaciones chinas a escala de embarque (HS International Inc., 2012), se determinaron los destinos de reexportación de computadoras portátiles usadas (con un valor menor a los \$EU250).

2.5.1.5 Variaciones metodológicas y de información por país

2.5.1.5.1 Datos de comercio sobre exportación de Canadá

Gracias a una solicitud presentada por la Dirección General de Estadísticas de Canadá (*Statistics Canada*, StatCan), se contó con información sobre exportaciones a escala de puertos. Lamentablemente, respecto de la mayor parte de los

productos que este informe abarca, la Agencia de Servicios Fronterizos de Canadá (*Canada Border Services Agency*) no registra declaraciones de las cantidades exportadas, aunque sí asienta las cantidades importadas de estos artículos. El cuadro 9 muestra la disponibilidad de datos sobre cantidades exportadas provenientes de información a escala de puerto de StatCan, así como de información comercial agregada de la base de datos Comtrade de las Naciones Unidas. Puesto que las cantidades constituyen un elemento fundamental del método, éste tuvo que modificarse en el caso de Canadá.

Con la premisa de que Canadá y Estados Unidos registran un ingreso per cápita bastante similar, como se plantea en la introducción, los patrones de exportación observados en Estados Unidos se aplicaron al valor de las exportaciones canadienses, como se muestra a continuación, en lo que se refiere a cada código de comercio y país de destino.

1. Mediante la combinación del valor del bien canadiense exportado v_{CAN} a un país de destino con el valor unitario de exportación promedio de Estados Unidos $\overline{u_{US}}$ al mismo país de destino (n), se estimó (ecuación 10) la cantidad de productos canadienses exportados q_{CAN} .

Ecuación 10: Cantidad total estimada de bienes exportados de Canadá

$$q_{n,CAN} = v_{n,CAN} * \overline{u_{n,EU}}$$

Cuadro 9: Disponibilidad datos sobre cantidades en la información comercial de Canadá

Producto	Producto específico	Código de exportación (CESA)	Información a escala de puerto de StatCan	Información agregada de Comtrade de las Naciones Unidas
Computadoras de escritorio	Computadoras de escritorio	847141	No se dispone de cantidades exportadas	No se dispone de cantidades exportadas
	Servidores	847149	No se dispone de cantidades exportadas	No se dispone de cantidades exportadas
	Otras computadoras de escritorio	847150	No se dispone de cantidades exportadas	No se dispone de cantidades exportadas
Computadoras portátiles	Computadoras portátiles	847130	No se dispone de cantidades exportadas	Cantidades exportadas
Monitores de TRC	Monitores para PC	852841	Cantidades exportadas	Cantidades exportadas
	Monitores para video	852849	No se dispone de cantidades exportadas	No se dispone de cantidades exportadas
Monitores de pantalla plana	Monitores para PC	852851	Cantidades exportadas	Cantidades exportadas
	Monitores para video	852859	No se dispone de cantidades exportadas	No se dispone de cantidades exportadas

- a. Si Canadá informa sobre la cantidad, se toma en consideración dicha cantidad, y no la estimación.
 - b. En el caso de las exportaciones destinadas a Estados Unidos, se sustituyen las importaciones estadounidenses.
2. Mediante la combinación de la cantidad de exportaciones canadienses estimadas o registradas a un país de destino (q_{CAN}) con la fracción correspondiente a bienes usados de las exportaciones estadounidenses al mismo país de destino ($q_{EU,Usados}/q_{EU}$), es posible estimar (ecuación 11) la cantidad de bienes usados exportados de Canadá ($q_{CAN,Usados}$). La fracción correspondiente a bienes usados de las exportaciones estadounidenses a cada país de destino se calcula tal como se describe en el siguiente apartado.

Ecuación 11: Cantidad estimada de bienes usados exportados de Canadá

$$q_{n,CAN,Usados} = q_{n,CAN} * q_{n,EU,Usados}/q_{n,EU}$$

- a. En los casos en que Canadá exporta a un país al que Estados Unidos no exporta, se sustituyen los datos de entrada de la ecuación con los correspondientes a un grupo de países pertinente (con base en la región geográfica y su ingreso).

2.5.1.5.2 Información sobre comercio de exportación en México

La información correspondiente al comercio de productos y bienes que se exportan e importan en México está a disposición del público en general de dos formas: como información agregada y a escala de embarque. La Secretaría de Economía mexicana administra una dinámica base de datos en línea que ofrece información de índole comercial (importaciones y exportaciones) para los diferentes códigos de comercio, entre los que figuran computadoras. Esta base de datos ofrece dos parámetros globales para cada uno de los códigos de comercio: valor del embarque (en dólares) y volumen del embarque (en unidades). El público en general tiene acceso gratuito a esta información.

Para el presente estudio se tuvo acceso a información de México sobre comercio a escala de embarque. La Administración General de Aduanas, entidad dependiente del Servicio de Administración Tributaria (SAT), cuenta con amplia información sobre la importación y exportación de bienes y productos, entre los que se incluyen computadoras; sin embargo, para tener acceso a esta información, es

preciso presentar una solicitud especial ante Infomex, entidad del gobierno federal que tiene como función facilitar el acceso a información pública a ciudadanos mexicanos.

Aprovechando las descripciones disponibles en los datos de comercio a escala de embarque, se examinó cada embarque y se clasificó como uno de los productos del presente estudio o bajo el concepto “otros”. Se utilizaron palabras clave como “accesorios” para asignar un embarque al rubro “otros”, mientras que una “unidad de procesamiento de datos” sugeriría una computadora de escritorio. Véase el apéndice 4 para una descripción detallada al respecto [45].

Desafortunadamente, en la información sobre comercio de México no se diferencian las exportaciones nacionales de las reexportaciones, y de ahí la posibilidad de que las cifras correspondientes a exportaciones utilizadas en este estudio estén sobreestimadas, en el sentido de que también incluyen las reexportaciones. Para Canadá y Estados Unidos, en cambio, sólo se consideraron las exportaciones.

2.5.1.5.3 Datos de comercio sobre exportación de Estados Unidos

Tras haber comparado todos los conjuntos de datos sobre exportaciones de Estados Unidos públicamente disponibles y al alcance de los autores, se seleccionaron tres. Dado que el conjunto ideal de datos de comercio sobre exportación de Estados Unidos, de registro detallado a escala de embarque, no está plenamente disponible,⁸ como tampoco lo está el conjunto de datos ideal a escala de puerto, se concibió un método para obtener estimaciones aproximadas de los valores unitarios y cantidades de las exportaciones a escala de puerto. Consúltense en el apéndice 4 información detallada sobre los cálculos realizados.

A fin de calcular el valor unitario aproximado a escala de puerto, es preciso contar con información sobre el peso (o cantidades) a escala de puerto, la cual es posible consultar en USA Trade Online. Lamentablemente, los conjuntos de datos utilizados no contienen esta información para embarques terrestres y, por ello, fue necesario recurrir a alternativas para exportaciones de Estados Unidos a Canadá y México. “Canadá y Estados Unidos participan en un ‘intercambio de información’, en que las estadísticas de exportación de cada país se derivan de la información sobre importaciones de la contraparte; de esta manera, no caben las diferencias sin explicación en sus estadísticas de comercio. No obstante, las diferencias prevalecientes entre las estadísticas oficiales de comercio de México tanto con Canadá como con Estados Unidos son mayúsculas” [1]. Por ello, para lo relacionado con las computadoras portátiles, se utilizó información de StatCan sobre importaciones canadienses a escala de puertos a fin de

8. Es posible encontrar este tipo de información en los Centros de Datos para Investigación Censal (*Census Research Data Centers*) como microdatos de operaciones de uso restringido (*Restricted-Use Transactions Microdata*), en: www.census.gov/ces/rdcresearch/. Sin embargo, es necesario pasar por un dilatado proceso, que toma aproximadamente seis meses, para tener acceso a la información solicitada.



obtener información sobre las exportaciones nacionales de Estados Unidos a Canadá. Para otros productos se empleó información a escala distrital de la base de datos Sicex [46]. También en esta base de datos puede consultarse información relativa a cantidades de productos exportados de Estados Unidos a México, así como de importaciones mexicanas con Estados Unidos como país de origen, a escala distrital. Debido a las profundas discrepancias en la información sobre importaciones en México, se emplearon datos sobre exportaciones nacionales de Estados Unidos a México a escala distrital.

2.5.2 Balance de masa

A fin de estimar las exportaciones de productos electrónicos usados, el método de balance de masa conserva la cantidad de productos que entran o salen de operaciones de intermediarios. Retomando el análisis de flujos de materiales exportados (gráfica 7), con la ecuación 12 es posible determinar la cantidad de exportaciones no conocida restando los flujos estimados (F). A manera de recordatorio, el flujo de computadoras y monitores de un elemento a otro puede indicarse de la siguiente forma: $F_{ComInstl}$ = Flujo de los sectores comercial e institucional hacia intermediarios.

Ecuación 12: Flujo de exportaciones en el método de balance de masa

$$Exportaciones = F_{IE} = F_{HI} + F_{ComInstl} + F_{ImI} - F_{IH} - F_{IComInst} - F_{IR} - F_{IL}$$

Al igual que con los pasos para determinar generación y recolección, se emplearon factores de escala de los sectores residencial y comercial e institucional para escalar las respuestas de las encuestas y obtener el total del país. Se permitió una variación de los factores de escala dentro de un intervalo de confianza de 95 por ciento.

2.5.3 Comparativa con otras fuentes

Para los países objeto del presente estudio se dispone de pocas comparaciones exhaustivas en materia de exportaciones. Para Estados Unidos se efectuaron ejercicios comparativos con un informe sobre productos electrónicos que la Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos (*US International Trade Commission*, USITC) elaboró en 2013 [47]. En el comunicado de prensa al respecto [48] se señala lo siguiente:

Recientemente la USITC concluyó la investigación para el representante de comercio de Estados Unidos. El informe se basa en información recogida mediante una encuesta de alcance nacional entre 5,200 reacondicionadores, recicladores, intermediarios, administradores de activos de tecnología de información y otros responsables de procesar productos electrónicos usados. Con una cobertura del año 2011, el informe se centra en equipo audiovisual, computadoras y periféricos, dispositivos de imagen digital, equipo de telecomunicación y componentes de estos productos.

El informe presenta un panorama general de la industria de productos electrónicos usados en Estados Unidos, incluida información sobre la recolección de estos artículos al interior del país, el porcentaje de los que se reacondicionan, en comparación con los que se reciclan, así como las características de los productos exportados. Además de ofrecer información sobre el tipo de empresa que exporta productos electrónicos usados y aquellas que importan estos productos de Estados Unidos, el informe presenta un análisis de los factores que afectan el comercio de estos productos.

Para fines de comparación con la investigación sobre exportaciones de unidades completas usadas de este estudio, se obtuvieron resultados de las encuestas sobre productos reacondicionados, refabricados y reparados. Esta categoría comprende “productos electrónicos usados que se recogen de sus usuarios originales, y se limpian y reparan o se devuelven a su estado funcional y se revenden. Esta categoría abarca productos que se desensamblan y revenden como partes electrónicas recuperadas para utilizarse en la reparación de otros productos electrónicos”. Aunque se exportan unidades completas para su reciclaje y eliminación, en los resultados de las encuestas no se hace una distinción entre unidades completas y partes y materiales destinados a reciclaje y eliminación.

El estudio de la USITC también registró estadísticas comerciales de 2011 correspondientes a exportaciones de numerosos productos a escala de embarque. Si bien el presente estudio se centra en 2010, se efectúa una comparación con los datos de 2011 porque numerosos encuestados informaron que las exportaciones en ese año fueron muy similares a las de años previos [47]. El estudio de la USITC no define un umbral para productos usados y nuevos; sin embargo, sí presenta estadísticas sobre los

valores más bajos (10, 25 y 50 por ciento) del comercio en función de su valor unitario promedio. Dado que los umbrales utilizados en el presente estudio se asemejan más al valor unitario promedio del 10 por ciento más bajo del comercio, a escala de embarque, éste fue el que se empleó como punto de comparación, salvo para los monitores de TRC, en cuyo caso se empleó el 100 por ciento del comercio porque se partió de la premisa que ningún monitor de TRC nuevo se exporta. Obsérvese que para las computadoras de escritorio no se aplicó el código de exportación 847150, a diferencia del método empleado aquí (véase el cuadro 8, *supra*).

2.6 Incertidumbres

Según lo descrito en los apartados anteriores, en cada una de las etapas de estimación se determinaron las incertidumbres asociadas. Los orígenes o principales fuentes de las incertidumbres asociadas a las estimaciones sobre generación, recolección y exportación utilizadas en el presente estudio en la aplicación de los métodos HSOTDM y de balance de masa se enumeran en el cuadro 10.

Cuadro 10: Fuentes de incertidumbre en las estimaciones

Fuente de incertidumbre	Generación	Recolección	Exportación
Precisión de los datos derivados de las encuestas y su extrapolación	HSOTDM y balance de masa	HSOTDM y balance de masa	Balance de masa
Hipótesis sobre escenarios de destino previsto al final de la vida útil del producto, menor reutilización y mayores exportaciones	Balance de masa	Balance de masa	Balance de masa
Estimación de los ciclos de vida útil de los productos a partir de respuestas a encuestas y material publicado	HSOTDM		
Estimación de los índices de recolección a partir de respuestas a encuestas y material publicado		HSOTDM	
Precisión de la información sobre ventas de productos nuevos	HSOTDM y balance de masa	HSOTDM y balance de masa	
Precisión de las estimaciones del peso de los productos	HSOTDM y balance de masa	HSOTDM y balance de masa	
Precisión de los datos de comercio, incluidas la elección del código de comercio por el exportador y las posibles divergencias entre destino final y destino registrado			HSOTDM



3. Resultados



En este apartado se presentan los resultados del análisis que, como parte del estudio, se efectuó en materia de generación, recolección y exportación de computadoras y monitores usados en 2010, además de proporcionar comparativas con otras estimaciones. Los resultados se presentan para cada país por separado (Canadá, gráficas 18-26; México, gráficas 27-36; Estados Unidos, gráficas 37-48), y posteriormente se realiza una comparación entre países (gráficas 49 y 50). Los datos a partir de los cuales se generaron estas gráficas para cada uno de los tres países se encuentran en el apéndice 5. En primer término se presentan los resultados obtenidos sobre generación y recolección correspondiente a los sectores residencial y comercial e institucional; en el siguiente apartado se comparan los resultados combinados con los resultados obtenidos sobre exportación. Estos resultados se presentan en términos de unidades para cantidades y en toneladas para peso. Además, la fracción de cada etapa ulterior del proceso se determina mediante una comparación con la etapa inicial del mismo: la recolección se compara con la generación y la exportación con la recolección. En las gráficas que muestran los resultados obtenidos tanto con el método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (*Hybrid Sales Obsolescence-Trade Data Method*, HSOTDM) como con el de balance de masa, las barras de error corresponden a los límites de un intervalo de confianza de 95 por ciento. A continuación se presentan las principales observaciones derivadas de los resultados.

3.1 Principales observaciones

3.1.1 Comparación entre métodos

3.1.1.1 Generación y recolección

- En términos metodológicos, los métodos HSOTDM y de balance de masa son similares para el cálculo de la generación y recolección de los sectores comercial e institucional y, por ende, sus resultados son previsiblemente similares.
- El método HSOTDM arroja resultados sistemáticamente más altos que el balance de masa para la generación y recolección residenciales. Esto podría obedecer a que los resultados obtenidos para el sector residencial con el HSOTDM se basan en información sobre ventas de cada producto, mientras que los factores de escala para el método de balance de masa se basan en un factor de escala promedio para todos los productos. Dado que la información sobre ventas arroja estimaciones más bajas sobre las ventas de monitores de TRC que las registradas a partir de las encuestas, el factor de escala promedio es menor que el de las computadoras y monitores de pantalla plana, lo que probablemente da como resultado flujos subestimados para estos productos.

3.1.1.2 Exportaciones

- Puede esperarse que los resultados obtenidos con el método HSOTDM para exportaciones correspondan a una estimación en el límite inferior debido principalmente a una clasificación intencional o no intencionalmente errónea de los bienes exportados. Para la mayoría de los productos en Canadá y Estados Unidos, la estimación sobre exportaciones generada a partir del método HSOTDM es previsiblemente menor que la obtenida con el balance de masa. La combinación y comparación de estos métodos resulta de suma utilidad para estimar el rango de computadoras y monitores usados exportados desde estos países. Sin embargo, con el método HSOTDM se estimaron cantidades considerablemente mayores exportadas desde México que con el balance de masa. En general se ha demostrado que las cantidades y valores de las exportaciones mexicanas han resultado, durante muchos años, más elevados que las importaciones correspondientes en Estados Unidos. Es probable que, por esta razón, el método HSOTDM arroje sobreestimaciones de las cantidades exportadas de México.
- Con el HSOTDM pueden predecirse los destinos de las exportaciones de productos electrónicos usados gracias a que se basa en datos de comercio. La información sobre las exportaciones nacionales da cuenta del socio comercial en la exportación, pero no necesariamente del destino final, porque algunos de los socios comerciales reexportarán los bienes importados. Miller (2012) demostró, desde una perspectiva de exportaciones estadounidense, que se esperaba que algunos de los principales países de destino de computadoras portátiles usadas exportaran gran parte de estos productos importados, mientras que otros exportaron cantidades considerablemente reducidas [6]. De los diez principales receptores de computadoras portátiles usadas en 2010 procedentes de Estados Unidos, se estima que Líbano, Hong Kong, los Emiratos Árabes Unidos, el Reino Unido y China reexportan entre 20 y 48 por ciento de sus computadoras portátiles usadas. Se estima que, de entre los diez principales receptores restantes de computadoras portátiles usadas en 2010 procedentes de Estados Unidos, Argentina, Canadá, Chile, Bolivia y México reexportan apenas entre 0.1 y 1.8 por ciento de sus computadoras portátiles usadas. Estas conclusiones coinciden con las expectativas de que algunos centros de comercio conocidos,

principalmente aquellos cuyas poblaciones son relativamente pequeñas, como Hong Kong, puedan reexportar una parte de sus importaciones a destinos regionales. Ante esta realidad, los resultados de la exportación a países de destino específicos que se sabe que reexportan probablemente sobreestiman la cantidad de productos electrónicos usados que permanecen en ese país.

3.1.2 Comparativa por país

3.1.2.1 Generación y recolección

- La generación y recolección de computadoras y monitores usados son más o menos proporcionales a la población de los países y su ingreso per cápita: Estados Unidos cuenta con la mayor población y, por mucho, registra la generación y recolección estimadas más altas. Aunque la población en México es mayor que la de Canadá, el ingreso per cápita de los canadienses es considerablemente más alto y, por ende, su poder adquisitivo, lo que quizás explica por qué la generación y recolección en estos dos países es casi la misma.

3.1.2.2 Exportaciones

- Las estimaciones de exportaciones con el método HSOTDM no anticipan grandes diferencias en las cantidades de exportaciones de computadoras y monitores usados entre los países objeto de análisis; el método de balance de masa, en cambio, arroja estimaciones de exportaciones más altas para Estados Unidos, lo cual guarda mayor proporción con sus cantidades más altas en cuanto a generación y recolección. Varios factores dan cuenta de ello. Algunos exportadores de productos electrónicos usados, sobre todo en Estados Unidos y Canadá, en un intento por contravenir restricciones, probablemente con toda intención hayan clasificado mal algunas exportaciones de computadoras y monitores usados, lo que se traduce en una estimación de exportaciones más baja con el método HSOTDM. De haberse intensificado las iniciativas de reciclaje en Canadá y Estados Unidos se habría logrado un mayor procesamiento interno de estos bienes con la consecuente disminución en sus exportaciones; asimismo, ello habría dado lugar a acuerdos contractuales en los que quedarían excluidas las exportaciones de productos electrónicos usados.

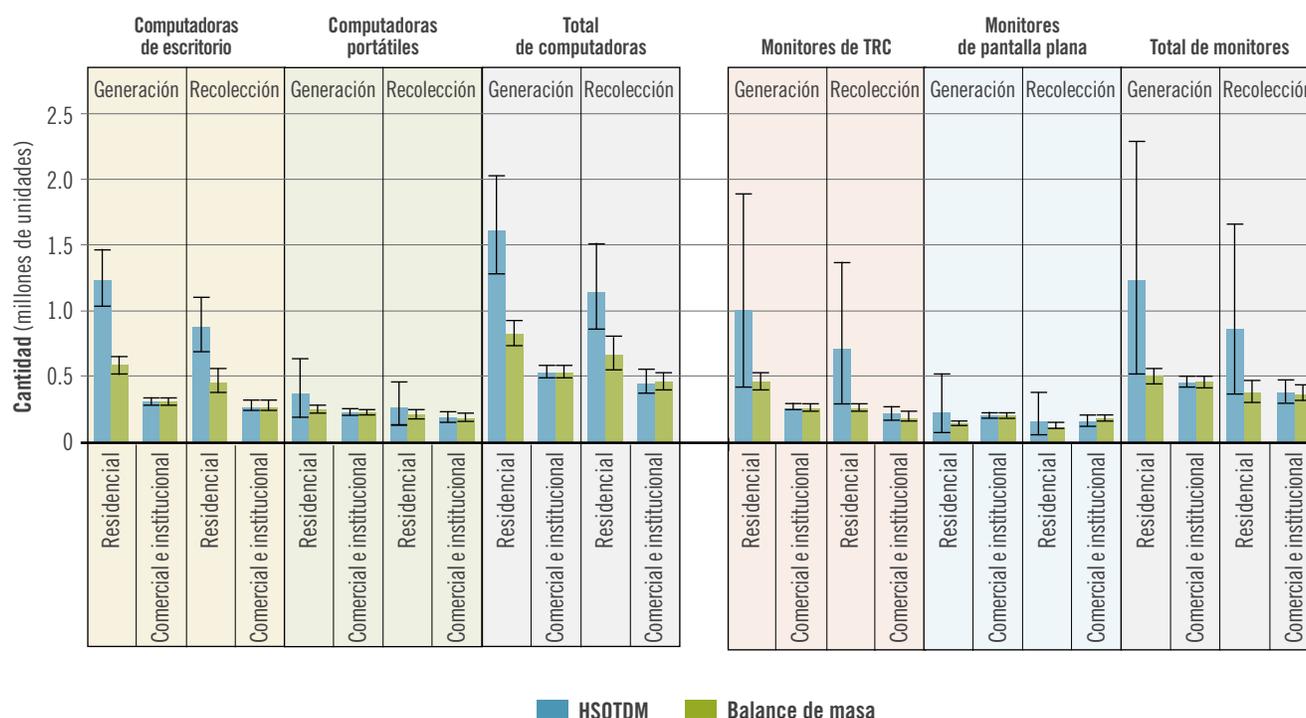
3.2 Canadá

- La cantidad de computadoras y monitores usados generada es similar a la recolectada, con apenas una mayor cantidad de computadoras generadas y recolectadas que de monitores. El peso de los monitores generados y recolectados, sin embargo, es mayor que el de las computadoras porque el peso unitario de aquellos es más elevado.
- El peso de las computadoras usadas generadas es más bajo de lo que aparece en una proyección realizada en 2006, pero el peso de los monitores usados generados concuerda bastante con ella. El peso de computadoras y monitores usados recolectados y depositados en rellenos sanitarios concuerda en general con las estimaciones que, a partir de una combinación de estimaciones empíricas, se realizaron de estas cifras. Estas estimaciones abarcan informes anuales generados a partir de programas provinciales orientados a la recolección de productos electrónicos usados, así como de auditorías efectuadas a rellenos sanitarios.

- La fracción estimada de computadoras y monitores usados recolectados, en comparación con la de computadoras y monitores generados, es bastante elevada: entre 70 y 80 por ciento. La fracción estimada para las exportaciones en función del total recolectado es de entre 4 y 10 por ciento, en promedio, para computadoras usadas y entre 1 y 30 por ciento, en promedio, para monitores usados.
- Los principales destinos de computadoras y monitores usados fueron países de alto ingreso miembros de la OCDE (63 por ciento de los casos) y países de ingreso medio a alto (14 a 17 por ciento). Las principales regiones de destino fueron Europa (29 a 32 por ciento) y América del Norte (31 a 34 por ciento), seguidas de Asia (21 a 24 por ciento) y Latinoamérica (11 a 13 por ciento).
- Entre los principales países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados se incluyen Estados Unidos, Francia, Italia, Emiratos Árabes Unidos, Sri Lanka, Alemania, Reino Unido, Chile, China y Perú.

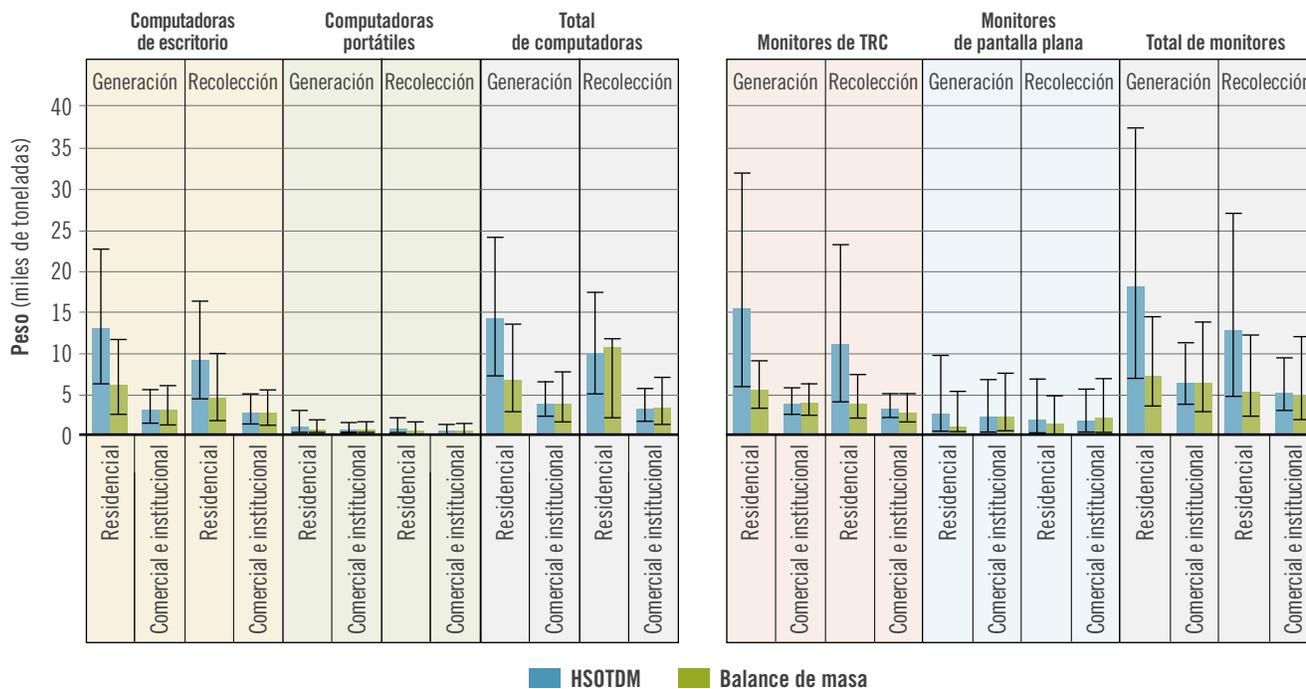
3.2.1 Generación y recolección

Gráfica 18: Comparativa de cantidades generadas y recolectadas en Canadá, por producto, sector y método de estimación empleado



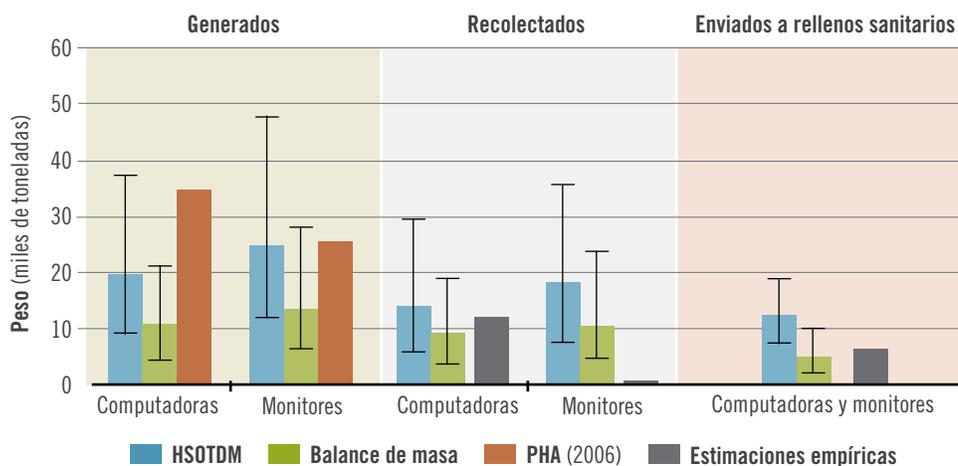
Nota: Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 19: Comparativa de pesos generados y recolectados en Canadá, por producto, sector y método de estimación empleado



Nota: Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 20: Comparativa de pesos generados y recolectados en Canadá, por producto y método de estimación empleado

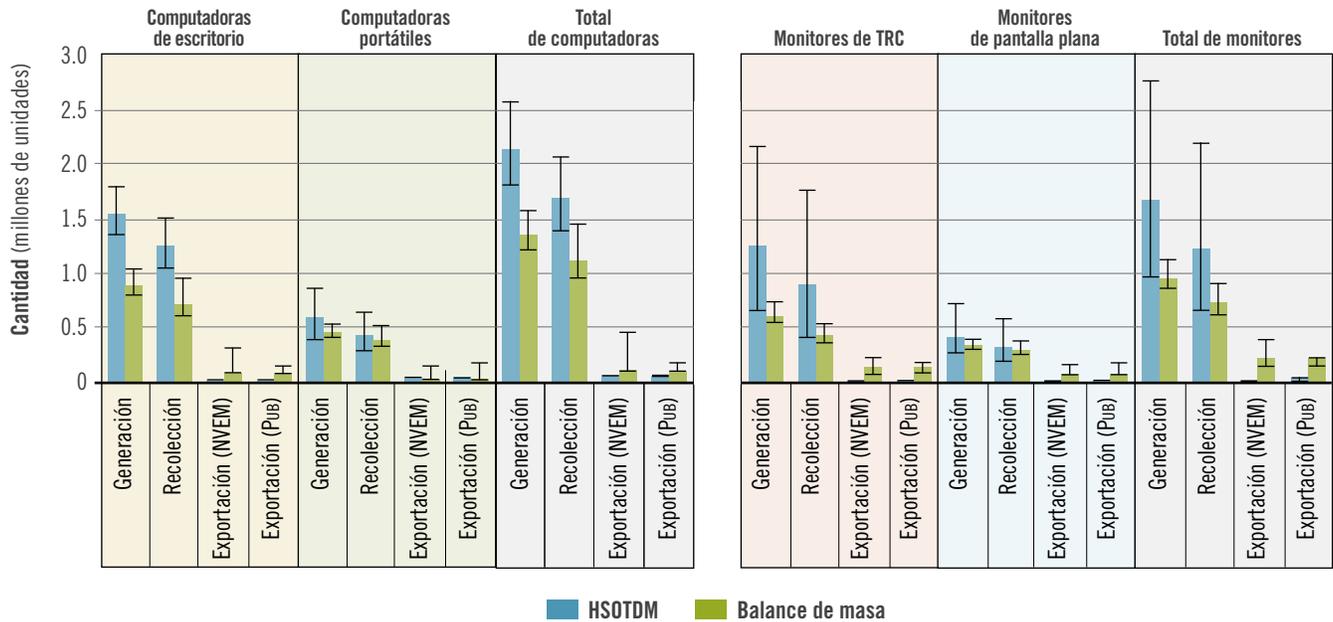


Fuente: Estimaciones empíricas compiladas de programas provinciales y proyecciones de PHA Consulting Associates (2006) [49].

Nota: Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

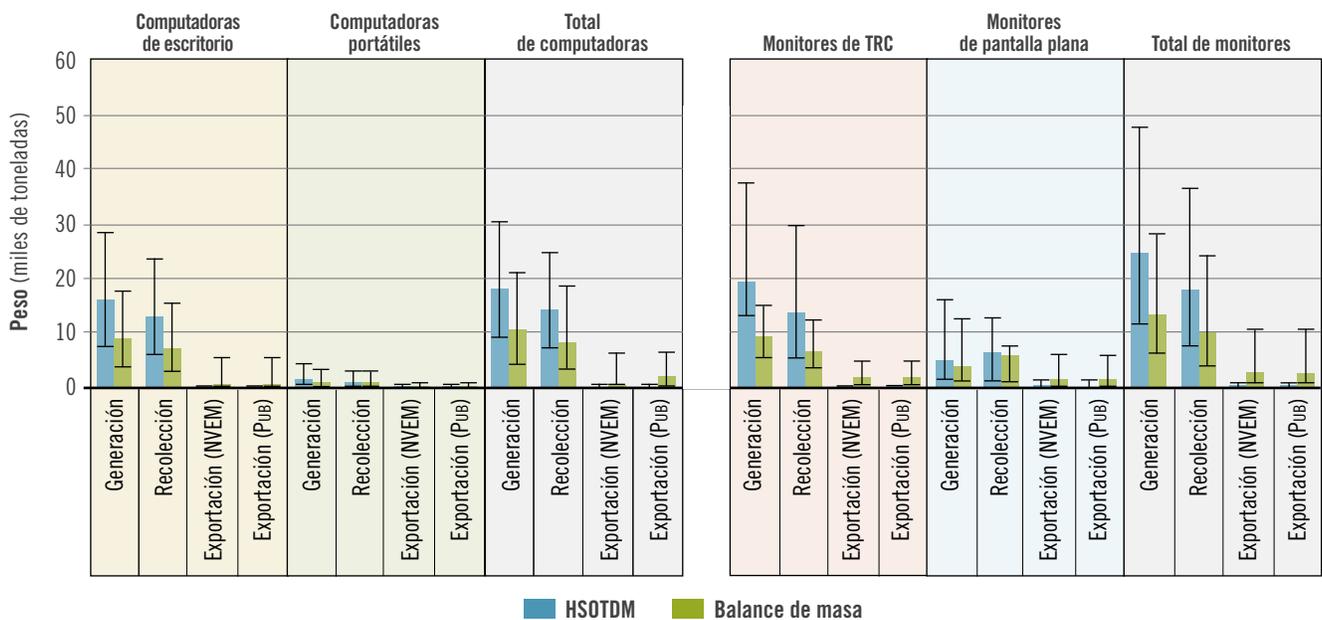
3.2.2 Generación, recolección y exportación

Gráfica 21: Comparativa de cantidades generadas, recolectadas y exportadas en Canadá, por producto, sector y método de estimación empleado



Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las cantidades exportadas se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

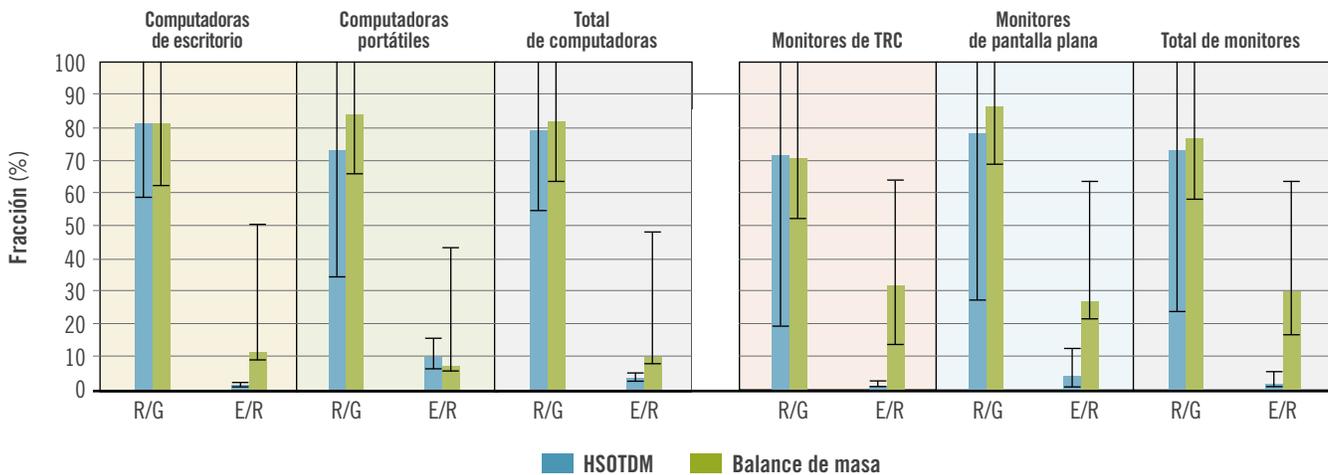
Gráfica 22: Comparativa de pesos generados, recolectados y exportados en Canadá, por producto, sector y método de estimación empleado



Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como los umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

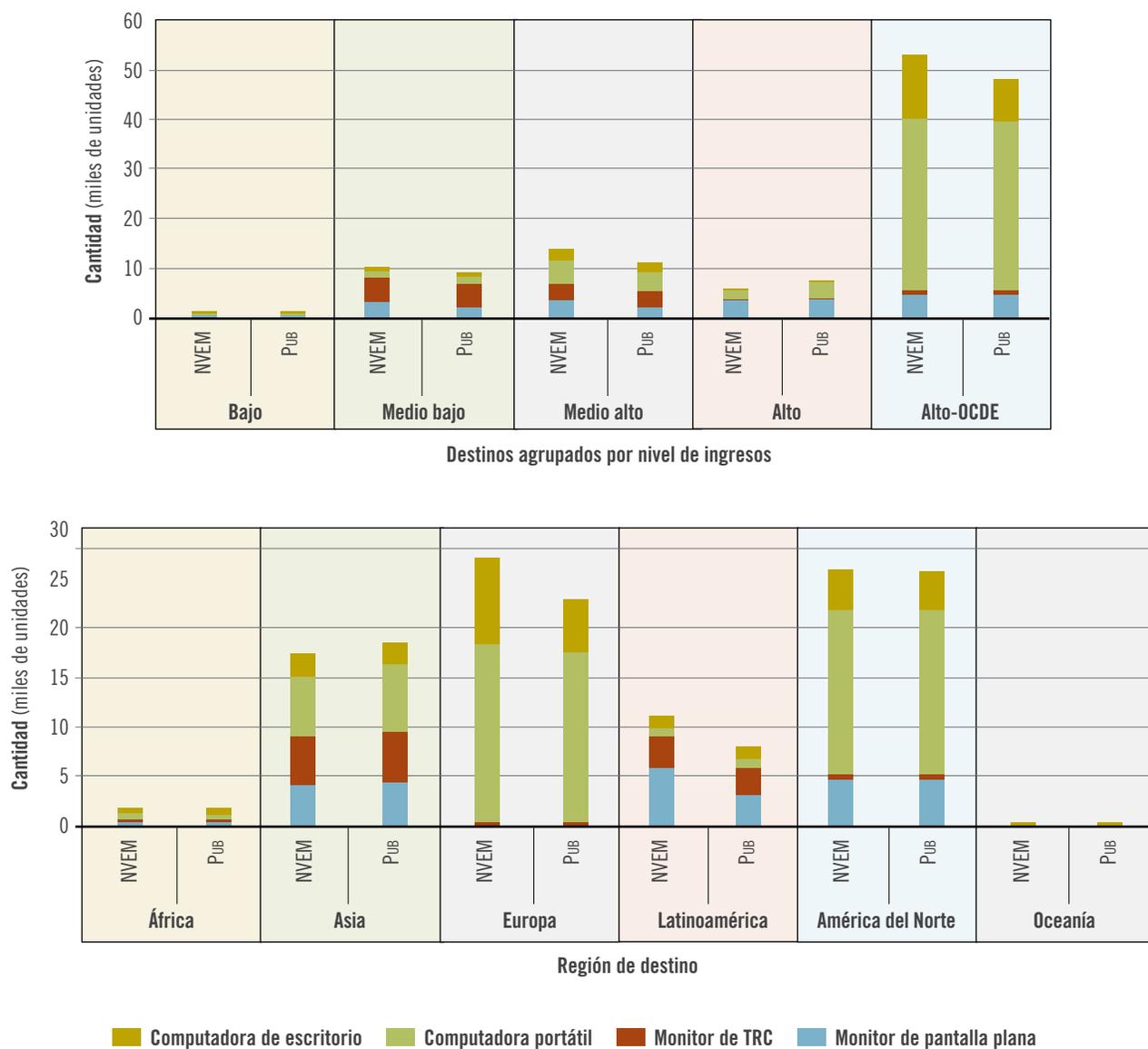


Gráfica 23: Comparativa de las fracciones recolección/generación (R/G) y exportación/recolección (E/R) en Canadá, por producto y método de estimación empleado



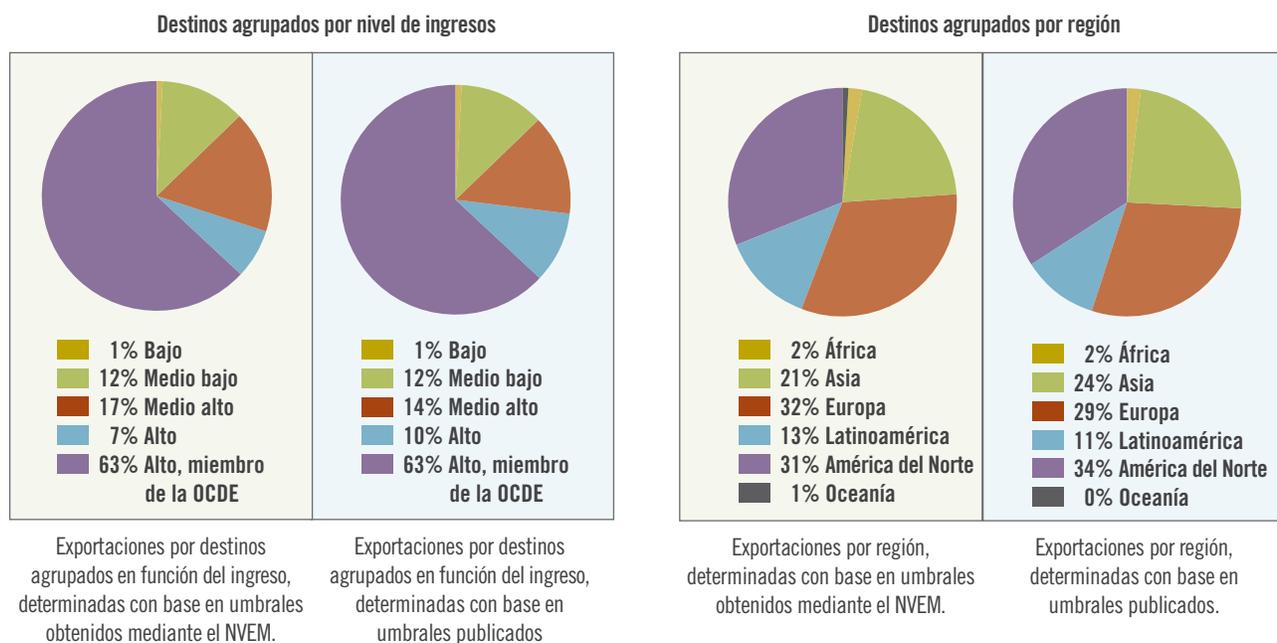
Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron mediante una combinación de los dos métodos descritos (NVEM y PUB). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento, con base en la cantidad. Aunque el peso tiene los mismos valores fraccionarios medios, los intervalos de confianza son mayores debido a la incertidumbre en los pesos unitarios.

Gráfica 24: Comparativa de productos electrónicos usados exportados desde Canadá a destinos agrupados por nivel de ingresos (parte superior) y por región (parte inferior), por producto



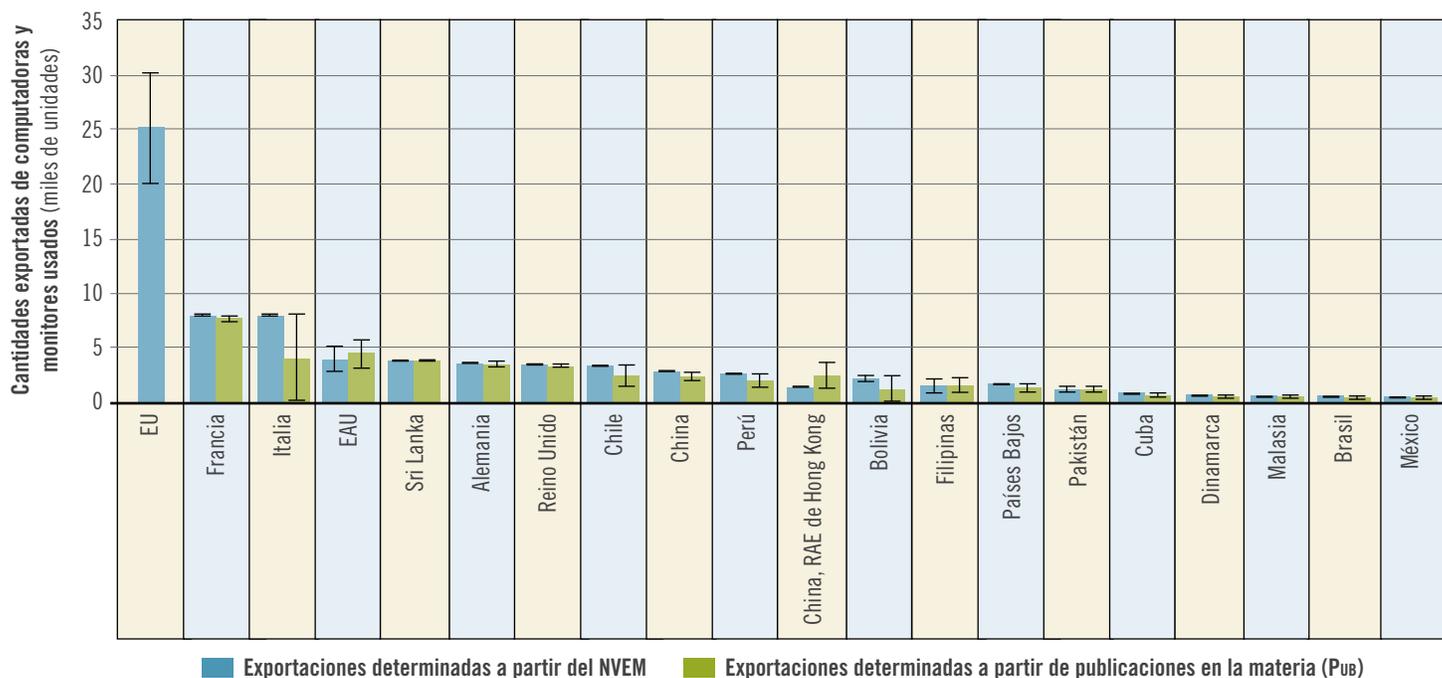
Nota: Con el enfoque HSOTDM, las cantidades exportadas se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como los umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB).

Gráfica 25: Comparativa de exportaciones de computadoras y monitores usados de Canadá a destinos agrupados por nivel de ingresos (izquierda) y por región (derecha)



Nota: Con el enfoque HSOTDM, las cantidades exportadas se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method, NVEM*) como los umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB).

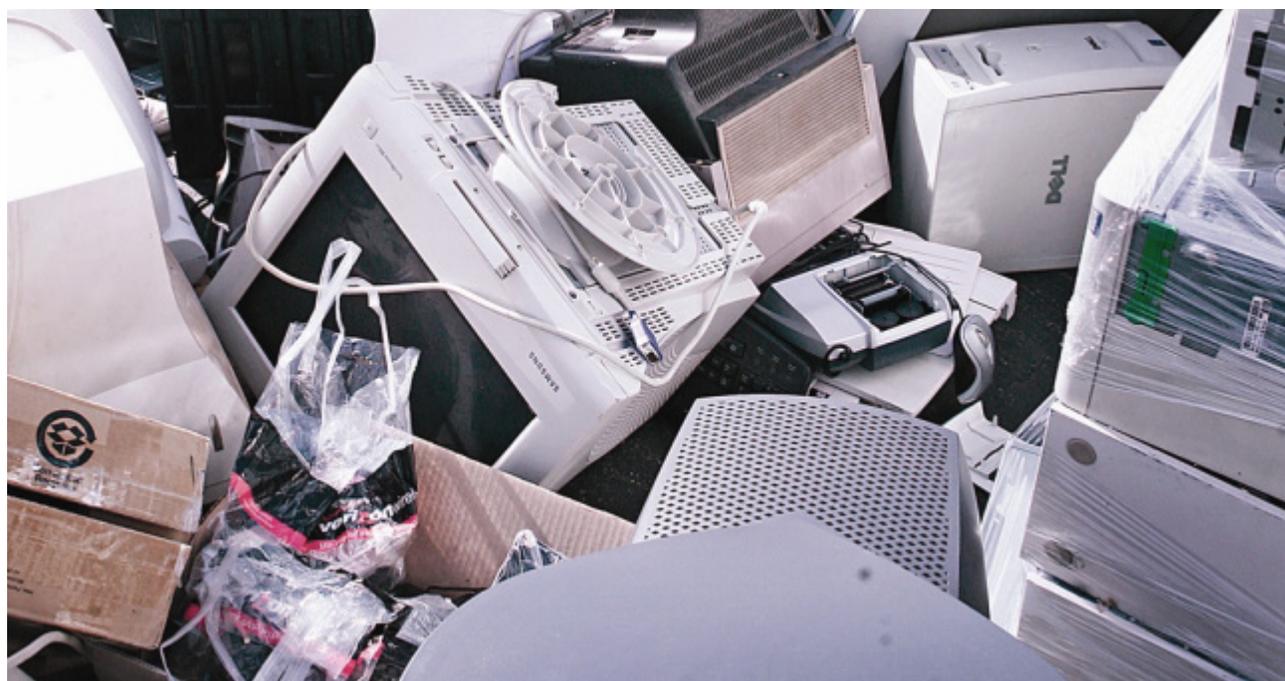
Gráfica 26: Principales 20 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados desde Canadá



Notas: Países de destino de exportaciones canadienses, determinadas con base en valores obtenidos para EU mediante el método HSOTDM y aplicados a información sobre exportaciones de Canadá debido a limitaciones de información. Las barras de error reflejan el rango de los umbrales estimados a partir de ambos métodos (NVEM y PUB). RAE = Región Administrativa Especial.

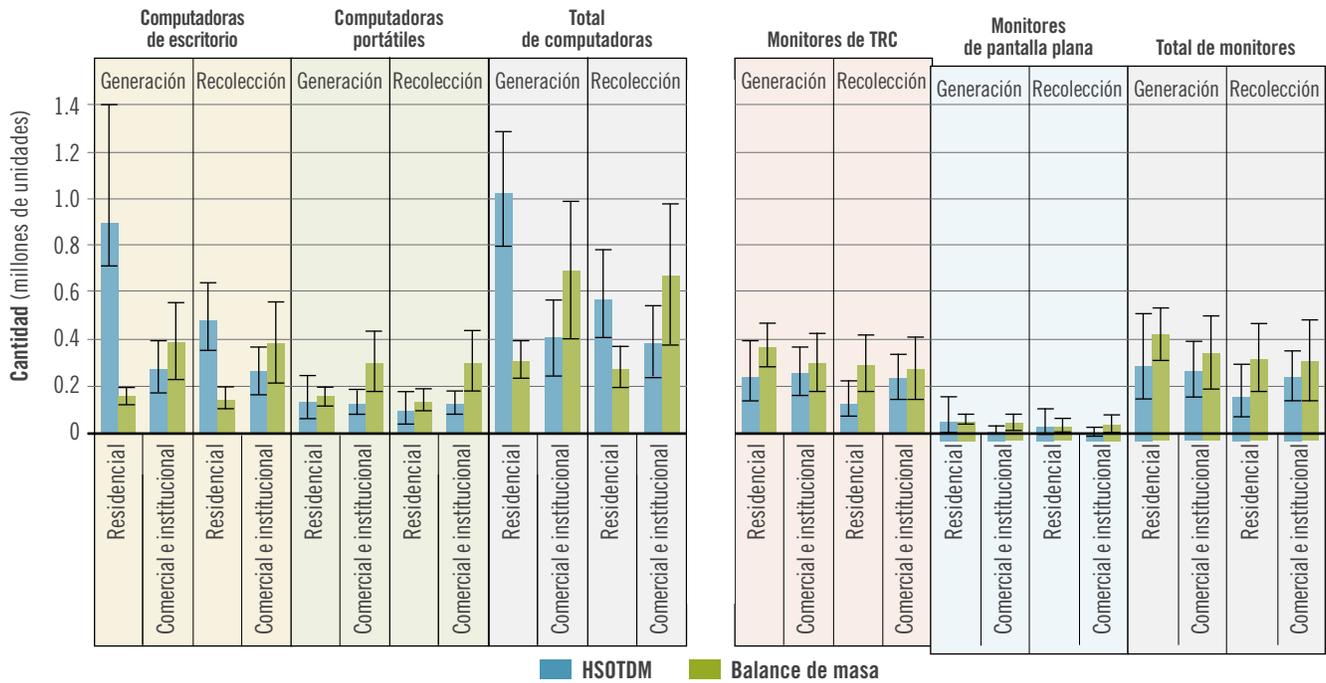
3.3 México

- Al igual que ocurre con Canadá, las cantidades de computadoras y monitores usados generados y recolectados en México son similares, aunque el número de computadoras generadas y recolectadas es ligeramente mayor al de monitores. El peso de los monitores generados y recolectados, sin embargo, es mayor que el de las computadoras debido a que tienen un peso unitario más alto.
- Aunque las estimaciones de generación para computadoras portátiles y de escritorio obtenidas con los métodos HSOTDM y de balance de masa son considerablemente menores que las derivadas de un estudio efectuado por Román Moguel (2012), al aplicar a las cantidades generadas la fracción estimada correspondiente a la recolección se obtienen cifras de unidades recolectadas equivalentes a las estimaciones del presente estudio.
- El índice de recolección de 20 por ciento estimado a partir de Román Moguel (2012) es considerablemente más bajo que lo estimado en este estudio, que oscila entre 70 y 100 por ciento. Estas amplias diferencias obedecen a las distintas premisas y metodologías aplicadas.
- Con el método HSOTDM, la fracción de computadoras y monitores usados recolectados que se exporta resulta exageradamente elevada —casi de 100 por ciento—, aunque con el método de balance de masa, ésta se ubica entre 31 y 33 por ciento.
- En cuanto a las exportaciones de computadoras de escritorio y monitores de pantalla plana usados, las estimaciones obtenidas con el HSOTDM superan con mucho las generadas con el método de balance de masa. Entre los factores que pueden dar cuenta de ello están los siguientes:
 - Los datos de comercio sobre exportación de México no distinguen entre exportaciones nacionales y reexportaciones, lo que significa que buena parte del comercio reflejado podría corresponder a reexportaciones.
 - Prevalece una problemática general, antes descrita, en torno a una tendencia que abarca todas las categorías de comercio y que consiste en que las cantidades las exportaciones registradas que salen de México con destino a Estados Unidos son mayores que las importaciones registradas en Estados Unidos procedentes de México.
 - México participa en la fabricación y ensamblaje de computadoras y monitores de pantalla plana. Tal vez los umbrales de productos usados y nuevos que se aplican sean demasiado elevados y capten exportaciones de productos nuevos de menor valor.
- Según lo determinado mediante el método HSOTDM, Estados Unidos representa el destino principal de exportaciones. Este método establece que los países de ingreso alto, miembros de la OCDE, junto con los de América del Norte, son los principales destinos de exportación. Los Países Bajos convierten a Europa en el segundo destino de mayor importancia.



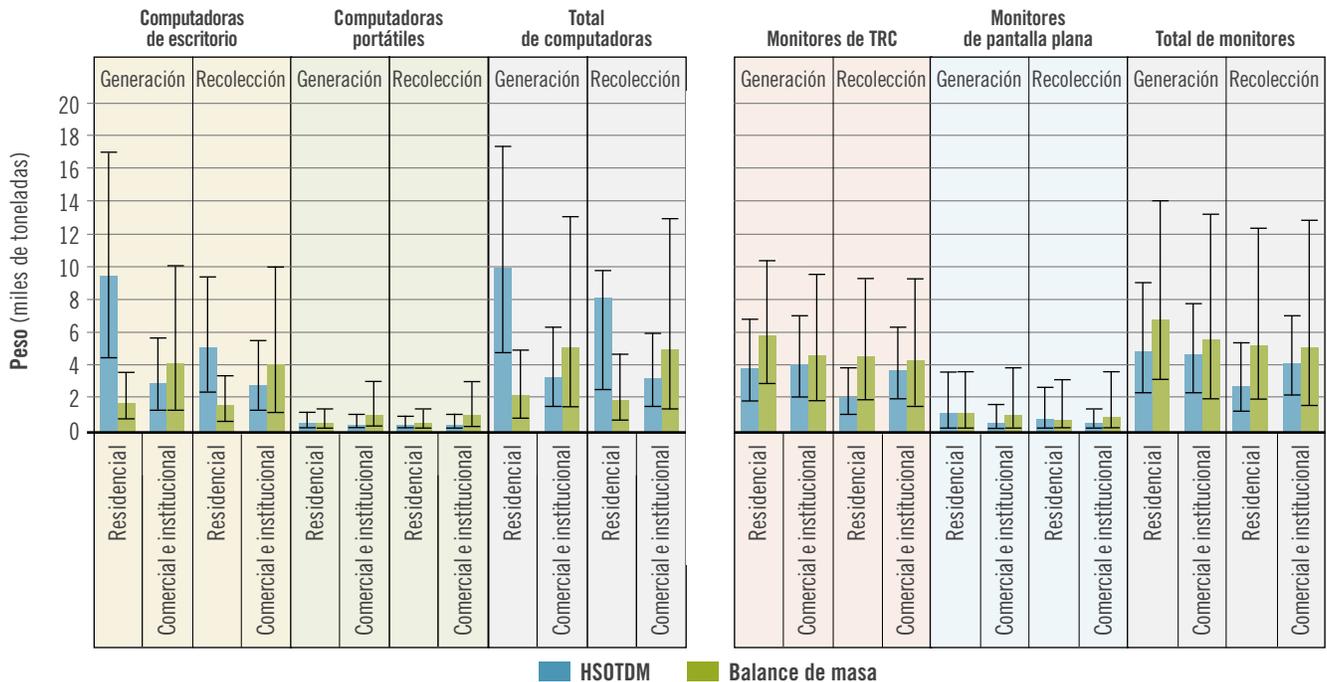
3.3.1 Generación y recolección

Gráfica 27: Comparativa de cantidades generadas y recolectadas en México, por producto, sector y método de estimación empleado



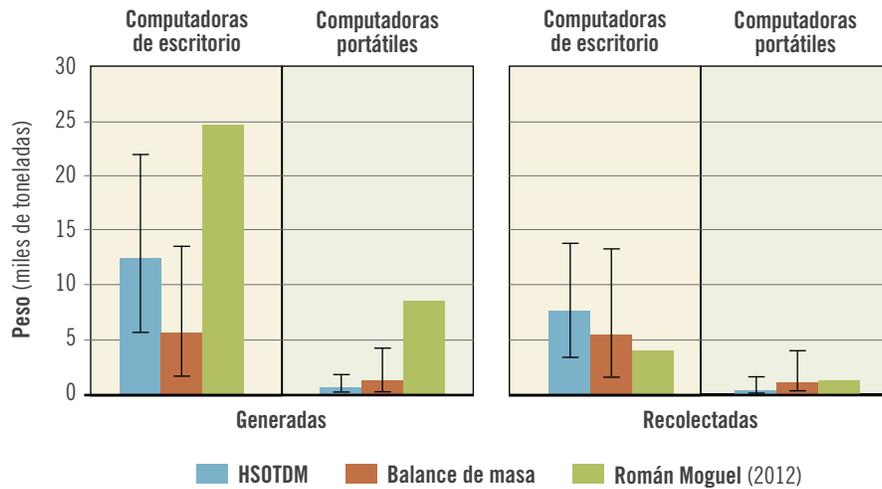
Nota: Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 28: Comparativa de pesos generados y recolectados en México, por producto, sector y método de estimación empleado



Nota: Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 29: Comparativa de pesos generados y recolectados en México, por producto y método de estimación empleado

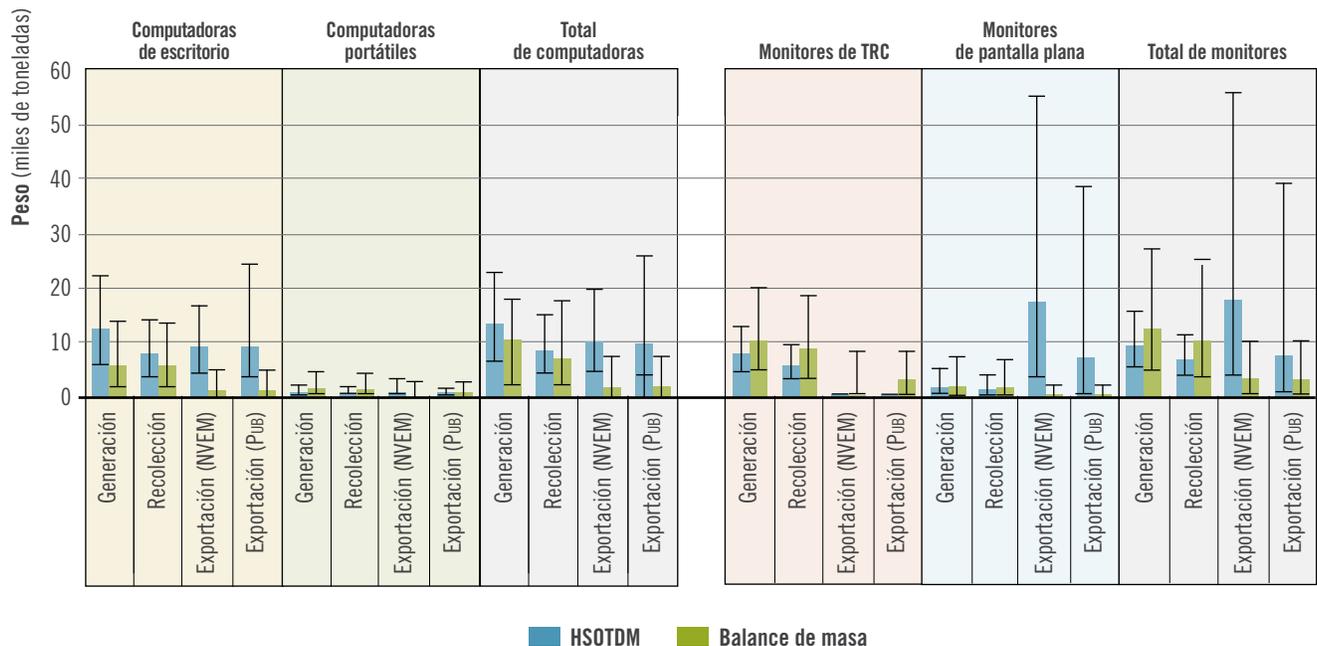


Fuente: Estimaciones derivadas de trabajo relacionado, cuyo informe se presenta en [19].

Nota: Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

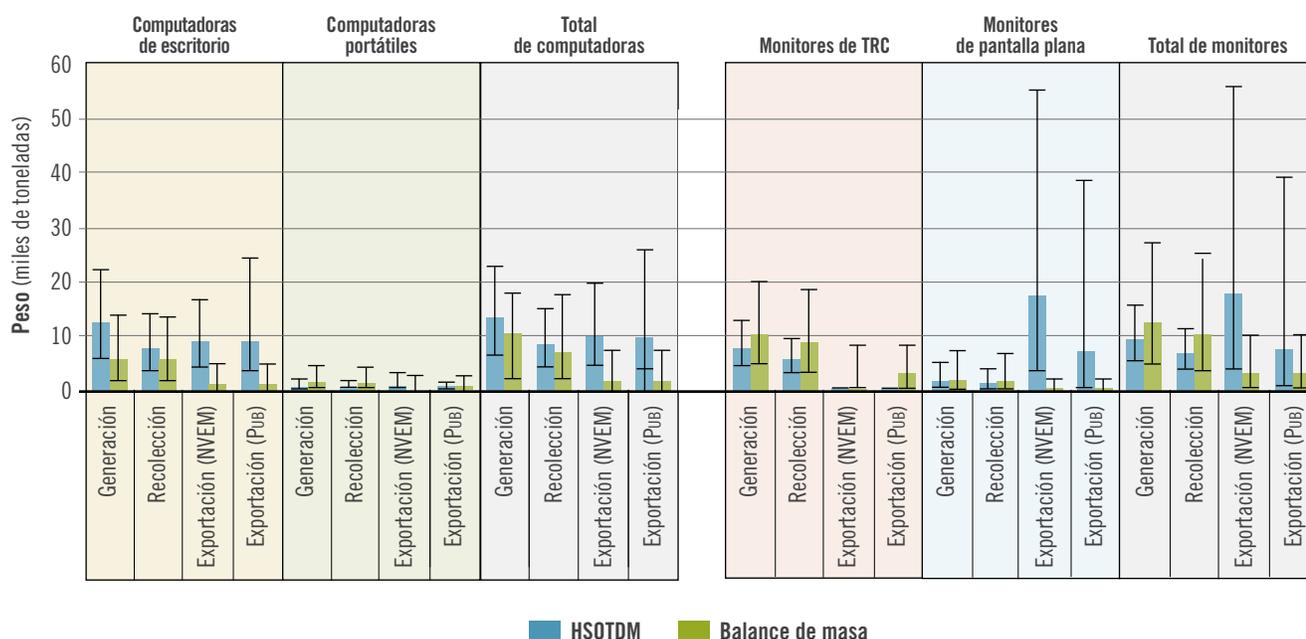
3.3.2 Generación, recolección y exportación

Gráfica 30: Comparativa de cantidades generadas, recolectadas y exportadas en México, por producto, sector y método de estimación empleado



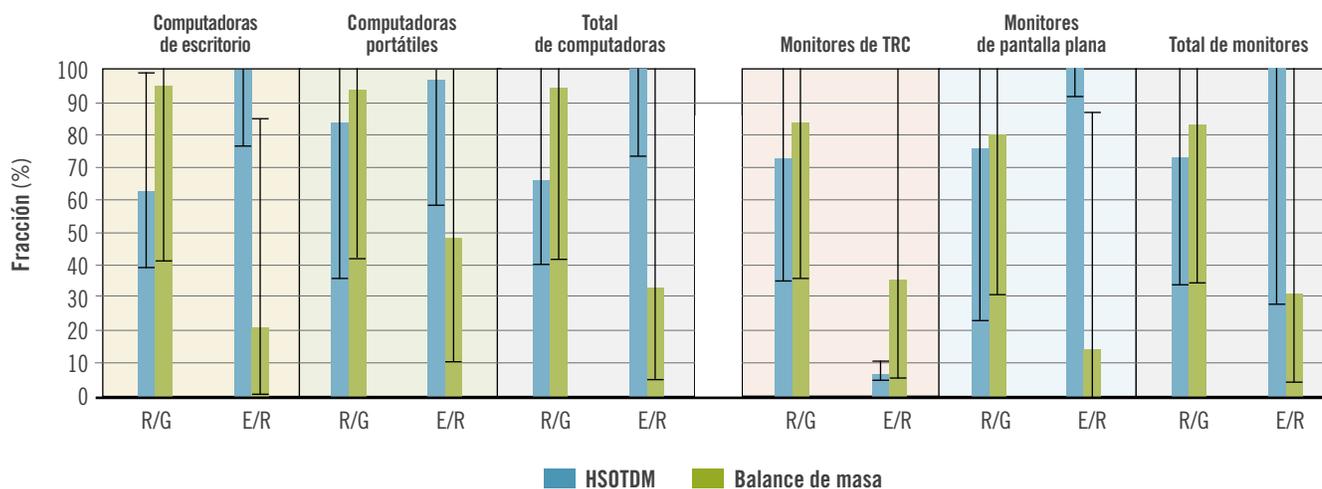
Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como los umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 31: Comparativa de pesos generados, recolectados y exportados en México, por producto, sector y método de estimación empleado



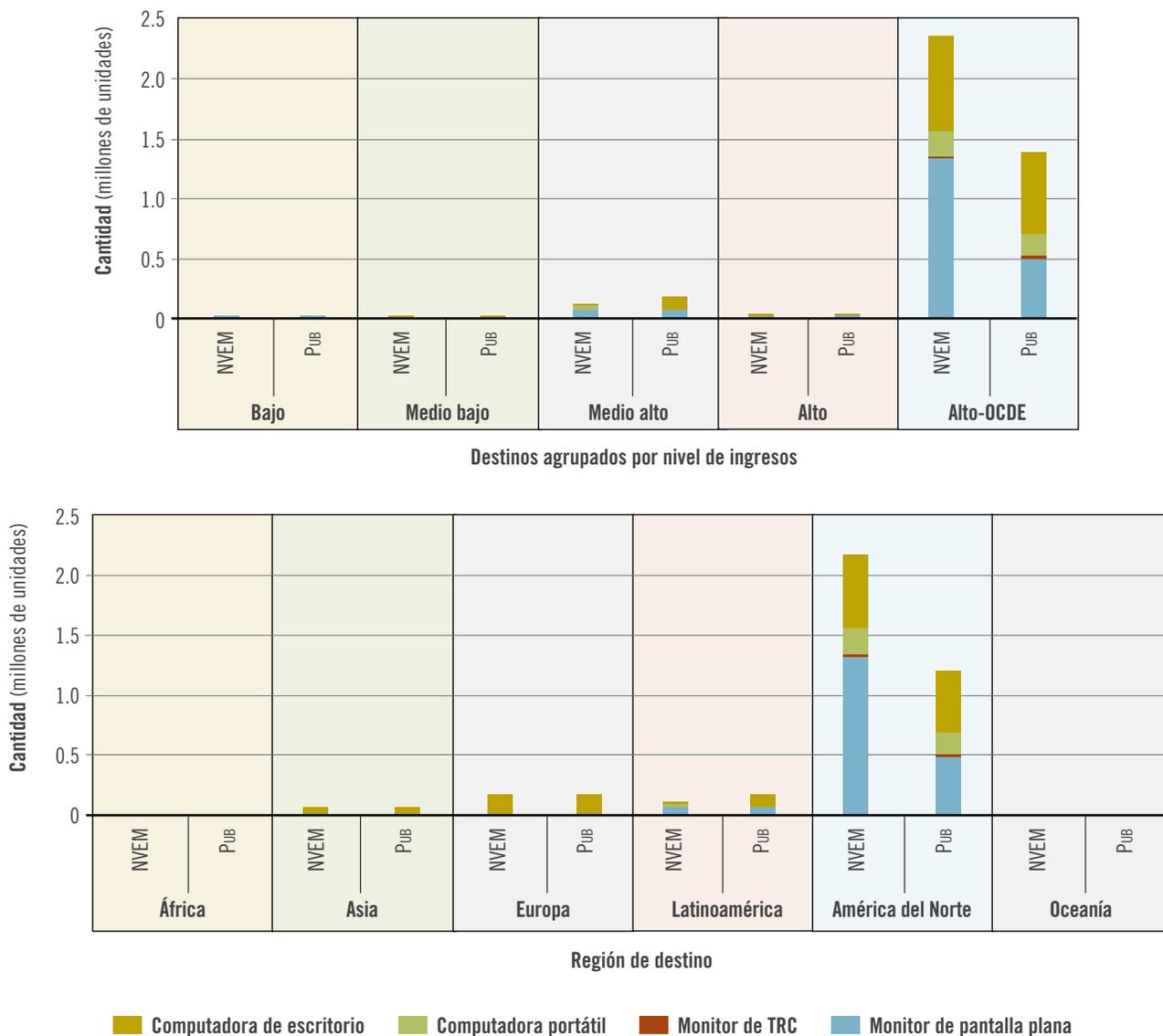
Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como los umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (Pub). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 32: Comparativa de las fracciones recolección/generación (R/G) y exportación/recolección (E/R) en México, por producto y método de estimación utilizado



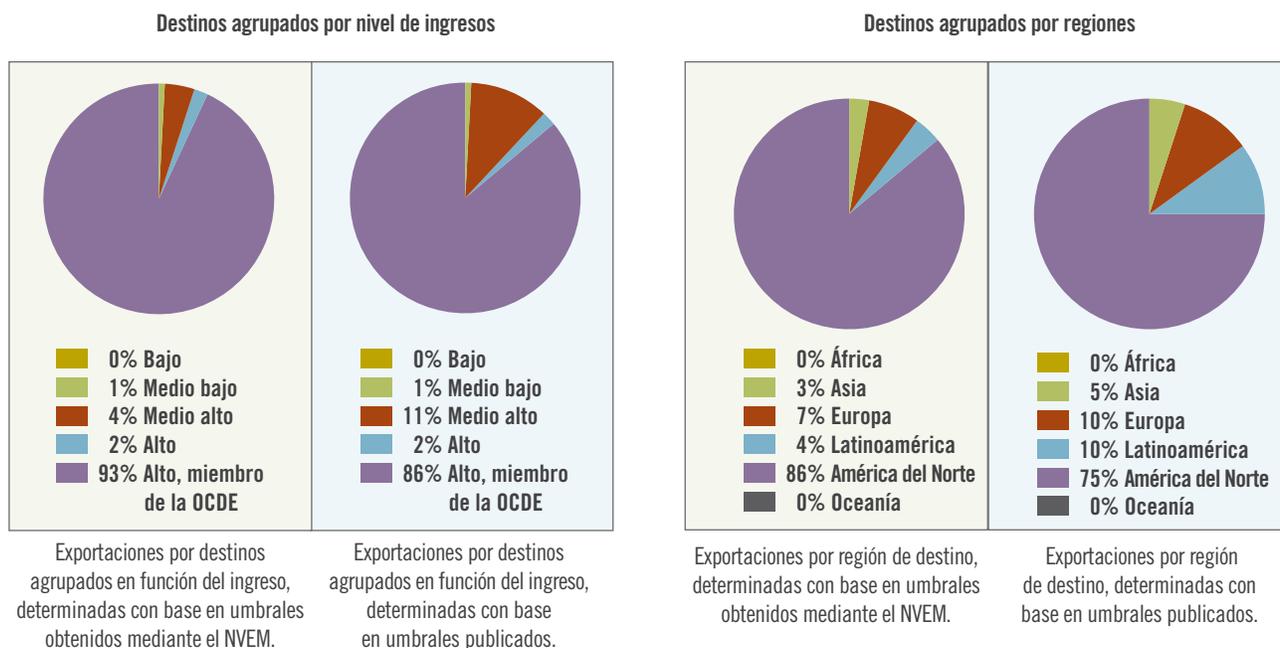
Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron mediante una combinación de los dos métodos descritos (NVEM y Pub). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento, con base en la cantidad. Aunque el peso tiene los mismos valores fraccionarios medios, los intervalos de confianza son mayores debido a la incertidumbre en los pesos unitarios.

Gráfica 33: Comparativa de productos electrónicos usados exportados de México a destinos agrupados por ingresos (parte superior) y por región (parte inferior), por producto



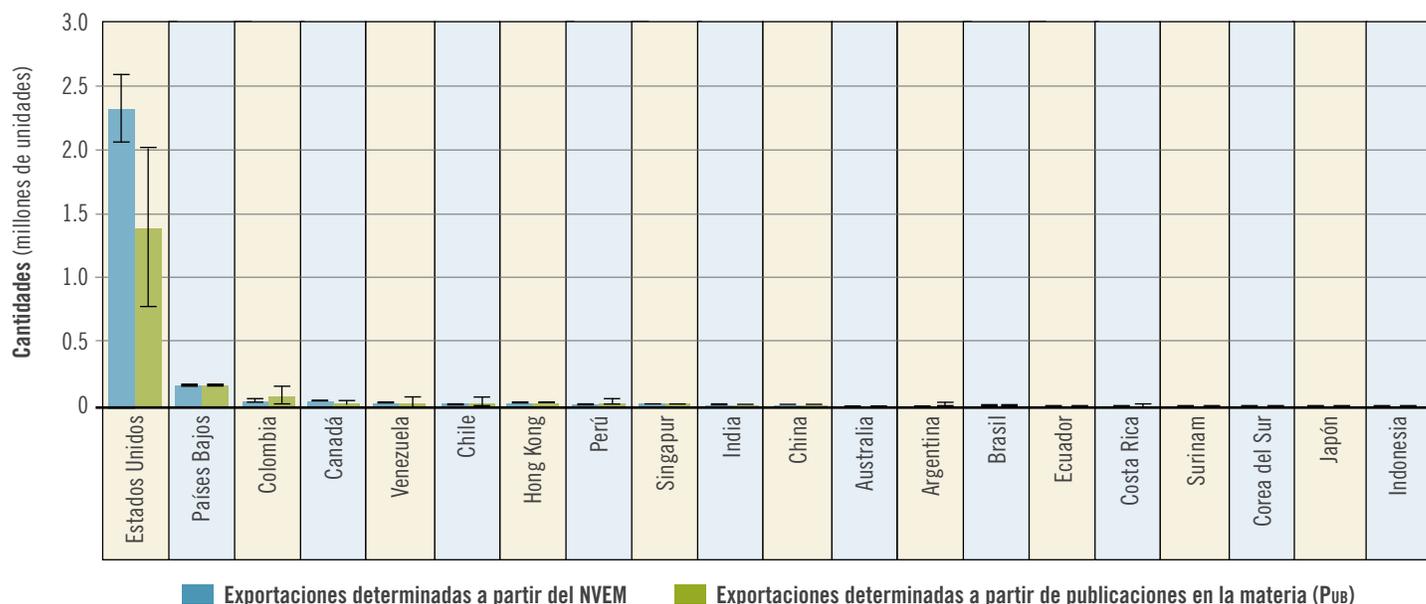
Nota: Con el enfoque HSOTDM, las cantidades exportadas se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como los umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB).

Gráfica 34: Comparativa de exportaciones de computadoras y monitores usados de México a destinos agrupados por ingresos (izquierda) y por región (derecha)



Nota: Con el enfoque HSOTDM, las cantidades exportadas se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como los umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB).

Gráfica 35: Principales 20 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados desde México

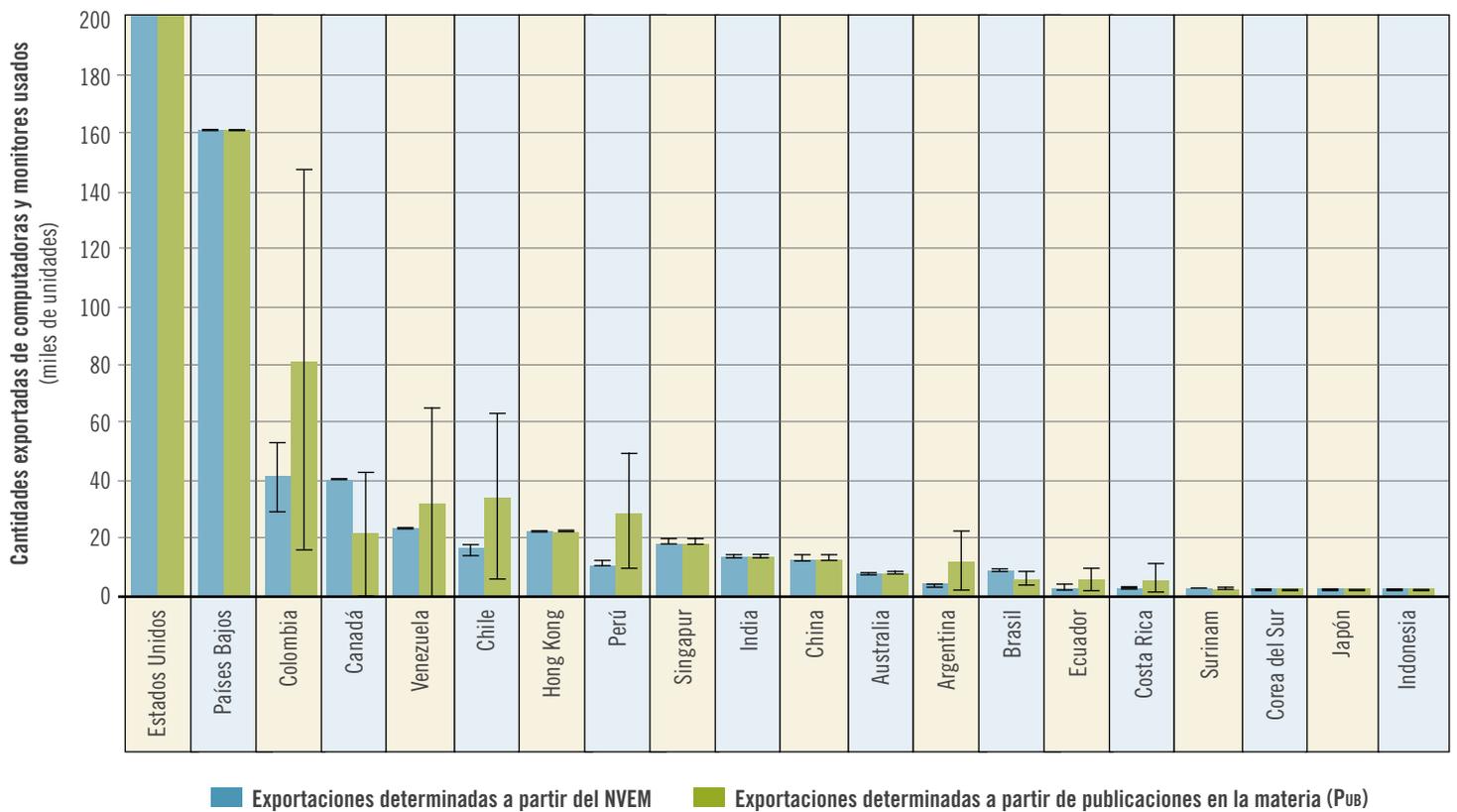


Notas: Países determinados con base en el enfoque HSOTDM y clasificados en función de los umbrales obtenidos con el método NVEM.

Los valores correspondientes a exportaciones por debajo de cien millones de unidades se pueden apreciar con detalle en la siguiente gráfica (36), en la que se trunca el eje y para tal efecto.

Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 36: Principales 20 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados desde México (*acercamiento*)



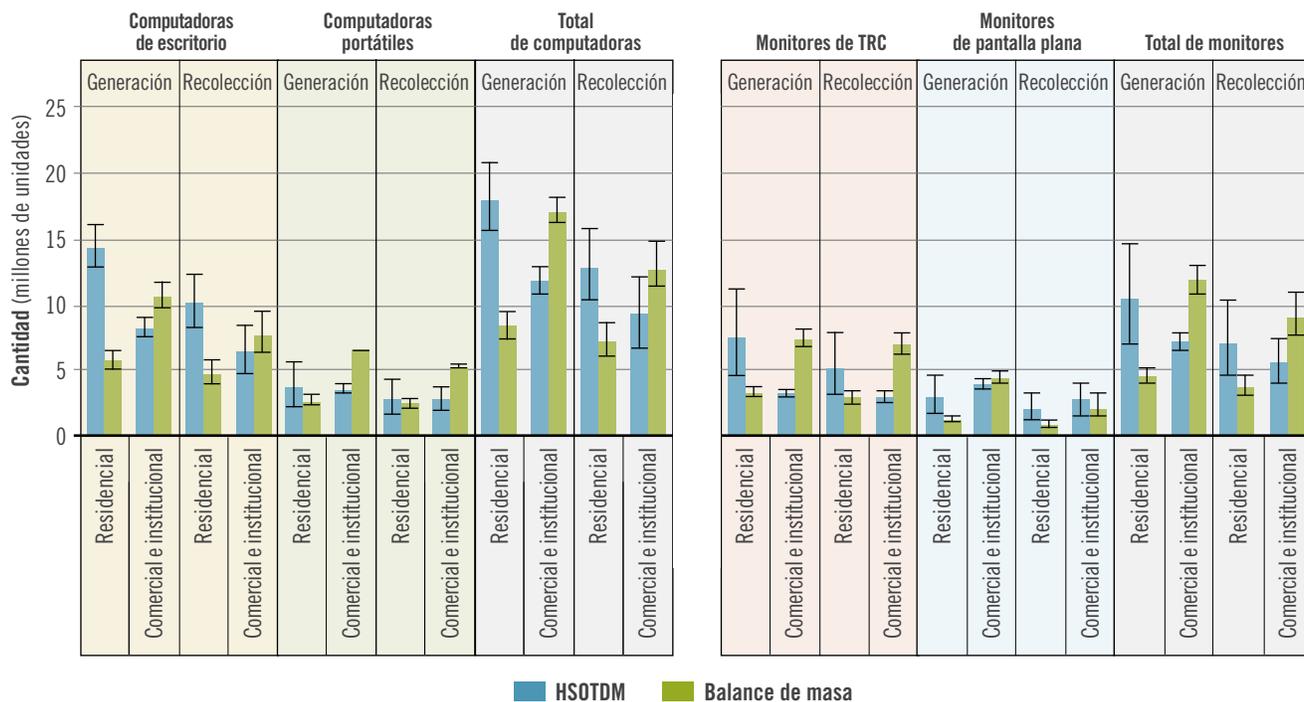
Notas: Países determinados con base en el enfoque HSOTDM y clasificados en función de los umbrales obtenidos con el método NVEM.
 Se trunca el eje y a fin de facilitar la apreciación de cantidades de exportación más pequeñas. Obsérvese que, como se refleja en la gráfica 35, las exportaciones a Estados Unidos se ubican por arriba de dos millones de unidades.
 Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

3.4 Estados Unidos

- Como en el caso de Canadá y México, las cantidades generadas y recolectadas de computadoras y monitores usados son similares, apenas con una cantidad ligeramente mayor de computadoras generadas y recolectadas que de monitores. El peso de los monitores generados y recolectados es, en cambio, mayor que el de las computadoras debido a su peso unitario.
- Aunque las estimaciones sobre la generación y el depósito en rellenos sanitarios emanadas del estudio de la Oficina para la Conservación y Recuperación de Recursos (*Office of Resource Conservation and Recovery*, ORCR) de la EPA de Estados Unidos [9] superan aquellas que se obtuvieron mediante la aplicación del método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (HSOTDM) y el de balance de masa aplicados en el presente estudio, las estimaciones relativas a recolección son similares. En el estudio de la ORCR de la EPA se presuponen índices de recolección más bajos y las premisas sobre ciclo de vida útil difieren, a pesar de que la información sobre ventas utilizada guardó bastante similitud. Aunque el estudio de la Oficina de Residuos Sólidos y Respuesta a Emergencias (*Office of Solid Waste and Emergency Response*, OSWER) de la EPA [20] [50] no puede compararse directamente con el presente trabajo, por rastrear este último únicamente productos electrónicos globales, sí sugiere que, en términos comparativos, la estimación de la ORCR de la EPA es razonable.
- Las estimaciones de recolección de Daoud (2011) son mayores que las derivadas de este estudio, lo mismo para generación que para recolección [8]. Esto sugiere que los dos métodos empleados en este último aportan subestimaciones, o bien que la extrapolación a partir de la encuesta a recicladores produce una cantidad sobreestimada.
- Por cuanto al método de balance de masa, el porcentaje que representa la cantidad recolectada de productos electrónicos usados de los sectores comercial e institucional se acerca más a la estimación derivada de las encuestas a recicladores de Daoud (2011) que a la obtenida mediante el método HSOTDM. El método de balance de masa empleó un criterio similar para ambos sectores, mientras que el HSOTDM siguió el mismo criterio que el adoptado en el balance de masa para los sectores comercial e institucional, pero gracias a la mayor disponibilidad de información se aplicó un modelo de obsolescencia de productos vendidos por mucho más complejo para el sector residencial. Esto sugiere que, por la forma en que se aplicó el HSOTDM, se obtienen ligeras subestimaciones para los sectores comercial e institucional, o sobreestimaciones para el sector residencial, aunque estos resultados pueden mejorarse mediante la realización de encuestas más precisas.
- La fracción global correspondiente a exportación y recolección varía entre 5 y 35 por ciento para computadoras y entre 6 y 44 por ciento para monitores. Tomando en cuenta que las estimaciones de recolección y exportación con el método HSOTDM se calcularon de forma independiente, sorprende observar la similitud de las fracciones de exportación y recolección para computadoras y monitores.
- Como era de esperar, debido a la proximidad regional y su ingreso per cápita relativamente más bajo —lo que sugiere una mayor demanda de productos electrónicos usados—, México es el destino principal de las exportaciones de computadoras y monitores usados de Estados Unidos.
- En general, países con un ingreso medio alto son el destino de exportaciones más importante (47 a 49 por ciento), seguidos de países miembros de la OCDE con un ingreso alto (23 a 27 por ciento) y países en general con un ingreso alto (11 a 17 por ciento). Tomando en cuenta que, para fines del presente estudio, México se considera parte de América del Norte, la principal región de destino es Latinoamérica (28 a 32 por ciento), seguida de Asia (25 a 29 por ciento) y, por último, América del Norte (25 a 26 por ciento).
- Entre los principales países de destino destacan México, Canadá, Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos, Líbano, Argentina, Chile, Colombia, Italia y Bolivia.
- Al comparar las exportaciones de computadoras y monitores usados estimadas en este estudio para 2010 con aquellas que la Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos (*US International Trade Commission*, USITC, 2013) estimó para 2011 y 2012 a partir de datos de comercio y de resultados de una encuesta, respectivamente, se observa una concordancia razonable entre las estimaciones de exportación de computadoras de escritorio, computadoras portátiles y monitores de TRC. Sin embargo, en lo concerniente a monitores de pantalla plana, la encuesta —efectuada en 2012— apunta hacia exportaciones de considerablemente mayores que las previstas a partir de las estimaciones para 2010 de este estudio o de la estimación de la USITC para 2011 derivada de datos de comercio. La explicación podría hallarse en el hecho de que, con el aumento de las ventas de monitores de pantalla plana, las exportaciones de estos productos en los últimos años se hayan incrementado considerablemente.

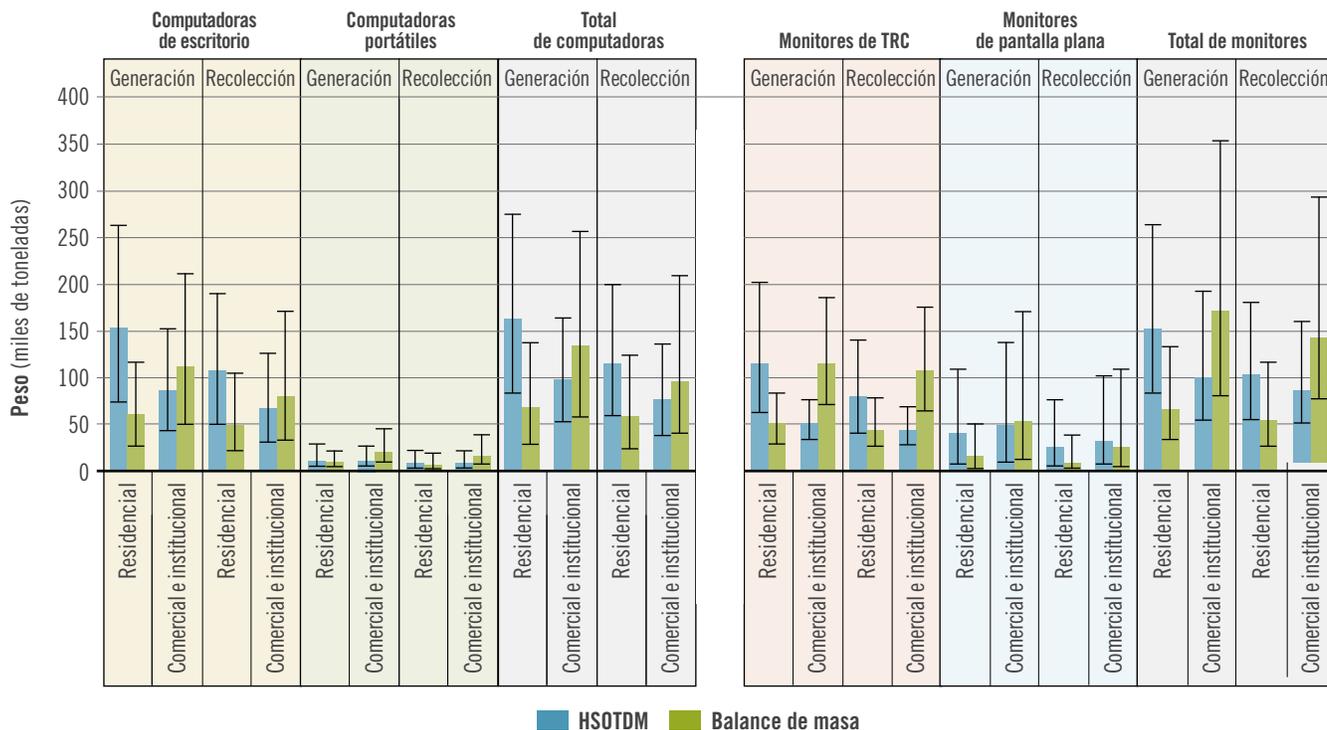
3.4.1 Generación y recolección

Gráfica 37: Comparativa de cantidades generadas y recolectadas en Estados Unidos, por producto, sector y método de estimación empleado



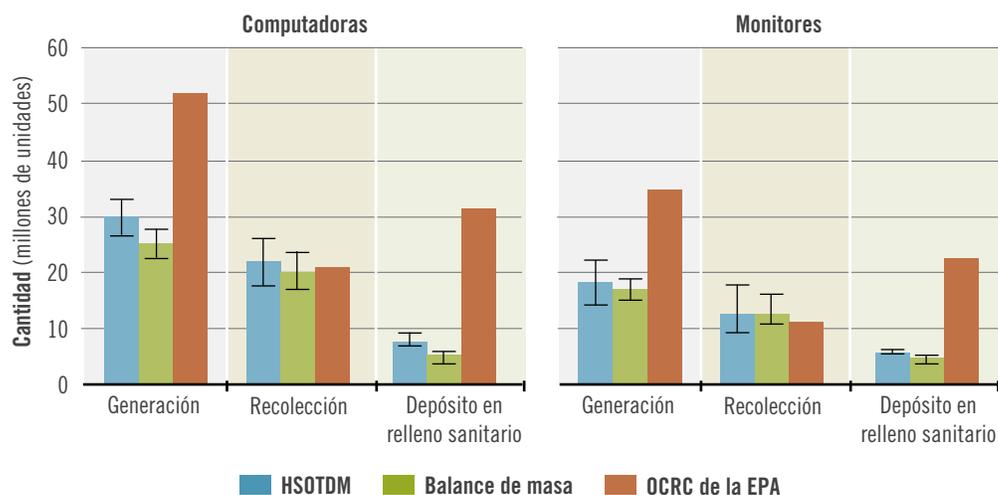
Nota: Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 38: Comparativa de pesos generados y recolectados en Estados Unidos, por producto, sector y método de estimación empleado



Nota: Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

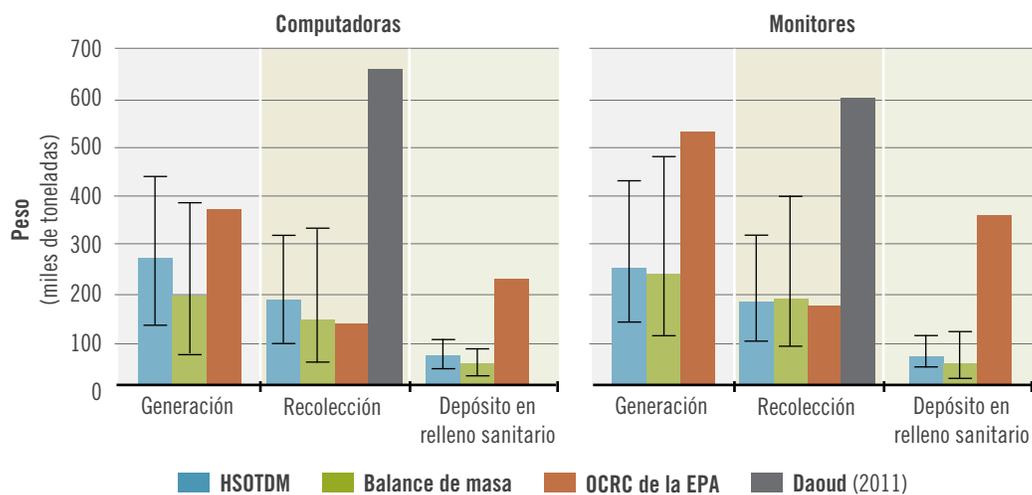
Gráfica 39: Comparativa de cantidades generadas, recolectadas y enviadas a rellenos sanitarios, en Estados Unidos, por producto y método de estimación empleado



Fuente: Estimaciones de la ORCR de la EPA [9].

Nota: Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

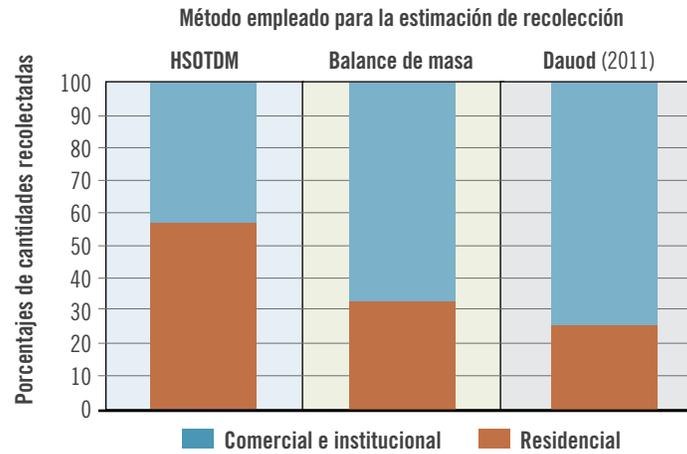
Gráfica 40: Comparativa de pesos generados, recolectados y enviados a rellenos sanitarios, en Estados Unidos, por producto y método de estimación empleado



Fuente: Estimaciones de la ORCR de la EPA [9] y estimaciones de recolección de Daoud (2011) [8].

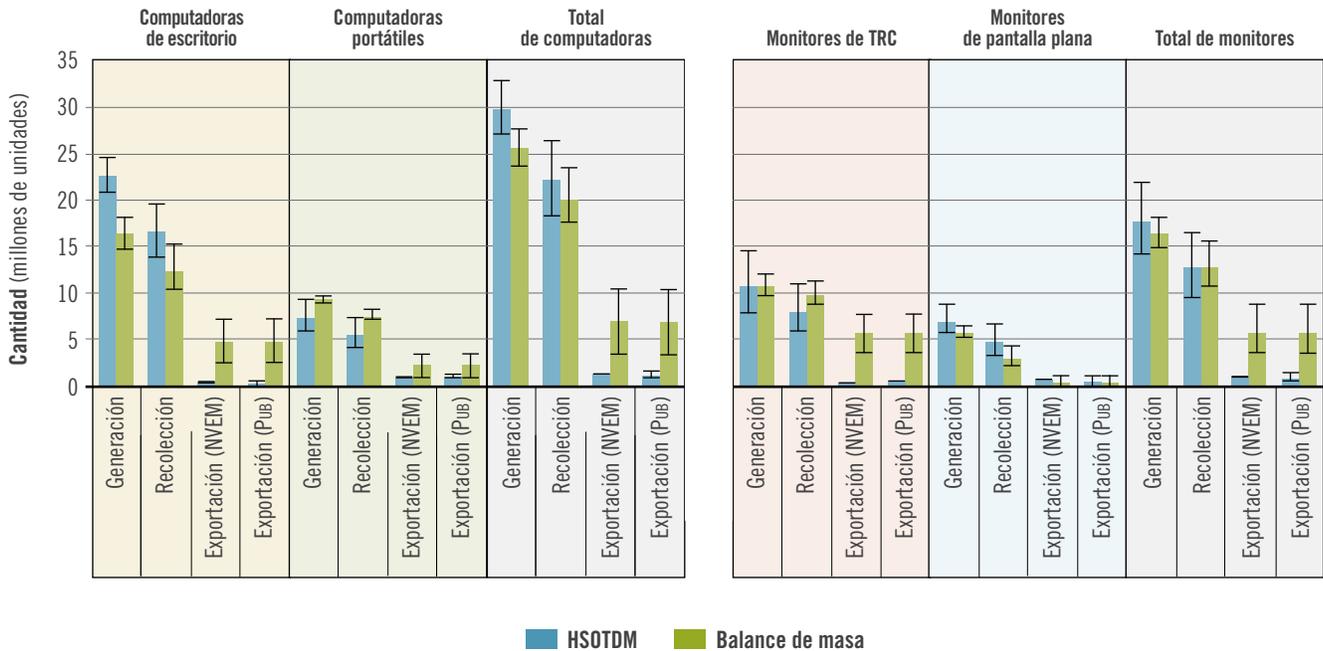
Nota: Las columnas representan valores medios y las barras de error el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 41: Porcentajes de cantidades recolectadas correspondientes a los sectores residencial y comercial e institucional, por método utilizado



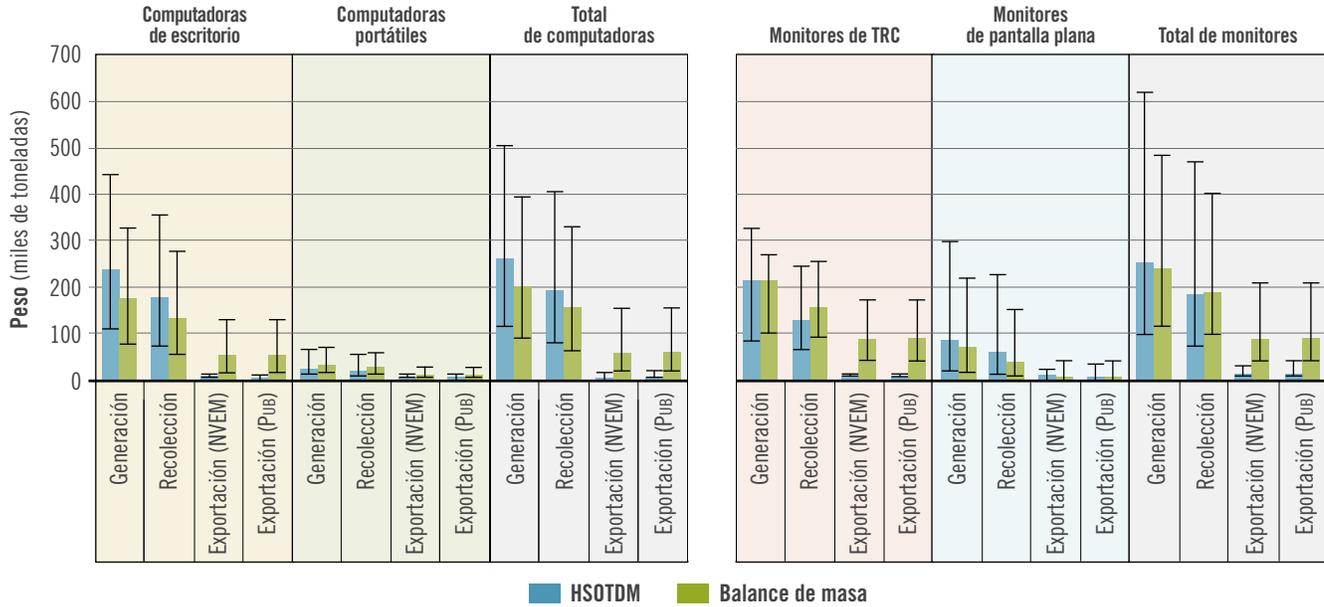
3.4.2 Generación, recolección y exportación

Gráfica 42: Comparativa de cantidades generadas, recolectadas y exportadas en Estados Unidos, por producto, sector y método de estimación empleado



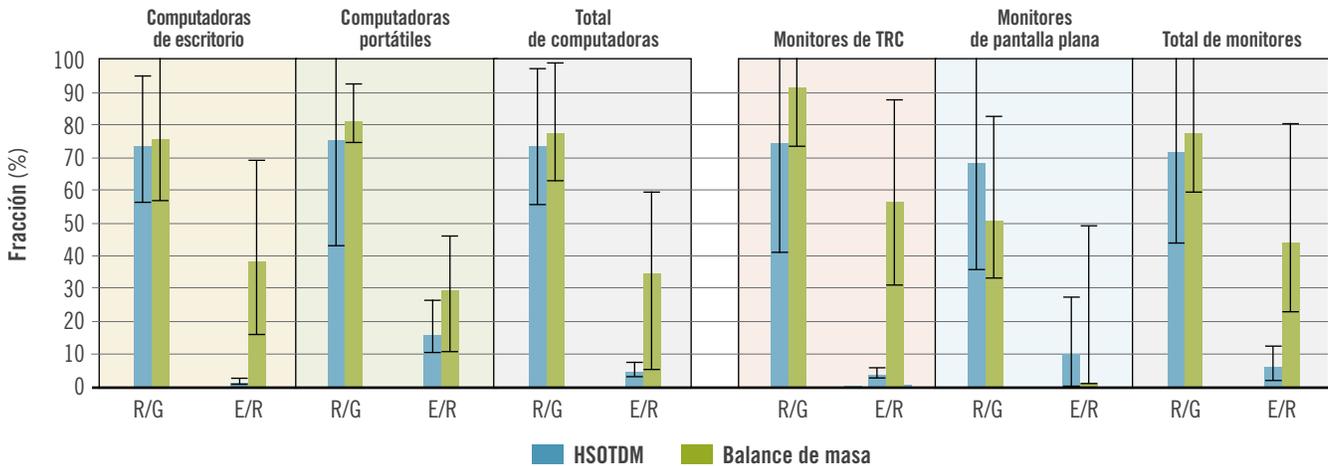
Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las cantidades exportadas se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como los umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (Pub). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 43: Comparativa de pesos generados, recolectados y exportados en Estados Unidos, por producto, sector y método de estimación empleado



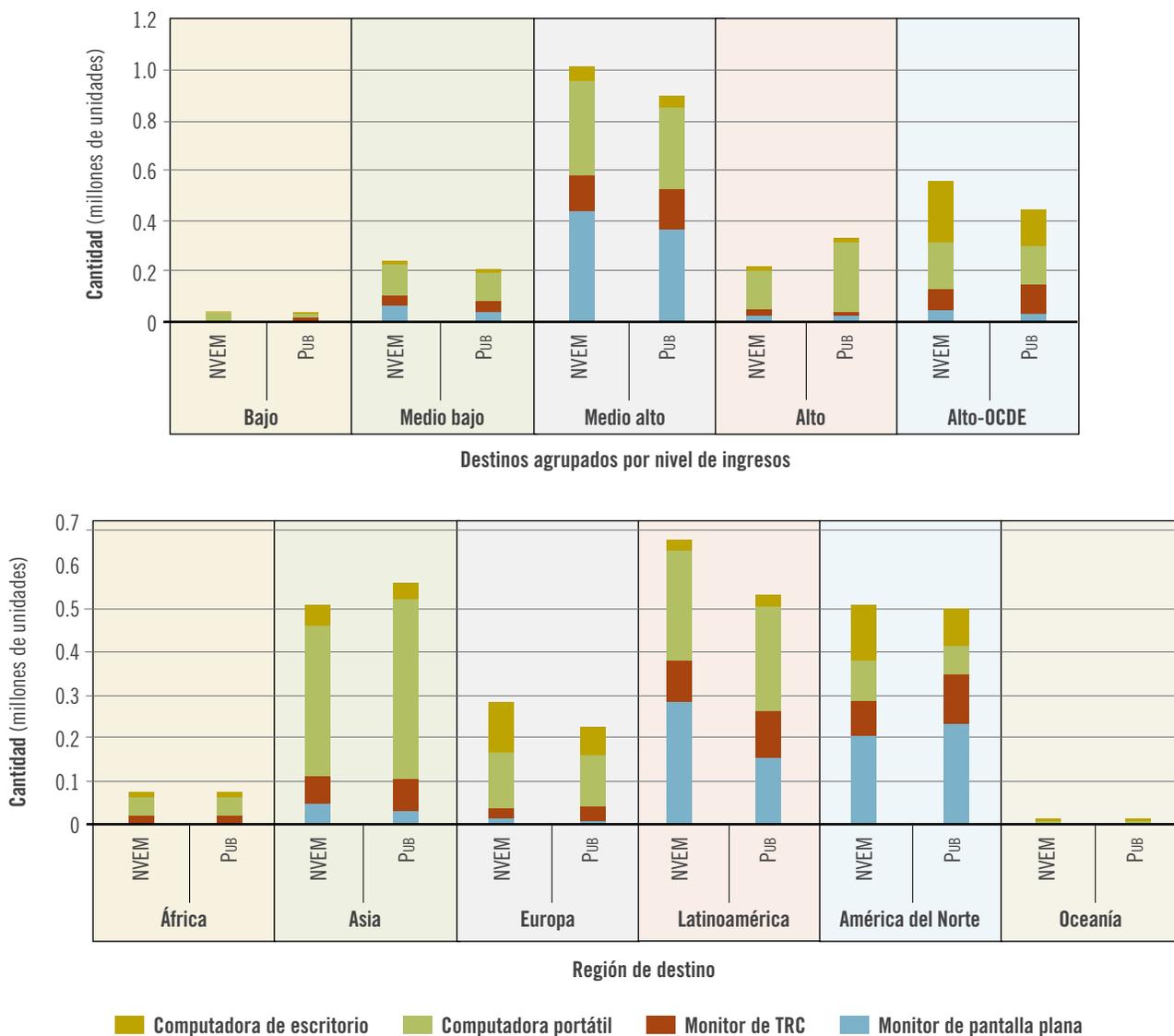
Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 44: Comparativa de las fracciones recolección/generación (R/G) y exportación/recolección (E/R) en Estados Unidos, por producto y método de estimación empleado



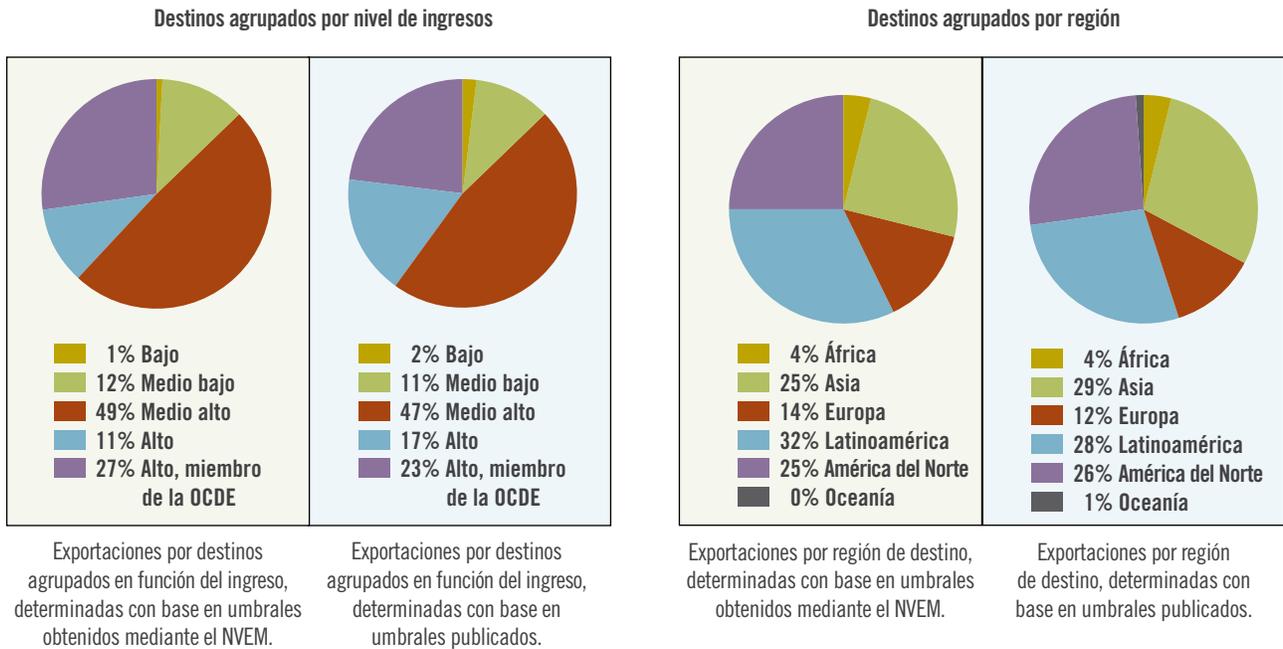
Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron mediante una combinación de los dos métodos descritos (NVEM y PUB). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento, con base en la cantidad. Aunque el peso tiene los mismos valores fraccionarios medios, los intervalos de confianza son mayores debido a la incertidumbre en los pesos unitarios.

Gráfica 45: Comparativa de productos electrónicos usados exportados desde Estados Unidos a destinos agrupados por nivel de ingresos (parte superior) y por región (parte inferior), por producto



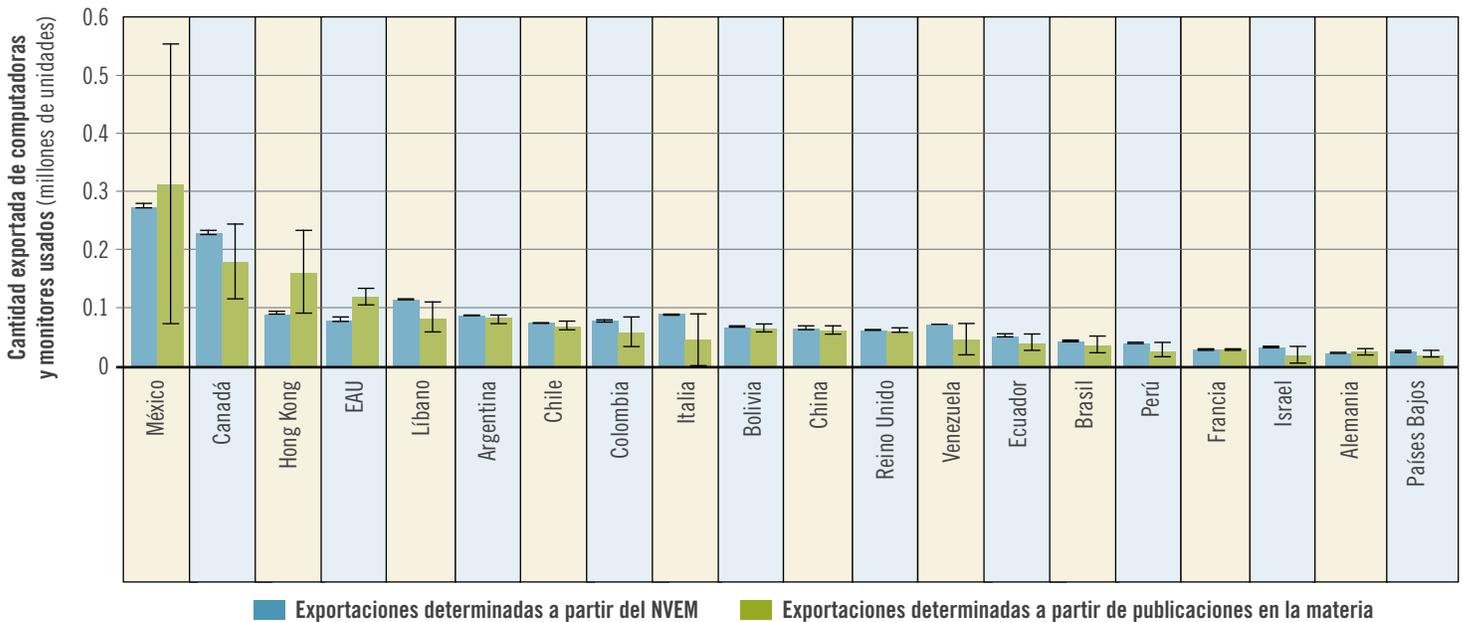
Nota: Con el enfoque HSOTDM, las cantidades exportadas se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como los umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB).

Gráfica 46: Comparativa de exportaciones de computadoras y monitores usados de Estados Unidos a destinos agrupados por nivel de ingresos (parte superior) y por región (parte inferior)



Nota: Con el enfoque HSOTDM, las cantidades exportadas se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method, NVEM*) como los umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB).

Gráfica 47: Principales 20 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados desde Estados Unidos

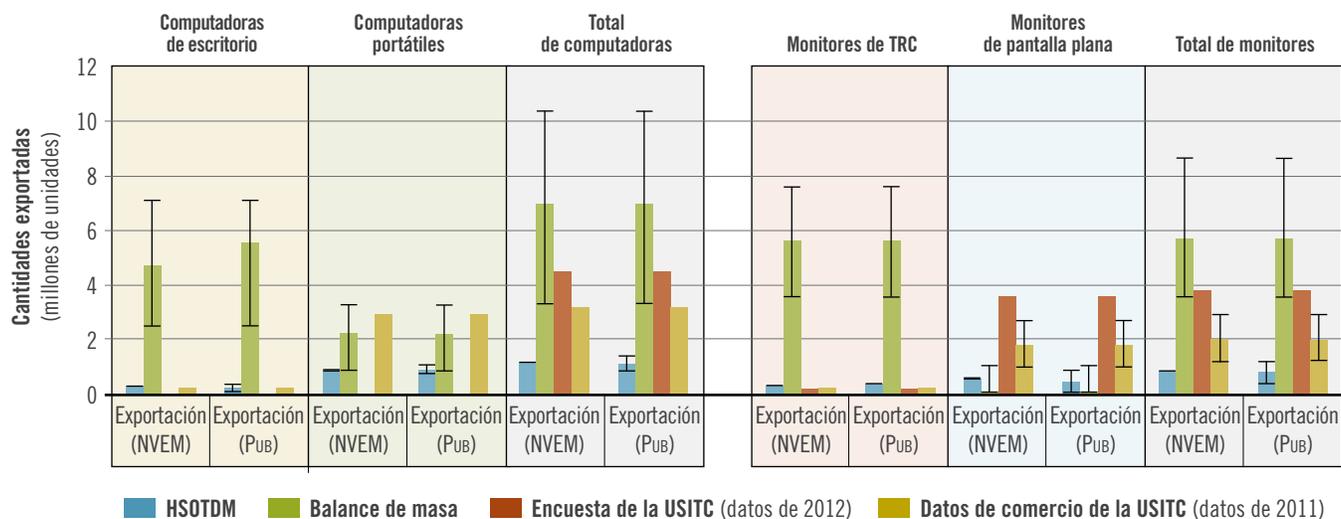


Notas: Países determinados con base en el enfoque HSOTDM y clasificados en función de los umbrales obtenidos con el método NVEM.

Se sabe que varios países de destino suelen reexportar bienes en el ámbito regional. Entre estos países se cuentan Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos y Libano, por lo que probablemente no sean destinos finales.



Gráfica 48: Comparativa de cantidades exportadas desde Estados Unidos, por producto y método de estimación empleado, según lo determinado en el presente estudio con base en resultados de la USITC



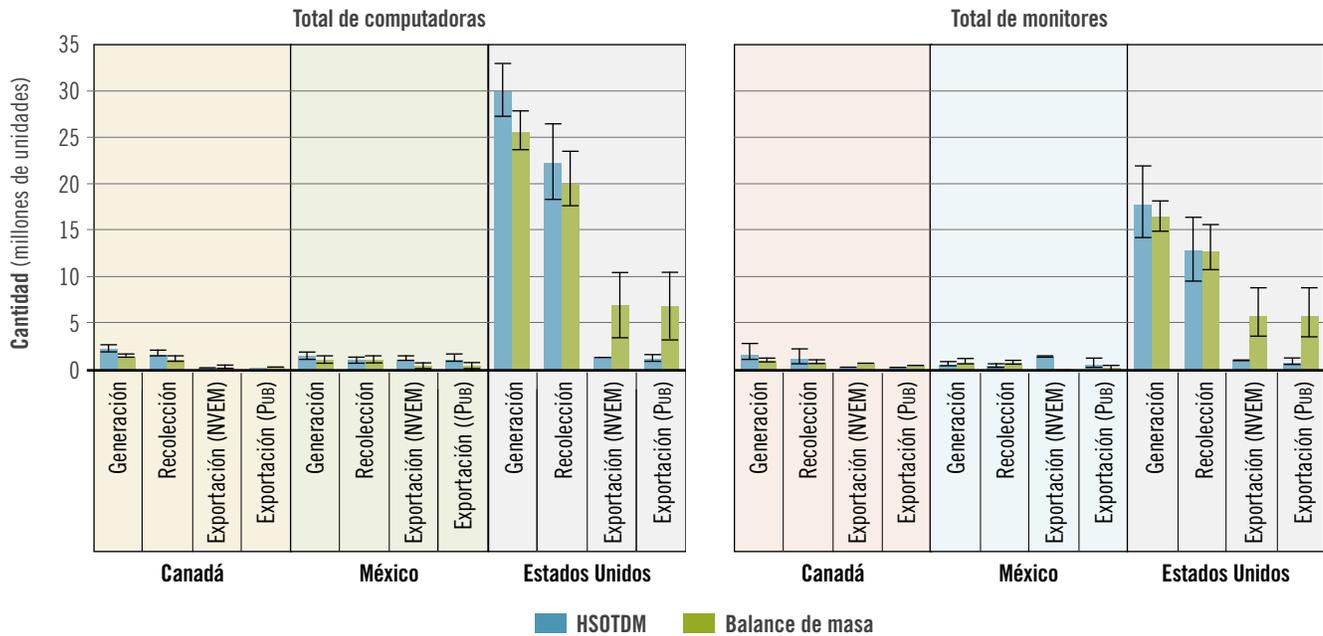
Fuente: USITC (2013) [47].

Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron utilizando tanto el método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) como umbrales obtenidos de publicaciones en la materia (PUB). Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento. Cabe señalar que el estudio de la USITC de 2013 comprende dos estimaciones (una para 2011, a partir de datos de comercio, y la otra para 2012, con base en datos de una encuesta), razón por la cual los resultados no son directamente comparables con las exportaciones (correspondientes a 2010) estimadas en el presente estudio mediante el NVEM y a partir de material publicado. Obsérvese también que los datos de la encuesta de la USITC sobre computadoras no se presentan aquí desagregados por computadoras de escritorio y portátiles.

3.5 Comparativa por país

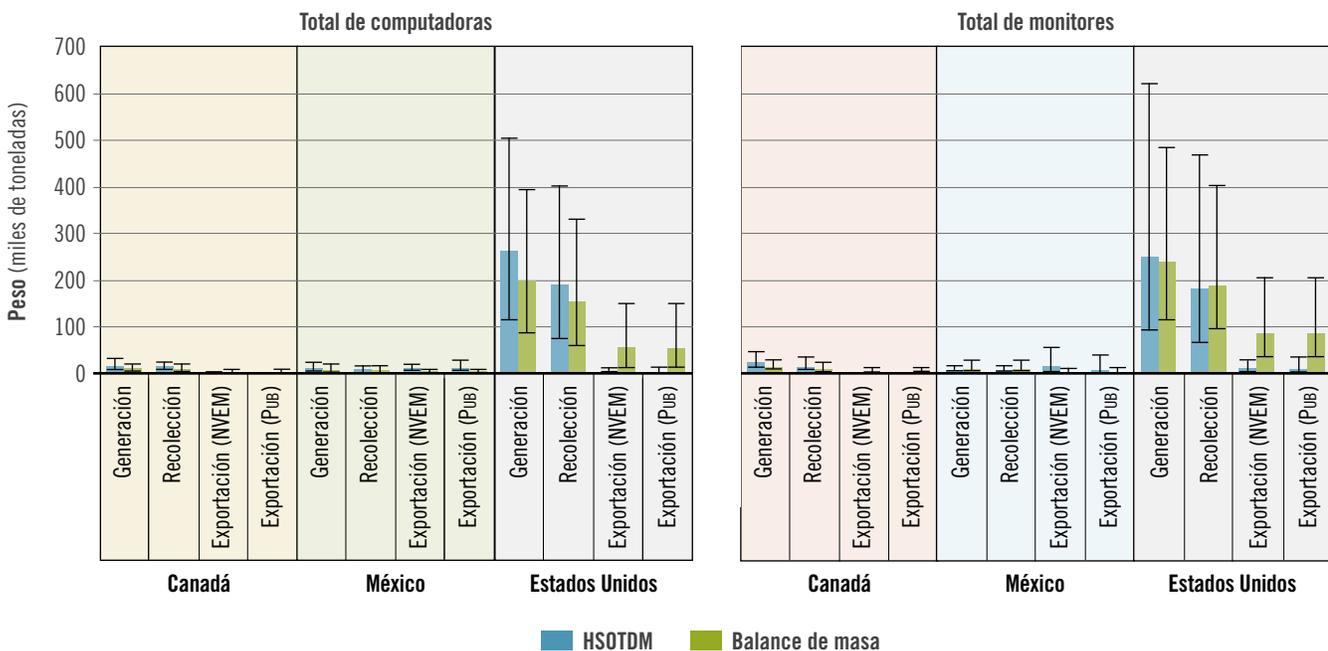
3.5.1 Generación, recolección y exportación

Gráfica 49: Comparativa de cantidades generadas, recolectadas y exportadas en los tres países, por producto y método de estimación empleado



Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las cantidades exportadas se estimaron utilizando el método NVEM para todos los países, así como los umbrales obtenidos de información publicada. Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

Gráfica 50: Comparativa de pesos generados, recolectados y exportados en los tres países, por producto y método de estimación empleado



Nota: En el caso del enfoque HSOTDM, las exportaciones se estimaron utilizando el método NVEM para todos los países, así como los umbrales obtenidos de información publicada. Las columnas representan valores medios y las barras de error, el intervalo de confianza de 95 por ciento.

4. Conclusiones y recomendaciones





4.1 Conclusiones cuantitativas

4.1.1 Generación y recolección

Tras comparar los productos de los tres países de América del Norte que aquí se investigan, se observa una cantidad de computadoras generadas y recolectadas ligeramente mayor que la de monitores. El peso de los monitores generados y recolectados, no obstante, fue mayor que el de las computadoras debido al mayor peso unitario. Como se comenta en los resultados, la generación y la recolección de computadoras y monitores usados son en términos generales proporcionales a la población y el ingreso per cápita de cada país; Estados Unidos cuenta con la mayor población y, por mucho, registra la mayor generación y recolección estimadas. Aunque la población de México es mayor que la canadiense, el ingreso per cápita en Canadá es más alto y, por consiguiente, lo es su poder adquisitivo, razón que probablemente explique por qué los índices de generación y recolección en Canadá guardan tanta similitud con los de México.

4.1.2 Exportación

Las cantidades y pesos de computadoras y monitores usados exportados de Canadá, Estados Unidos y México en 2010 se estimaron utilizando dos métodos: el método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (*Hybrid Sales Obsolescence-Trade Data Method*, HSOTDM) y el método de balance de masa. Con base en estos dos métodos, Canadá exportó entre 55,000 y 114,000 computadoras usadas y entre 22,000 y 218,000 monitores usados. México, por su parte, exportó, en promedio, 315,000 computadoras usadas

y 215,000 monitores usados; estas estimaciones corresponden únicamente a los resultados obtenidos con el método de balance de masa, dados los resultados atípicos obtenidos con el método HSOTDM para México. Con base en los dos métodos, Estados Unidos exportó entre 1,122,000 y 6,992,000 computadoras usadas y entre 779,000 y 5,669,000 monitores usados.

También con base en ambos métodos se estima que la fracción global de las cantidades exportadas de computadoras y monitores usados, respecto de las cantidades recolectadas, es, en promedio, de 1 a 30 por ciento para Canadá y de 3 a 47 por ciento para Estados Unidos. En el caso de México, con el método HSOTDM se obtiene un resultado de más de 100 por ciento, pero con el balance de masa el resultado es de entre 31 y 33 por ciento. La sobreestimación de la fracción exportación/recolección en México, obtenida con el método HSOTDM, podría atribuirse a problemas de sobreestimación en los datos de comercio de este país, y al hecho de que se incluyen mercancías de reciente fabricación y valor reducido. Las demás estimaciones resultan razonables si se toman en cuenta otras opciones de procesamiento al interior del país para productos electrónicos usados, como la reutilización y el reciclaje.

4.2 Conclusiones metodológicas

4.2.1 Generación y recolección

Al parecer, tanto el método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia (HSOTDM) como el de balance de masa tienen la capacidad de producir un rango de

estimaciones de calidad sobre la generación y recolección de productos electrónicos usados. A fin de estimar la generación dentro del sector residencial con el método HSOTDM, se requiere un modelo y conjunto de datos más complejos para modelizar los ciclos de vida útil en un modelo de obsolescencia de productos vendidos en el que se incorpore la reutilización. El método de balance de masa requiere pocos datos de entrada aparte de información simple sobre ventas y la derivada de las encuestas, por lo que se trata de un método más simplificado para obtener una instantánea de los flujos, mientras que con un modelo de obsolescencia de productos vendidos se puede generar una serie temporal. Con el propósito de alcanzar mayor precisión en estas estimaciones y reducir la incertidumbre, es preciso contar con mejor información histórica sobre ventas y encuestas más complejas aplicadas a un abanico más amplio de representantes de los sectores comercial e institucional.

Como se indica en los resultados, los métodos HSOTDM y de balance de masa son metodológicamente similares en cuanto a los cálculos de la generación y recolección en los sectores comercial e institucional; por ello es de esperar que los resultados guarden similitudes. El método HSOTDM arrojó resultados sistemáticamente más altos sobre generación y recolección en el sector residencial, en comparación con los obtenidos mediante el de balance de masa. Esto podría obedecer a que los resultados obtenidos con el HSOTDM para el sector residencial se basan en información sobre ventas de cada producto, mientras que, en el caso del método de balance de masa, los factores de escala se basan en uno promedio para todos los productos. Dado que la información sobre ventas arrojó estimaciones más bajas para ventas de monitores de TRC que las registradas en las encuestas, el factor de escala promedio fue más bajo que aquellos para computadoras y monitores de pantalla plana, lo cual podría traducirse en una subestimación de los flujos de esos productos.

4.2.2 Exportación

Salvo algunas excepciones, los métodos ensayados en este estudio han logrado reflejar razonablemente bien el rango probable que ocupan las exportaciones de computadoras y monitores desde Canadá, Estados Unidos y México. La yuxtaposición de los métodos HSOTDM y balance de masa ha resultado de gran utilidad para estimar los límites superior e inferior de las cantidades de exportación, y la realización de ejercicios comparativos con las estimaciones de recolección ha permitido verificar la validez de las estimaciones de exportación. Por basarse en información sobre comercio, el HSOTDM tiene la ventaja de ofrecer una perspectiva de los destinos de las exportaciones.

4.3 Recomendaciones

Del presente trabajo se derivan numerosas recomendaciones para alcanzar estimaciones más precisas relativas a generación, recolección y exportación, así como reducir la incertidumbre asociada:

- A fin de discernir tendencias, podrían analizarse los flujos correspondientes a varios años. Los métodos propuestos en este estudio pueden aplicarse para modelizar la generación, recolección y exportación a lo largo de múltiples años.
- Contar con información sobre ventas más precisa, sobre todo para México, facilitaría la obtención de estimaciones más exactas sobre generación.
- La realización de encuestas anuales detalladas adicionales entre entidades de los sectores comercial e institucional contribuiría a una mayor precisión de las estimaciones sobre generación y recolección en estos sectores.
- La creación de códigos de comercio para productos usados permitiría el rastreo explícito de estos artículos (en la medida en que estos códigos se apliquen de manera adecuada).
- Un mayor acceso libre a datos de comercio a escala de embarques de Canadá y Estados Unidos permitiría efectuar análisis más precisos de los flujos de exportación.
- La Agencia de Servicios Fronterizos de Canadá (*Canada Border Services Agency*) podría registrar la cantidad total de productos electrónicos exportados a fin de alcanzar una mayor precisión en los análisis de los flujos de exportación.
- Exportaciones y reexportaciones podrían diferenciarse en los datos de comercio de México.
- A fin de comprender el impacto que las limitaciones de todos los métodos tienen en las estimaciones cuantitativas, podrían aplicarse otros métodos para estimar los flujos de exportación de productos electrónicos usados.
- A pesar de las dificultades que supone el registro, una más exhaustiva integración de informes sobre los destinos redundaría en una mayor precisión respecto de los destinos finales de los flujos de comercio, con lo que se lograría un panorama más realista de las operaciones realizadas. El sistema de códigos de comercio en vigor señala únicamente dos socios comerciales.

5. Referencias

1. ESA (2000), *Merchandise Trade Reconciliation: United States-Mexico-Canada 1996-1997*, Economics and Statistics Administration, US Census Bureau (Administración de Economía y Estadísticas de la Oficina de Censos de Estados Unidos), noticias del Departamento de Comercio de Estados Unidos (US Department of Commerce).
2. Interagency Task Force on Electronics Stewardship (2011), *National Strategy for Electronics Stewardship* [Estrategia Nacional para la Gestión de Productos Electrónicos], formulada por el Equipo de Tarea Interinstitucional para la Gestión de Productos Electrónicos del gobierno de Estados Unidos.
3. PACE (2011), *Guideline on Environmentally Sound Testing, Refurbishment, & Repair of Used Computing Equipment*, Asociación para la Acción en Materia de Computadoras del Convenio de Basilea de las Naciones Unidas (*Partnership for Action on Computing Equipment*).
4. Miller, T. R., et al. (2012), *Characterizing Transboundary Flows of Used Electronics: Summary Report*, MIT y NCER.
5. Lepawsky, J. y C. McNabb (2010), "Mapping international flows of electronic waste", *Canadian Geographer-Geographe Canadien*, núm. 54, vol. 2, pp. 177-195.
6. Miller, T. R. (2012), *Quantitative Characterization of Transboundary Flows of Used Electronics: A Case Study of the United States*, Engineering Systems Division, MIT.
7. División de Estadística de las Naciones Unidas (2010), "Estadísticas del comercio internacional de mercancías: Conceptos y definiciones", en *Informes Estadísticos*.
8. Daoud, D. (2011), *Survey: Inside the US Electronics Recycling Industry*, International Data Corporation (IDC).
9. US EPA ORCR (2011), *Electronics Waste Management in the United States through 2009*, US Environmental Protection Agency Office of Resource Conservation and Recovery (Oficina para la Conservación y Recuperación de Recursos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos).
10. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (2012), *Perspectivas de la población mundial*, revisión de 2012 del informe; población total, ambos sexos.
11. Banco Mundial (2013), *World Development Indicators, 2013* [Indicadores del desarrollo mundial].
12. División de Estadística de las Naciones Unidas (2012), "Comtrade: Base de datos sobre estadísticas del comercio de productos básicos de las Naciones Unidas", en: <<http://comtrade.un.org/db/default.aspx>>.
13. Kahhat R. y E. Williams (2012), "Materials flow analysis of e-waste: Domestic flows and exports of used computers from the United States", *Resources, Conservation and Recycling*, núm. 67, pp. 67-74.
14. Consumer Reports (2006), *E-waste Survey 2006*.
15. Deb, P. (2012), *FMM: Strata module to estimate finite mixture models*, Statistical Software Components.
16. Singh, R. y K. Mukhopadhyay (2011), "Survival analysis in clinical trials: Basics and must-know areas", *Perspect. Clin. Res.*, núm. 2, vol. 4, pp. 145-148.
17. RIS International Ltd. (2003), *Information Technology (IT) and Telecommunication (Telecom) Waste in Canada-2003 Update*, Concord.
18. Román Moguel, G. J. (2007), *Diagnóstico sobre la generación de residuos electrónicos en México*, Instituto Politécnico Nacional, México.
19. Román Moguel, G. J. (2012), "E-waste situation and solutions in developing countries with market economies in transition: E-waste in Mexico", en *Special Update for INECC*, 2012.

20. USEPA OSWER (2013), *Municipal Solid Waste in the United States: 2011 Facts and Figures*, Office of Solid Waste and Emergency Response (Oficina de Residuos Sólidos y Respuesta a Emergencias).
21. Samsung Canada (2012), *Out with the old, in with the new: Samsung Canada survey reveals that despite 1 in 4 Canadians gifting new electronics, old technology is still not being recycled properly*.
22. Alcorn, W. (2012), *2012 CE Recycling and Reuse Survey*, Consumer Electronics Association (Asociación de Productos Electrónicos de Consumo).
23. Brugge, P. (2008), *Trends in CE Reuse, Recycle and Removal*, Consumer Electronics Association.
24. Williams, R. K. y C. Mattick (2009), *Survey of Consumer Purchases and Use of Electronics*.
25. OES (2013), *2012 Annual Report: Growing and Building Reforms for a Sustainable Future*, Ontario Electronics Stewardship (Programa de Gestión de Productos Electrónicos de Ontario).
26. ARMA (2012), *The Promise of Responsible Environmental Stewardship: 2011/12 Annual Report to the Business Plan*, Alberta Recycling Management Authority (Junta para la Gestión del Reciclaje de Alberta).
27. ACES (2010), *2010 Annual Report*, Atlantic Canada Electronics Stewardship (Programa de Gestión de Productos Electrónicos de la Región Canadiense del Atlántico).
28. ACES (2012), *Annual Report 2011*, Atlantic Canada Electronics Stewardship.
29. ESABC (2011), *Annual Report 2010*, Electronic Stewardship Association of British Columbia (Asociación para la Gestión de Productos Electrónicos de Columbia Británica).
30. ESABC (2012), *Annual Report 2011*, Electronic Stewardship Association of British Columbia.
31. OES (2010), *2009-2010 Annual Report*, Ontario Electronics Stewardship (Programa de Gestión de Productos Electrónicos de Ontario).
32. SWEEP (2010), *Sweeping Changes: Saskatchewan Waste Electronic Equipment Program 2009/10 Annual Report*, Saskatchewan Waste Electronic Equipment Program (Programa para la Recolección y Reciclaje de Equipo Electrónico Desechado de Saskatchewan).
33. SWEEP (2011), *SWEEP 2010-11 Annual Report*, Saskatchewan Waste Electronic Equipment Program.
34. EPRA (2013), *Product Clarifications Tracking Sheet*, Electronic Products Recycling Association (Asociación para el Reciclaje de Productos Electrónicos).
35. StatCan (2012), *Population by year, by province and territory*, Statistics Canada (Dirección General de Estadísticas de Canadá).
36. Linnell, J. (2013), entrevista personal, C. Wisheart (editor).
37. EPRA (2012), *Summary of Landfill Bans*, Electronic Products Recycling Association (Asociación para el Reciclaje de Productos Electrónicos).
38. CBCL Limited for Resource Recovery Fund Board (2012), *Waste Audit Services Project: Final Summary Report*.
39. Sperling Hansen Associates (2010), *Solid Waste Stream Composition Study 09-10, Phase 1 Progress Report*.
40. Technology Resource Inc. (2008), *Solid Waste Composition Study for Metro Vancouver*.
41. StewardEdge (2012), *Saskatchewan Residential Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Generation Study 2012*.
42. Banco Mundial (2012), *Country and Lending Groups*, en: <<http://data.worldbank.org/about/country-classifications/country-and-lending-groups>> (consulta realizada el 21 de julio de 2012).
43. División de Estadística de las Naciones Unidas (2011), *Composition of macro geographical (continental) regions, geographical sub-regions, and selected economic and other groupings*, en: <<http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm>> (consulta realizada el 20 de julio de 2012).

44. Fan, J. y B. Lei (2012), "A modified valley-emphasis method for automatic thresholding", *Pattern Recognition Letters*, núm. 33, vol. 6, pp. 703-708.
45. Ciprec (2013), *Development of a Framework and Validated Method to Characterize and Quantify the Flow of Used Computers and Monitors between North America and the Rest of the World*, Centro Interdisciplinario para la Prevención de la Contaminación, A.C., revisión del informe preparado para la Comisión para la Cooperación Ambiental.
46. Quintero Hermanos Ltd. (2012), Sicex, en: <www.sicex.com/>.
47. USITC (2013), *Used Electronic Products: An Examination of US Exports*, US International Trade Commission (Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos), USITC Publication 4379; disponible en: <www.usitc.gov/publications/332/pub4379.pdf>.
48. USITC (2013), "US Exports of Used Electronic Products Valued at \$1.5 Billion in 2011, Says USITC", US International Trade Commission, comunicado de prensa.
49. PHA Consulting Associates (2006), *Electronic Waste Recovery Study*, Nueva Escocia, Canadá.
50. US EPA (2011), *Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2010*, United States Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos).
51. Secretariado del Convenio de Basilea (2013), Parties to the Basel Convention, en: <www.basel.int/Countries/Statusofratifications/PartiesSignatories/tabid/1290/language/en-US/Default.aspx>.
52. US EPA (2011), *Chapter V-Basel Convention; International Waste Activities 2011*, United States Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos), en: <www.epa.gov/osw/hazard/international/basel3.htm> (consulta realizada el 21 de julio de 2012).
53. PACE (2011), *Guidance on Transboundary Movement (TBM) of Used and End-of-Life Computing Equipment*, Subgrupo sobre Movimientos Transfronterizos del Grupo de Trabajo de la Asociación para la Acción en Materia de Equipos de Computadora del Convenio de Basilea de las Naciones Unidas.
54. Romo, H. L. (2008), *Distribución de niveles socioeconómicos 2008*, Comité de Niveles Socioeconómicos de la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercados y Opinión Pública.
55. GIA (2008), *Monitors (Computer): A Global Strategic Business Report*, Global Industry Analysts, en: <<http://strategyr.com/>>.



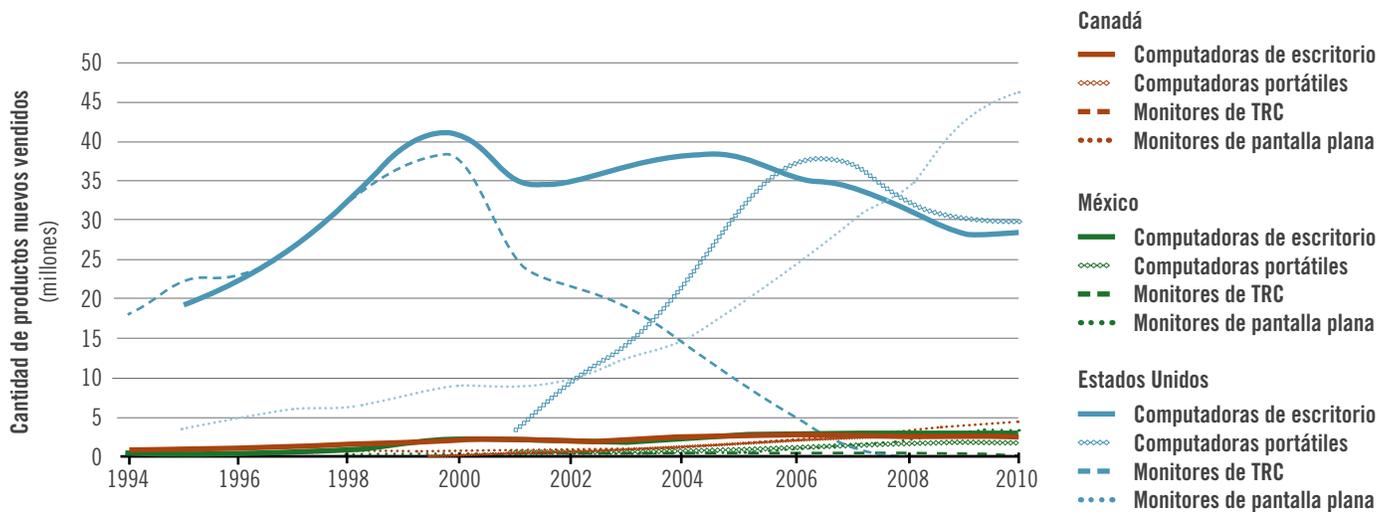
Apéndices

Apéndice 1: Perspectiva comparativa de los países

Cabe señalar que, por lo que toca a acuerdos internacionales sobre flujos transfronterizos de productos electrónicos usados, Canadá y México son ambos Partes del Convenio de Basilea sobre el Control del Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación (Convenio de Basilea), en tanto que Estados Unidos, aunque signatario, aún no lo ha ratificado [51]. En términos del Convenio de Basilea, los desechos se sujetan a disposiciones en

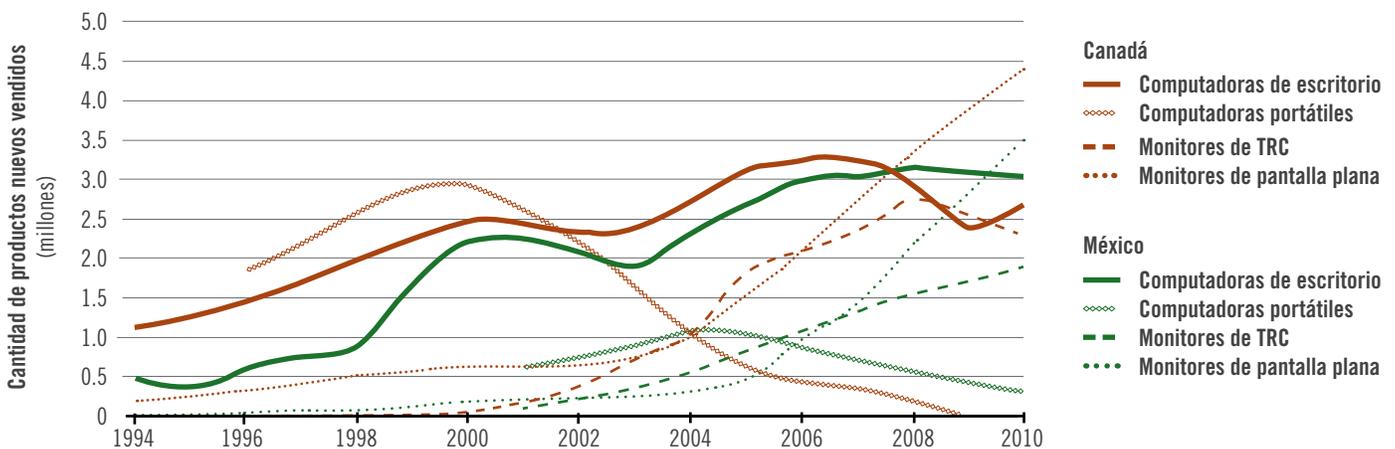
materia de movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, según la definición establecida en el artículo 1 del Convenio. Los países no miembros “no podrán participar en transferencias de desechos con países que sean Partes del Convenio de Basilea sin un acuerdo bilateral o multilateral equivalente”; “Estados Unidos ha suscrito numerosos acuerdos bilaterales y uno multilateral” con países miembros de la OCDE [52].

Gráfica 51: Comparativa de ventas, por país y producto



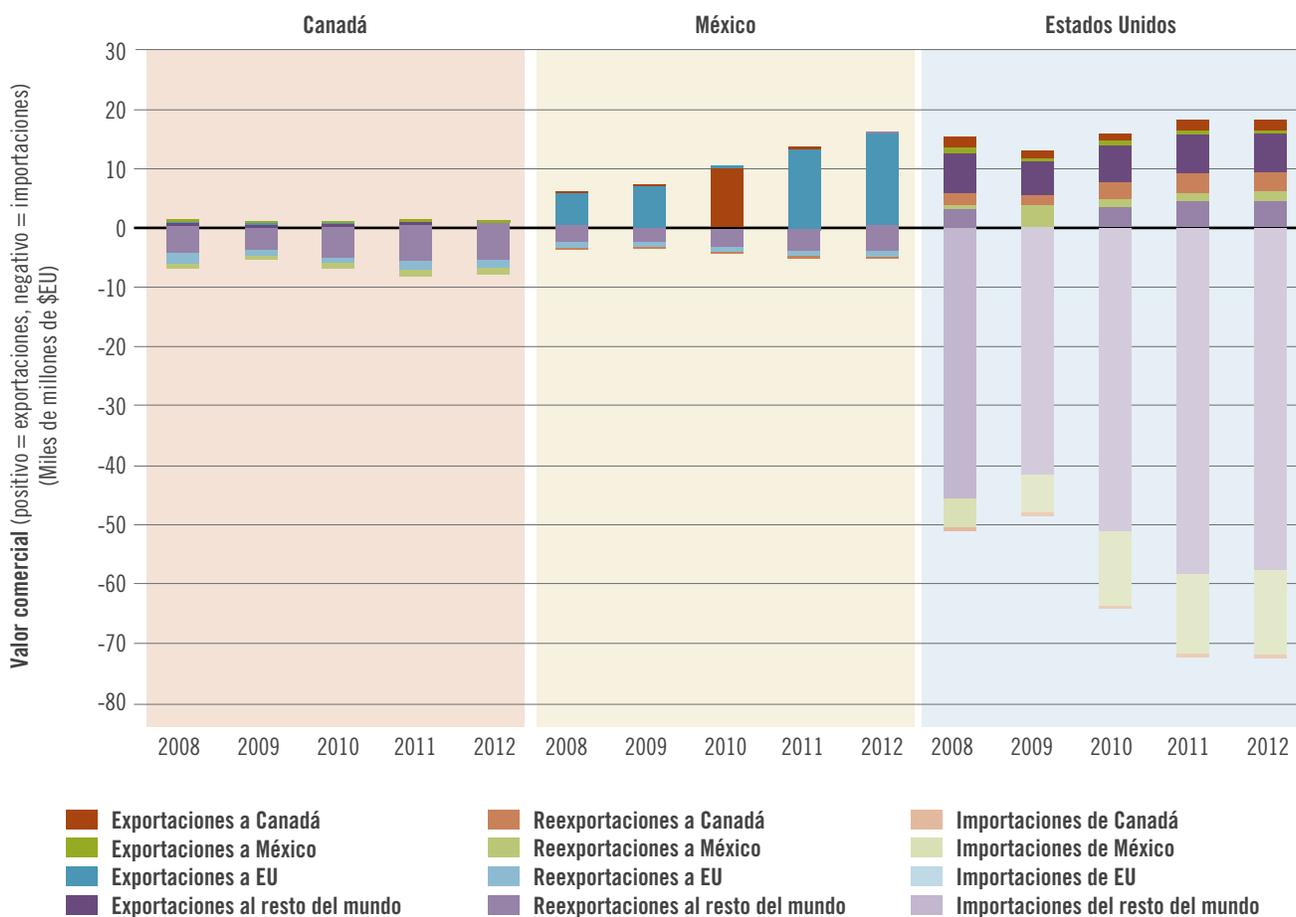
Nota: Las líneas se atenuaron para proteger información comercial reservada.

Gráfica 52: Comparativa de ventas de productos nuevos, por país y producto



Nota: A fin de mostrar información detallada, sólo se presentan Canadá y México. Las líneas se atenuaron para proteger información comercial reservada.

Gráfica 53: Balanza comercial de computadoras y monitores nuevos y usados



Fuente: Valor comercial calculado utilizando la base de datos Comtrade de las Naciones Unidas [12].

Apéndice 2: Recolección de datos sobre patrones nacionales de uso de computadoras y manejo al final de la vida útil

Creadas por Ramzy Kahhat y Eric Williams, las encuestas en las que se basa el presente estudio se muestran *infra* en el apartado sobre Estados Unidos, así como en la información complementaria del artículo que prepararon sobre ese país. Estas encuestas, además, pueden aplicarse a los otros países [13].

Canadá

El siguiente apartado, preparado por Kahhat y Williams, describe la metodología utilizada para formular las encuestas en línea que se realizaron en los sectores residencial, comercial e institucional de Canadá. Los cuestionarios de las encuestas se pusieron a disposición del público participante en francés e inglés.

Sector residencial

Participantes. Las personas que tomaron parte en la encuesta (a las que se hace referencia como “participantes” o “encuestados”) fueron 791 adultos, residentes canadienses, que contaban con una computadora doméstica. De los 791 participantes que empezaron la encuesta, 600 la terminaron y 191 no la completaron. La información detallada que se presenta más adelante corresponde a los 600 participantes que sí contestaron la encuesta completa. Los encuestados son miembros de un grupo de investigación de encuestas conformado por aproximadamente 25,000 personas elegibles, bajo la jurisdicción del sitio de almacenamiento de encuestas Opinionology (Orem, Utah, Estados Unidos). Todas las personas encuestadas recibieron un pago en forma de crédito electrónico por completar la encuesta. El trato que recibieron fue acorde con los principios de ética de la Asociación Estadounidense de Psicología (*American Psychological Association*) y de la Junta de Revisión Institucional (*Institutional Review Board*, IRB) de la Universidad Estatal de Arizona.

Datos demográficos de la muestra. A fin de asegurar la precisión de toda extrapolación requerida sobre el uso y eliminación de computadoras y monitores en el sector residencial para la población en general, la muestra debía ser lo más representativa posible de la población real. Por ello, la muestra seleccionada fue representativa de la población canadiense adulta, de acuerdo con los siguientes parámetros (se hace mención de las excepciones cuando así corresponde), en comparación con la población canadiense en 2006 (*Canadian Census*, 2010): género, ubicación o provincia, edad, ingreso del hogar y escolaridad. Más adelante se

describen con mayor detalle las divergencias en lo que respecta a la representatividad nacional. Es importante mencionar, además, que el sistema de cupo que se utiliza para la instrumentación de encuestas en línea se controla mediante invitaciones y no en función de las encuestas concluidas. Esto significa que el sistema acepta encuestas terminadas de participantes que iniciaron la encuesta antes de que se alcanzara un cupo determinado. Los investigadores en ningún momento podían optar por rechazar una encuesta mientras una persona en particular la estuviera respondiendo.

Género. De los 600 encuestados, 293 (48.83 por ciento) fueron varones y 307 (51.17 por ciento) mujeres, lo cual guarda perfecta congruencia con la distribución de género de la población adulta de Canadá.

Ubicación. Se solicitaron respuestas de participantes de las 13 provincias o territorios, en conformidad con información del censo canadiense 2006 (*2006 Canadian Census*); sin embargo, debido a su reducida población, no se recibieron respuestas de las siguientes jurisdicciones: Territorios del Noroeste, Nunavut, Isla del Príncipe Eduardo y Yukón. (El grupo de investigación que participó en línea lo integró un número muy reducido de miembros de estas jurisdicciones poco habitadas. Aunque se les hizo llegar una invitación, no se recibió ninguna contestación de estos miembros del grupo.) A fin de compensar esta diferencia, se incrementó el número de respuestas de participantes de las provincias de Alberta, Columbia Británica y Ontario, cuyas poblaciones son elevadas. La única provincia con una población numerosa cuyo índice de respuesta resultó inferior al previsto fue Quebec, debido al reducido número de integrantes francófonos disponibles del grupo de investigación.

Edad. Los encuestados abarcaron un rango de edad de 18 a 85 años, según información del censo canadiense correspondiente a 2006. La única divergencia respecto de las proporciones del censo canadiense en las solicitudes de respuesta se observó en el descenso abrupto en los grupos de edad de más de 65 años (las proporciones de cada uno de los subgrupos de participantes de más de 65 años de edad se incluyeron bajo la categoría de “más de 65 años de edad” y se contaron como un solo grupo grande). Este descenso obedece al menor grado de actividad en internet de la generación de adultos mayores. Las respuestas por distribución de edad concuerdan con información censal,

a excepción de los participantes de las cuatro jurisdicciones que no respondieron, como se mencionó con anterioridad.

Ingreso del hogar. Participantes de todos los niveles socioeconómicos —de acuerdo con información del censo canadiense de 2006— contestaron la encuesta, con dos excepciones:

- 1) Aquellos con ingresos en el hogar en la categoría más alta (por arriba de los 150,000 dólares canadienses [C\$] al año) tuvieron una tasa de participación menor que la proporción que ocupan dentro de la población, según el censo, debido a que la proporción de individuos de alto poder adquisitivo en la muestra de encuestados es menor.
- 2) Aquellos con ingresos en el hogar en la categoría más baja (por debajo de los C\$25,000 al año) tuvieron una tasa de participación ligeramente menor que la proporción que ocupan dentro de la población, según el censo, debido a que la tasa de propietarios de computadora entre la población de bajos ingresos es menor.

Escolaridad. En la encuesta participaron personas de todos los niveles de educación secundaria y formación técnica, lo cual concuerda con información del censo canadiense 2006. Además de las opciones referentes a la escolaridad contempladas en el censo, los autores agregaron las categorías “cierto nivel de educación superior o universitaria” y “estudios de posgrado”, para dar razón de las respuestas de estudiantes actuales. Sin embargo, los encuestados no utilizaron estas opciones, por lo que se eliminaron de la presentación de datos. El grado de escolaridad real alcanzado por los encuestados de la muestra es representativo a escala nacional (una representación excesiva de egresados de nivel preparatoria y de posgrado es de <2%, por lo que se vuelve estadísticamente insignificante).

Selección de la muestra. La muestra de encuestados se seleccionó de entre un grupo de 25,000 candidatos a participar en encuestas, que administra la empresa externa Opinionology (Orem, Utah, Estados Unidos), un sitio de almacenamiento de encuestas en línea. Se seleccionó a los encuestados de manera que cubrieran el perfil demográfico y por su historial de honestidad (por ejemplo, aquellos participantes con un historial negativo en cuanto a llenado de encuestas quedaron eliminados a posteriori) para tomar parte en la encuesta antes del inicio mismo de ésta. El grupo de posibles encuestados es, en general, representativo del público ciudadano canadiense adulto.

Materiales. Los materiales consistieron en una sola encuesta por internet, presentada en inglés o francés de Canadá. La encuesta se tradujo y después se realizó la traducción inversa, dos veces, para asegurar que el contenido fuera idéntico en

ambas versiones. Al inicio de la encuesta se presentaba una carta de consentimiento informado y el participante debía oprimir un botón para dar inicio a las preguntas.

La encuesta consistió en 22 preguntas que cubrían seis áreas temáticas, más selección de idioma: preguntas sobre cuestiones demográficas (edad, género, ubicación [provincia y tipo de área], ingreso del hogar, escolaridad, nivel social, tiempo en almacenamiento); monitores (así como computadoras) en el hogar; eliminación de computadoras (tipo y cantidad de computadoras desechadas, así como vía y fecha de eliminación); eliminación de monitores (así como de computadoras), y eliminación de otros artículos electrónicos.

Procedimiento. Con base en los requerimientos demográficos de los autores, Opinionology se dio a la tarea de filtrar a los encuestados antes de su participación. Los candidatos demográficamente aptos para participar recibieron una invitación de Opinionology.com, vía correo electrónico, con un enlace a la encuesta. Después de escoger su idioma de preferencia (inglés o francés), los participantes leían una carta de consentimiento informado. Este consentimiento se daba por otorgado si los participantes escogían el botón “Siguiente” ubicado al final de la carta para dar inicio a las preguntas. En caso de no otorgarse el consentimiento, la encuesta terminaba (se registraba como incompleta).

Una vez que completaban la encuesta, se redirigía a los participantes a una página de divulgación en la que se repetía la información de contacto para el grupo de investigación. Los encuestados recibían un pago de Opinionology después de completar la encuesta a través de su sitio web. Responder la encuesta tomó ocho minutos, en promedio, y todos los datos se recabaron entre el 23 de diciembre de 2010 y el 25 de enero de 2011.

Sectores comercial e institucional

Participantes. El grupo de participantes en la encuesta (denominados “encuestados” o “participantes”) estuvo integrado por 350 administradores del área de tecnología de la información (TI) o administradores de activos, adultos, de los sectores comercial e institucional de Canadá, incluidas organizaciones con y sin ánimo de lucro. De los 350 participantes que iniciaron la encuesta, cinco no la completaron y 345 sí. Todos los detalles que siguen sólo hacen referencia a los 345 encuestados que sí respondieron la encuesta completa. Los encuestados son miembros de un grupo de investigación de encuestas conformado por aproximadamente 25,000 personas elegibles, bajo la jurisdicción del sitio de almacenamiento de encuestas Opinionology (Orem, Utah, Estados Unidos). Todas las personas encuestadas recibieron un pago en forma de crédito electrónico por completar la encuesta. El trato que recibieron fue acorde con los principios de ética de la Asociación Estadounidense de

Psicología (*American Psychological Association*) y de la Junta de Revisión Institucional (*Institutional Review Board, IRB*) de la Universidad Estatal de Arizona.

Datos demográficos de la muestra. La muestra elegida es representativa de los sectores comercial e institucional de Canadá, de acuerdo con los siguientes parámetros (se hace mención de las excepciones cuando así corresponde), cuando se compara con las Estadísticas 2009 de la Industria Canadiense (*2009 Canadian Industry Statistics*) (Canadian Industry Statistics, 2010): lugar o provincia donde se ubica la organización, y tamaño. Se reunió información sobre los sectores comercial e institucional, así como de las industrias específicas, y se presentaron los informes correspondientes, sin haber sido a solicitud de los autores. Más adelante se describen con detalle las divergencias en lo que respecta a la representatividad nacional.

Ubicación. Se registraron detalles de la ubicación correspondientes al establecimiento donde trabaja el encuestado, así como de todas las ubicaciones posibles de la organización donde colabora. La información detallada que se presenta más adelante corresponde únicamente a la ubicación del establecimiento donde trabaja el encuestado. Se solicitaron respuestas de las 13 provincias y territorios de Canadá, con base en las Estadísticas 2009 de la Industria Canadiense (*2009 Canadian Industry Statistics*); sin embargo, debido a su reducida población, no se recibieron respuestas de las siguientes tres jurisdicciones: Territorios del Noroeste, Nunavut y Yukón. En consecuencia, se aumentó el número de respuestas de las provincias con poblaciones más numerosas de Alberta, Columbia Británica, Ontario y Quebec para justificar la diferencia. Es importante señalar que se solicitaron 350 respuestas, pero sólo se lograron 345 encuestas contestadas en su integridad.

Número de empleados en los sectores comercial e institucional. Se establecieron cuatro categorías para estos sectores, en función del tamaño de la organización en cuestión, que las Estadísticas de la Industria Canadiense (*Canada Industry Statistics*) definen a partir del número de empleados por organización en todas sus ubicaciones: 1 a 4 empleados, 5 a 99 empleados, 100 a 499 empleados y más de 500 empleados. Los autores modificaron intencionalmente el tamaño de las organizaciones para desvincularse de la representatividad y permitir la inclusión en el análisis de empresas de mayor tamaño. Esta modificación obedece al hecho de que los negocios de mayor tamaño representan muchas más computadoras por compañía que los pequeños (1 a 4 empleados) y medianos (5 a 99 empleados), que hay en mayor número. Como muestran las Estadísticas 2009 de la Industria Canadiense (*2009 Industry Statistics*), las organizaciones pequeñas presentaron una pluralidad de la muestra, seguidas por las organizaciones de tamaño mediano.

Clasificación de las industrias y establecimientos en los sectores comercial e institucional. Los autores no solicitaron respuestas con base en un sector determinado —sector privado o dependencia pública (bienes en oposición a servicios)—, ni en una industria en concreto. Sin embargo, los datos recopilados indican que las respuestas obtenidas son representativas a escala nacional, con las siguientes dos excepciones: la industria de la construcción está subrepresentada y organizaciones dedicadas a la ciencia y tecnología, junto con gremios profesionales, están sobrerepresentadas. Esto último es comprensible en el contexto de las industrias que son usuarias importantes de computadoras —frente a aquellas que las usan poco—, y el modelo da cuenta de ello.

Selección de la muestra. La muestra de encuestados se seleccionó de entre un grupo de 25,000 candidatos a participar en encuestas, que administra la empresa externa Opinionology.com (Orem, Utah, Estados Unidos), un sitio de almacenamiento de encuestas en línea. Se seleccionó a los encuestados de manera que cubrieran el perfil demográfico y por su historial de honestidad en pasadas encuestas antes de participar en ésta. El universo de posibles encuestados es, en general, representativo del sector comercial de Canadá.

Materiales. Los materiales consistieron en una sola encuesta por internet, presentada en inglés o francés de Canadá. La encuesta se tradujo y después se realizó la traducción inversa, dos veces, para asegurar que el contenido fuera idéntico en ambas versiones. Al inicio de la encuesta se presentaba una carta de consentimiento informado y el encuestado debía oprimir un botón para dar inicio a las preguntas.

La encuesta constó de 18 preguntas que cubrían seis áreas temáticas: preguntas de índole demográfica para el sector comercial (tamaño de la organización, tipo de industria, ubicación o provincia donde se ubica la organización, responsabilidades del encuestado); computadoras en el establecimiento (portátil o de escritorio, estado al momento de la compra y estado actual, año de la última compra por lote, vida útil promedio de las computadoras, estatus de utilización y tiempo en almacenamiento); monitores (así como computadoras) en el establecimiento; eliminación de computadoras en los últimos doce meses (tipo de computadora desechada, cantidad, vía y fecha de eliminación); eliminación de monitores (así como de computadoras), y eliminación de otros artículos electrónicos.

Procedimiento. Con base en los requerimientos demográficos de los autores, Opinionology se dio a la tarea de filtrar a los encuestados antes de su participación. Los candidatos demográficamente aptos recibieron una invitación de Opinionology.com, vía correo electrónico, que contenía un enlace a la encuesta, para participar. Después de escoger su

idioma de preferencia (inglés o francés), los participantes leían una carta de consentimiento informado. Este consentimiento se consideraba otorgado si los participantes escogían el botón “Siguiente” ubicado al final de la carta para dar inicio a las preguntas. En caso de no otorgarse el consentimiento, la encuesta se daba por terminada (se registraba como incompleta).

Una vez que completaban la encuesta, se redirigía a los participantes a una página de divulgación en la que se repetía la información de contacto para el grupo de investigación. Los encuestados recibían un crédito electrónico de Opinology después de completar la encuesta a través de su sitio web. Responder la encuesta tomaba 9.5 minutos, en promedio, y todos los datos se recabaron entre el 21 de enero y el 21 de febrero de 2011.

México

La encuesta residencial de México se volvió a realizar en el año 2013 debido a la poca participación de usuarios de computadora sin internet. La redacción del apartado siguiente, correspondiente a la encuesta de los sectores comercial e institucional, corrió por cuenta de Ramzy Kahhat y Eric Williams.

Sector residencial

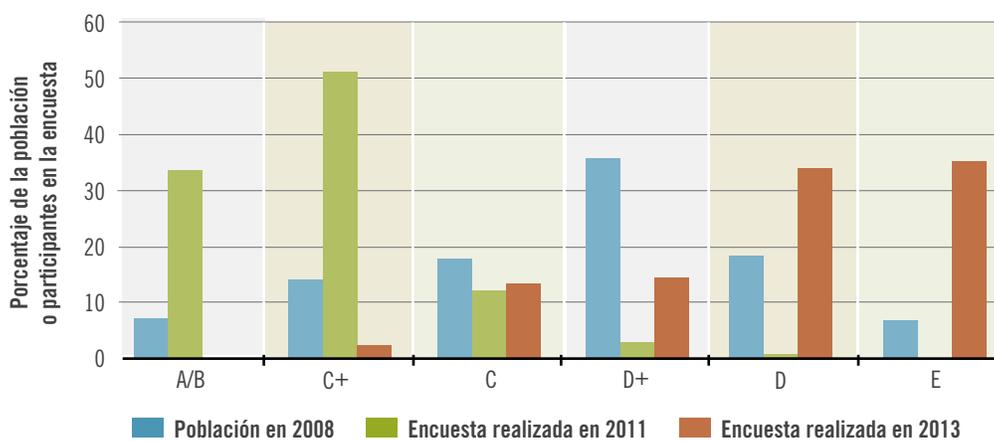
Durante la primavera de 2013, la empresa mexicana Grupo IDM aplicó el cuestionario, para lo cual recurrió a encuestas telefónicas asistidas por computadora. En México, el nivel socioeconómico se utiliza para clasificar los segmentos de la población por ingresos y constituye otro tipo de indicador del poder adquisitivo. Las distribuciones más recientes por nivel socioeconómico de que se dispuso corresponden al año 2008 [54], pero éstas

mostraron pocos cambios en comparación con años anteriores, lo que sugiere que se observaron pocas variaciones entre 2008 y 2010. La encuesta anterior, que se llevó a cabo en la primavera de 2011, se realizó en línea y tuvo un mayor nivel de participación de encuestados de niveles socioeconómicos más altos, quienes tenían mayor acceso a internet. En el caso de la encuesta realizada en 2013, no se ofrecieron recompensas por participar y, por lo tanto, hubo muchas más llamadas que encuestas completadas. Quizá se deba al uso de este formato (encuesta telefónica, asistida por computadora) que la encuesta de 2013 subrepresenta los niveles socioeconómicos altos y sobrerrepresenta los bajos. En la gráfica 54 se compara la distribución nacional del nivel socioeconómico con la de los participantes en la encuesta. El cuadro 11 ilustra el tamaño de la muestra y los intervalos de confianza asociados por zona geográfica en México.

Cuadro 11: Tamaño de la muestra y nivel de confianza de los participantes en la encuesta, por zona geográfica en México

Zona	Muestra	Nivel de confianza de 95 por ciento
Ciudad de México	300	±5.65
Noreste	200	±7.07
Norte	200	±7.07
Bajío	150	±8.16
Centro	200	±7.07
Sureste	150	±8.16
Total	1,200	±2.88

Gráfica 54: Comparativa de alcance nacional entre los niveles socioeconómicos en México y con las dos encuestas relacionadas con este informe



Fuente: Romo (2008) [54].

Sectores comercial e institucional

Participantes. Los participantes en la encuesta (denominados “encuestados” o “participantes”) fueron 496 administradores de activos de tecnología de información (TI) o administradores de activos, adultos, dentro de negocios y organizaciones mexicanas con y sin ánimo de lucro. De los 496 participantes que iniciaron la encuesta, 239 no la completaron y 257 sí lo hicieron. Todos los detalles que siguen se refieren a los 257 encuestados que respondieron la encuesta completa. Los encuestados son miembros de un grupo de investigación de encuestas conformado por aproximadamente 5,000 personas elegibles, bajo la jurisdicción del sitio de almacenamiento de encuestas Research Now (Dallas, Texas, Estados Unidos). Todas las personas encuestadas recibieron un pago en forma de crédito electrónico por completar la encuesta. El trato que recibieron fue acorde con los principios de ética de la Asociación Estadounidense de Psicología (*American Psychological Association*) y de la Junta de Revisión Institucional (*Institutional Review Board*, IRB) de la Universidad Estatal de Arizona.

Datos demográficos de la muestra. La muestra seleccionada es representativa de organizaciones comerciales e institucionales de México, de acuerdo con los siguientes parámetros (se hace mención de las excepciones cuando así corresponde), en comparación con estadísticas elaboradas por el Sistema de Información Empresarial Mexicano para 2011 (SIEM, 2011): ubicación de la organización y estado al que ésta pertenece, y tamaño. Se reunió información sobre los sectores comercial e institucional (e industrias específicas), sin que fuera solicitud expresa de los autores, y se presentaron los informes correspondientes. Más adelante se describen con detalle las divergencias en lo que respecta a la representatividad nacional.

Ubicación. Se registraron detalles de la ubicación correspondientes al establecimiento donde trabaja el encuestado, así como de todas las ubicaciones posibles de la organización donde colabora. La información detallada que se presenta más adelante corresponde únicamente a la ubicación del establecimiento donde trabaja el encuestado. Se solicitaron respuestas de los 32 estados y la Ciudad de México, en conformidad con estadísticas del SIEM para 2010.⁹ Las respuestas guardaron consonancia con información censal. Cabe señalar que se solicitaron 250 respuestas, pero se recibieron 257 encuestas completadas.

Número de empleados en los sectores comercial e institucional. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) define cuatro categorías de entidad comercial o institucional, con base en la cantidad de empleados por entidad en todos sus establecimientos: menos de 10 empleados, 11 a

50 empleados, 51 a 250 empleados y más de 250 empleados. Debe notarse que estas categorías difieren ligeramente de los tamaños utilizados para organizaciones canadienses, debido a que la cantidad de corporaciones multinacionales que tienen su oficina central en México es menor que las que la tienen en Canadá. Los autores modificaron de forma deliberada el tamaño de los sectores comercial e institucional para desvincularse de la representatividad y permitir la inclusión en el análisis de empresas de mayor tamaño. Esta modificación obedece al hecho de que los negocios de mayor tamaño representan muchas más computadoras por compañía que los pequeños (1 a 10 empleados) y medianos (11 a 50 empleados), que hay en mayor número. Como muestran las estadísticas industriales correspondientes a 2010, las organizaciones pequeñas representaron una pluralidad de la muestra, seguidas por las organizaciones de tamaño mediano.

Clasificación de las industrias y establecimientos en los sectores comercial e institucional. Los autores no solicitaron respuestas con base en un sector determinado —sector privado o dependencia pública (bienes en oposición a servicios)—, ni en una industria en concreto. La lista de industrias se basa en las estadísticas para la industria mexicana.

Selección de la muestra. La muestra de encuestados se seleccionó de entre un grupo de 5,000 candidatos a participar en encuestas, que administra el sitio independiente e-rewards.com, propiedad de Research Now (Texas, Estados Unidos). Se seleccionó a los encuestados de manera que cubrieran el perfil demográfico y por su historial de honestidad en pasadas encuestas antes de participar en ésta. El universo de posibles encuestados es, en general, representativo del sector comercial de México.

Materiales. Los materiales consistieron en una sola encuesta por internet, presentada en español. La encuesta se tradujo del inglés al español y después se realizó la traducción inversa, dos veces, para asegurar que el contenido fuera idéntico en ambas versiones. Al inicio de la encuesta se presentaba una carta de consentimiento informado y el participante debía oprimir un botón para dar inicio a las preguntas.

La encuesta constó de 18 preguntas que cubrían seis áreas temáticas: preguntas de índole demográfica para el sector comercial (tamaño de la organización, tipo de industria, ubicación o estado en que se ubica la organización, responsabilidades del encuestado); computadoras en el establecimiento (portátil o de escritorio, estado al momento de la compra y estado actual, año de la última compra por lote, vida útil promedio de las computadoras, estatus de utilización y tiempo en almacenamiento); monitores (así como computadoras) en el establecimiento; eliminación de computadoras en los últimos doce meses (tipo de

9. SIEM (2011), “Estadísticas”, Sistema de Información Empresarial Mexicano, en: <www.siem.gob.mx/> (consulta realizada en enero de 2011, en español).

computadora desechada, cantidad, vía y fecha de eliminación); eliminación de monitores en los últimos doce meses (así como de computadoras), y eliminación de otros artículos electrónicos.

Procedimiento. Con base en los requerimientos demográficos de los autores, Research Now se dio a la tarea de filtrar a los encuestados antes de su participación. Los candidatos demográficamente aptos recibieron una invitación de e-rewards.com, vía correo electrónico, para participar en la encuesta, que contenía un enlace a la misma. Los participantes leían una carta de consentimiento informado en español. Este consentimiento se consideraba otorgado si los participantes escogían el botón “Siguiente” ubicado al final de la carta para dar inicio a las preguntas. En caso de no otorgarse el consentimiento, la encuesta se daba por terminada (se registraba como incompleta).

Una vez que completaban la encuesta, se redirigía a los participantes a una página de divulgación en la que se repetía la información de contacto para el grupo de investigación. Los encuestados recibían un crédito electrónico de Research Now después de completar la encuesta a través de su sitio web. Responder la encuesta tomaba 9.5 minutos, en promedio, y todos los datos se recabaron entre el 1 y el 11 de febrero de 2011.

Estados Unidos

Los datos utilizados para múltiples etapas, en ambos métodos, pertenecen a encuestas realizadas por Kahhat y Williams [13] en los sectores residencial y comercial e institucional de Estados Unidos. El siguiente pasaje describe la metodología aplicada en la encuesta:

Como parte de este estudio se lanzaron dos encuestas en línea para recopilar datos primarios sobre la incorporación de computadoras personales en los sectores residencial y comercial e institucional de Estados Unidos, y el manejo al final de su vida útil. El estudio del sector residencial comprendió 1,000 encuestas completadas, extraídas de un grupo

numeroso de 350,000 candidatos a participar en encuestas, a cargo de la empresa consultora Research Now. La muestra seleccionada fue representativa de la población adulta, de acuerdo con información censal correspondiente a 2010, dentro de los siguientes parámetros: género, estado, edad, ingreso del hogar y escolaridad. La encuesta consistió en 15 preguntas que abarcaban tres áreas temáticas: aspectos demográficos, propiedad y uso de la computadora en el hogar, así como eliminación del equipo. Se obtuvieron 400 encuestas completas de los sectores comercial e institucional. La muestra fue representativa de los sectores comercial e institucional de Estados Unidos, en conformidad con la ubicación geográfica y el número de empleados dentro de una empresa. Aunque habría sido deseable disponer de una muestra que coincidiera con la distribución nacional de organizaciones y empleados por sector industrial (por ejemplo, el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte [SCIAN]), los costos que suponía tal muestra excedían los recursos económicos disponibles. El grupo de encuestados se integró con casi 25,000 participantes elegibles de un panel de expertos en tecnología de información (TI) reunidos por la consultora Opinionology. Este panel lo integraron responsables de la toma de decisiones en materia de TI y administradores de activos. El cuestionario de la encuesta comprendió 15 preguntas. Ambas encuestas se lanzaron en abril de 2011, y las preguntas se centraban en el año calendario 2010. Todas las encuestas completadas se sometieron a la revisión de la empresa encuestadora y su equipo de investigación antes de integrarlas en el análisis. Las encuestas de los sectores residencial y comercial e institucional tuvieron un margen de error de 3 y 5 por ciento, respectivamente, y se consideró un nivel de confianza de 95 por ciento. El nivel de confianza y el margen de error se basan en el tamaño de la muestra y su distribución. El cuestionario de la encuesta y sus resultados se incluyen en el material de apoyo [13].

Perfil del usuario

1. Seleccione su género

Masculino Femenino

Objetivo: Delinear el perfil del participante (elemento importante para la caracterización de la muestra).

2. ¿Cuál es su edad? _____

Objetivo: Delinear el perfil del participante (elemento importante para la caracterización de la muestra).

3. ¿Dónde vive? _____

Opciones: Todas las entidades federativas de Estados Unidos.

Objetivo: Determinar la ubicación del participante u hogar (elemento importante para la caracterización de la muestra).

4. ¿Qué opción describe mejor el área donde vive?

Urbana Suburbana Rural

Objetivo: Determinar la ubicación del participante.

5. Incluido usted, ¿cuántas personas viven en su casa?

Adultos (mayores de 18 años) _____ Niños (menores de 18 años) _____

Objetivo: Conocer el número de computadoras y monitores per cápita. Dividir el total de computadoras en el hogar entre el total de personas.

6. Marque la opción que corresponde a su ocupación

- Agricultura, silvicultura, pesca y operaciones cinegéticas
 Minería, explotación de canteras y extracción de petróleo y gas Plantas generadoras de electricidad
 Construcción Manufactura Comercio al por mayor Comercio minorista Transporte y almacenamiento
 Información (por ejemplo, publicaciones, grabaciones, transmisión y telecomunicaciones)
 Finanzas y seguros Bienes inmuebles, alquiler y arrendamiento financiero
 Servicios profesionales, científicos y técnicos Administración de empresas
 Servicios administrativos y de apoyo, manejo de desechos y rehabilitación Servicios educativos
 Servicios de salud y asistencia social Artes, entretenimiento y recreación
 Servicios de alojamiento y alimentos Otros servicios, excepto administración pública
 Administración pública Estudiante Ama de casa Desempleado

Objetivo: Conocer la ocupación del participante.

7. ¿Cuál es el grado de educación más alto que ha alcanzado o que se encuentra cursando en este momento?

- Estudios parciales de educación preparatoria Certificado de preparatoria o equivalente
 Estudios parciales de formación técnica Certificado de formación técnica Título universitario (licenciatura)
 Estudios parciales de posgrado Diploma de posgrado

Objetivo: Conocer el perfil del participante.

8. ¿Cuál es el ingreso anual de su hogar, en dólares estadounidenses (antes de impuestos)? _____

Objetivo: Conocer el perfil del hogar.

9. ¿Es usted la principal fuente de ingresos? Sí No

Objetivo: Conocer el perfil del participante.

10. ¿Tiene usted una computadora en su hogar (en uso o que no utiliza)? Sí No

Objetivo: La respuesta a esta pregunta define si el participante debe continuar o no con la encuesta.

Si el participante contesta "No", se termina la encuesta.

Computadoras en el hogar

11. ¿Cuántas computadoras (de escritorio o portátiles, sin incluir monitores) tiene en su hogar (en uso o que no utiliza)? ____

Objetivo: Determinar el número de computadoras per cápita. Dividir el número total de computadoras en el hogar entre el total de personas.

12. Para las computadoras que actualmente tiene en su hogar (en uso o que no utiliza), sírvase completar la siguiente información.

Tipo (portátil o de escritorio)	Estado de la computadora al momento de la compra o adquisición (nueva o usada)	Año de compra o adquisición de la computadora	Estado actual de la computadora (en uso o que no utiliza)	Estado actual de la computadora (funciona o no funciona)	Años que usted o algún miembro del hogar usó o lleva usando la computadora	Años que la computadora ha estado almacenada en su hogar
1						
2						
3						

Objetivo: Determinar el tiempo de almacenamiento de la computadora, ciclo de vida útil, patrones de compra y cantidad de computadoras nuevas y usadas en hogares estadounidenses.

Monitores en el hogar

13. ¿Cuántos monitores externos (sin incluir pantallas de computadoras portátiles) tiene usted en su hogar (en uso o que no utiliza)? ____

Objetivo: Determinar el número de monitores per cápita. Dividir el número total de monitores en el hogar entre el total de personas.

14. Para los monitores externos que actualmente tiene en su casa (en uso o que no utiliza), por favor complete la siguiente información.

Tipo de monitor externo (pantalla plana o de cristal líquido [LCD]), monitor tradicional o de tubo de rayos catódicos (TRC)	Estado del monitor cuando lo compró o adquirió (por ejemplo, nuevo o usado)	Año de compra o adquisición del monitor	Estado actual del monitor (en uso o que no utiliza)	Estado actual del monitor (funciona o no funciona)	Años que usted o algún miembro del hogar usó o lleva usando el monitor	Años que el monitor ha estado almacenado en su hogar
1						
2						
3						

14a. Si tiene más de cinco monitores en su hogar, sírvase usar el siguiente espacio para contestar todas las anteriores preguntas relativas a sus monitores.

Objetivo: Determinar el tiempo de almacenamiento de monitores, ciclo de vida útil, patrones de compra y cantidad de monitores nuevos y usados en hogares estadounidenses.

Vías de eliminación de computadoras

15. ¿Se ha deshecho con anterioridad de alguna computadora? [] No [] Sí ¿Cuántas? De escritorio ____ Portátil ____

Objetivo: Cuantificar la cantidad de computadoras desechadas. Un "Sí" lleva al usuario a la siguiente pregunta; un "No" lo hace saltarse las dos siguientes preguntas.

16. Por favor estime el ciclo de vida útil promedio de las computadoras que ha desechado. (Para fines de la encuesta, el ciclo de vida útil se define como el tiempo transcurrido desde la compra hasta el retiro de la unidad del hogar.)

Computadora de escritorio _____ Computadora portátil _____

Objetivo: Determinar el ciclo de vida útil de las computadoras.

17. Por favor especifique cómo se deshizo de cada una de las computadoras que tenía en su hogar.

Opciones desplegables de menú (una por computadora):

Opción	Tipo (computadora de escritorio o portátil)	Año en que se desechó
Se eliminó mediante recolección de basura		
Se recicló mediante un programa de reciclaje		
Se devolvió a un depósito de recolección para reciclaje		
Se devolvió al minorista		
Se devolvió al municipio durante un evento especial de recolección		
Se devolvió al fabricante		
Se almacenó fuera del hogar		
Se donó a un amigo o familiar dentro del hogar		
Se donó a un amigo o familiar fuera del hogar		
Se donó a una organización de beneficencia		
Se donó de otra forma		
Se devolvió al vendedor una vez vencido el arrendamiento		
Se vendió en línea (por ejemplo, Mercado Libre)		
Se vendió localmente		
Se vendió a un conocido, familiar o amigo		
Otro		
No corresponde o no se desechó		

Objetivo: Caracterizar patrones de final de vida útil para computadoras en el sector residencial de Estados Unidos.

18. ¿Ha desechado un monitor con anterioridad? No Sí

¿Cuántos? _____ Monitor tradicional o de tubo de rayos catódicos (TRC) _____

Monitor de pantalla plana o de cristal líquido (LCD, por sus siglas en inglés) _____

Objetivo: Cuantificar los monitores desechados. Un “Sí” lleva al usuario a la siguiente pregunta; un “No” lo hace saltarse la siguiente pregunta.

19. Por favor estime el ciclo de vida útil promedio de los monitores que ha desechado. (Para fines de la encuesta, el ciclo de vida útil se define como el tiempo transcurrido desde la compra hasta el retiro de la unidad del hogar.)

Monitor tradicional o de tubo de rayos catódicos (TRC) _____

Monitor de pantalla plana o de cristal líquido (LCD, por sus siglas en inglés) _____

Objetivo: Determinar el ciclo de vida útil de los monitores.

20. Por favor especifique cómo se desechó cada monitor externo.

Opciones desplegadas de menú (una por monitor):

Opción	Tipo de monitor (tradicional o de tubo de rayos catódicos [TRC]), de pantalla plana o de cristal líquido (LCD, por sus siglas en inglés)	Año en que se desechó
Se eliminó mediante recolección de basura		
Se recicló mediante un programa de reciclaje		
Se devolvió a un depósito de recolección para reciclaje		
Se devolvió al minorista		
Se devolvió al municipio durante un evento especial de recolección		
Se devolvió al fabricante		
Se almacenó fuera del hogar		
Se donó a un amigo o familiar dentro del hogar		
Se donó a un amigo o familiar fuera del hogar		
Se donó a una organización de beneficencia		
Se donó de otra forma		
Se devolvió al vendedor una vez vencido el arrendamiento		
Se vendió en línea (por ejemplo, e-Bay)		
Se vendió localmente		
Se vendió a un conocido, familiar o amigo		
Otro		
No corresponde o no se desechó		

Objetivo: Caracterizar patrones de final de vida útil para monitores en el sector residencial de Estados Unidos.

21. Respecto del equipo electrónico enumerado a continuación, ¿cuántos artículos desechó en 2010 y cuál fue el método empleado para su eliminación?

	Cantidad de artículos desechados	Método de eliminación
Opción 1: Reutilización (por ejemplo, donación o venta).		
Opción 2: Reciclaje (por ejemplo, programa de reciclaje en espacios públicos).		
Opción 3: Almacenamiento (por ejemplo, clóset o sótano).		
Opción 4: Depósito en relleno sanitario (por ejemplo, tirar en la basura general).		
Opción 4: Otro.		
Opción 5: No corresponde.		
Productos electrónicos relacionados con computadoras (por ejemplo, impresoras o escáneres)		
Máquinas facsímiles (fax)		
Televisores (de tubos de rayos catódicos o TRC)		
Televisores (distintos de los de tubos de rayos catódicos o no de TRC)		
Teléfonos y celulares		
Aparatos eléctricos de cocina pequeños (por ejemplo, tostador y licuadora)		
Aparatos eléctricos de cocina grandes (por ejemplo, refrigerador, lavaplatos, horno de microondas)		
Aparatos de uso doméstico pequeños (por ejemplo, radiorreloj, contestadora)		
Aparatos de uso doméstico grandes (por ejemplo, lavadora, secadora, aspiradora)		
Equipo audiovisual pequeño (por ejemplo, reproductores de MP3 y DVD, videocasetera, cámara, sistema estereofónico pequeño)		
Equipo audiovisual grande (por ejemplo, sistema de cine en casa grande, bocinas grandes)		

Gracias por contestar nuestra encuesta. Su respuesta es muy importante para nosotros.

No dude en contactarnos si tiene alguna pregunta, duda o comentario.

Información general de la empresa

1. ¿Cómo clasificaría el tamaño de la organización donde trabaja?

- De 1 a 4 empleados De 5 a 9 empleados De 10 a 19 empleados De 20 a 49 empleados
 De 50 a 99 empleados De 100 a 299 empleados De 300 a 499 empleados Más de 500 empleados

Objetivo: Definir el perfil y tamaño de la empresa.

2. ¿En qué industria clasificaría la organización donde trabaja?

- Agricultura, silvicultura, pesca y operaciones cinegéticas
 Minería, explotación de canteras y extracción de petróleo y gas Plantas generadoras de electricidad
 Construcción Manufactura Comercio al por mayor Comercio minorista
 Transporte y almacenamiento Información (por ejemplo, publicaciones, grabaciones, transmisión y telecomunicaciones)
 Finanzas y seguros Bienes inmuebles, alquiler y arrendamiento financiero
 Servicios profesionales, científicos y técnicos Administración de empresas
 Servicios administrativos y de apoyo, manejo de desechos y rehabilitación Servicios educativos
 Servicios de salud y asistencia social Artes, entretenimiento y recreación Servicios de alojamiento y alimentos
 Otros servicios, excepto administración pública Administración pública

Objetivo: Definir el perfil de la empresa (punto importante para la caracterización de la muestra). Con base en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) de Estados Unidos.

3. ¿En qué entidad federativa se encuentra su oficina u organización?

Establecimiento donde está usted ubicado (seleccione una opción solamente). Marque una sola opción	Toda la organización (seleccione las opciones que correspondan). Marque las opciones que correspondan
Opciones: Todos los estados	

Objetivo: Determinar la ubicación del establecimiento y la organización.

4. ¿Qué tipo de tareas desempeña dentro de la organización? Seleccione las opciones que correspondan.

- Toma de decisiones sobre tecnología de información Adquisiciones y compras Servicio y mantenimiento
 Reemplazo y eliminación de activos Otras

Objetivo: Conocer las tareas del empleado.

5.) Sírvase responder las siguientes preguntas que se refieren a equipo de cómputo utilizado en su organización con fines comerciales únicamente (no se incluyen operaciones de existencias en almacenes al por menor y otras), y disponible o que haya estado disponible en el establecimiento específico donde usted trabaja dentro de la organización. Leí las instrucciones *supra*.

Objetivo: Indicar las instrucciones al participante.

Información sobre las existencias y compra de computadoras

6. Del equipo de cómputo enumerado a continuación, ¿cuántos tipos se encuentran actualmente en uso para fines comerciales en el establecimiento en que usted trabaja?

(“Actualmente en uso” significa que físicamente se encuentra en funcionamiento y se utiliza con fines comerciales, y que no está guardado.)

Equipo en el establecimiento donde usted trabaja	Número
Computadoras de escritorio	
Laptop o computadoras portátiles	
Monitores de tubos de rayos catódicos (TRC) o tradicionales (incluidos los monitores de computadoras de escritorio y cualquier otro)	
Monitores de pantalla de cristal líquido (<i>liquid crystal display</i> , LCD) (incluye, entre otros, monitores de pantalla plana)	

Objetivo: Cuantificar el equipo. Determinar el índice de dispositivos por empleado.

7. Del equipo de cómputo enumerado a continuación, ¿cuántos tipos se utilizaron para fines comerciales en el establecimiento donde usted trabaja que se encuentran actualmente almacenados en el lugar (y que no están en uso)?

Equipo en el establecimiento donde usted trabaja	Número
Computadoras de escritorio	
Laptop o computadoras portátiles	
Monitores de tubos de rayos catódicos (TRC) o tradicionales (incluidos los monitores de computadoras de escritorio y cualquier otro)	
Monitores de pantalla de cristal líquido (<i>liquid crystal display</i> , LCD) (incluye, entre otros, monitores de pantalla plana)	

Objetivo: Cuantificar el equipo. Determinar el índice de dispositivos por empleado.

Nota: Si las cantidades de equipo similar en las preguntas 7 y 8 suman cero, será necesario reflejarlo en las preguntas 10 a 13, que están relacionadas.

8. ¿Cuántos empleados trabajan actualmente en el establecimiento donde usted trabaja? Proporcione la estimación más precisa posible.

Establecimiento donde usted trabaja _____ Número de empleados _____

Objetivo: Cuantificar los empleados. Determinar el índice de dispositivos por empleado.

9. Para el equipo enumerado *supra*, especifique el método preferente de compra o adquisición y el año en que se llevó a cabo la compra o adquisición “al por mayor” más reciente para el establecimiento donde usted trabaja. (Las filas deben coincidir con el número de elementos equivalentes de equipo indicados en las preguntas 7 y 8.)

Equipo	Comprado (número)	En arrendamiento (número)	Gratuito (por donación, por ejemplo) (número)	Año en que se llevó a cabo la compra o adquisición “al por mayor” más reciente
Laptop o computadoras portátiles				
Computadoras de escritorio				
Monitores de tubos de rayos catódicos (TRC) o tradicionales				
Monitores de pantalla de cristal líquido (<i>liquid crystal display</i> , LCD)				

Objetivo: Caracterizar las preferencias de adquisición en el sector comercial.

10. Para el equipo que se encuentra actualmente en uso con fines comerciales y el almacenado en el sitio dentro del establecimiento donde usted trabaja, ¿cuál era la condición (nuevo o usado) del siguiente tipo de equipo al momento de su adquisición, arrendamiento o donación original?

(Las filas deben coincidir con el número de elementos equivalentes de equipo indicados en las preguntas 7 y 8.)

Equipo	Adquisición, arrendamiento o donación Equipo nuevo (número)	Adquisición, arrendamiento o donación Equipo usado (número)
Laptop o computadoras portátiles		
Computadoras de escritorio		
Monitores de tubos de rayos catódicos (TRC) o tradicionales		
Monitores de pantalla de cristal líquido (<i>liquid crystal display</i> , LCD)		

Objetivo: Caracterizar la condición del equipo en el sector comercial al ser adquirido.

Información sobre el ciclo de vida útil de las computadoras y su almacenamiento

11. Estime, para los últimos cinco años, el ciclo de vida útil típico del equipo de cómputo utilizado en el establecimiento donde trabaja.

(A los efectos de esta encuesta, el ciclo de vida útil se define como el tiempo transcurrido entre la compra del equipo y su remoción física del establecimiento donde usted trabaja.)

Equipo	Ciclo de vida útil típico (años)
Laptop o computadoras portátiles	
Computadoras de escritorio	
Monitores de tubos de rayos catódicos (TRC) o tradicionales	
Monitores de pantalla de cristal líquido (<i>liquid crystal display</i> , LCD)	

Objetivo: Entender el ciclo de vida útil típico de los dispositivos en cuestión.

12. Estime, para los últimos cinco años, el tiempo promedio de almacenamiento, en meses, del siguiente equipo de cómputo utilizado en el establecimiento donde usted trabaja.

(El tiempo de almacenamiento se define como el periodo transcurrido desde que un equipo se considera obsoleto y ya no se utiliza en la empresa hasta su remoción física del establecimiento para destinarse a una opción de manejo al final de su vida útil.)

Equipo	Tiempo almacenado en su oficina (en meses)
Laptop o computadoras portátiles	
Computadoras de escritorio	
Monitores de tubos de rayos catódicos (TRC) o tradicionales	
Monitores de pantalla de cristal líquido (<i>liquid crystal display</i> , LCD)	

Objetivo: Conocer el tiempo de almacenamiento.

Información sobre la eliminación de computadoras

13. ¿Cuántos elementos de equipo de cómputo fueron objeto de eliminación de activos en 2010 en el establecimiento donde usted trabaja? Proporcione la estimación más precisa posible.

Equipo	Número
Laptop o computadoras portátiles	
Computadoras de escritorio	
Monitores de tubos de rayos catódicos (TRC) o tradicionales	
Monitores de pantalla de cristal líquido (<i>liquid crystal display</i> , LCD)	

Objetivo: Cuantificar la eliminación de equipo obsoleto en 2010.

14. Para el equipo enumerado supra, sometido en 2010 a eliminación de activos en el establecimiento donde usted trabaja, determine las opciones seleccionadas para la eliminación de activos.

(La suma de las columnas debe coincidir con el número específico de equipo indicado en la pregunta 14.)

	Laptop o computadoras portátiles (número)	Computadoras de escritorio (número)	Monitores de TRC (número)	Monitores de LCD (número)
Se devolvió a la empresa de arrendamiento				
Se envió a reacondicionamiento, mediante contrato, a proveedor de servicio privado				
Se envió a reciclaje, mediante contrato, a proveedor de servicio privado				
Se envió a eliminación, mediante contrato, a proveedor de servicio privado				
Se devolvió al fabricante				
Se almacenó fuera de sitio				
Se vendió				
Se donó				
Se eliminó mediante recolección de basura				
Se recicló mediante un programa de reciclaje				
Se devolvió al minorista				
Se devolvió al municipio durante un evento especial de recolección				
Se devolvió a un depósito de recolección para reciclaje				
Se devolvió a un depósito de recolección para reacondicionamiento				
Otros				

Objetivo: Determinar las opciones de manejo al final de la vida útil dentro del sector comercial en Estados Unidos.

15. Respecto del equipo electrónico enumerado a continuación, ¿cuántos artículos fueron objeto de eliminación de activos en 2010 en el establecimiento donde usted trabaja y cuál fue el método empleado para su eliminación?

	Reutilización (donación o venta, por ejemplo) (número)	Reciclaje (reciclaje en espacios públicos, por ejemplo) (número)	Almacena-miento (en clósets o sótanos, entre otros) (número)	Envío a relleno sanitario (por ejemplo, eliminación en la basura común) (número)	Otros (número)
Productos electrónicos relacionados con computadoras (por ejemplo, impresoras o escáneres)					
Máquinas facsímiles (fax)					
Televisores (de tubos de rayos catódicos o TRC)					
Televisores (distintos de los de tubos de rayos catódicos o no de TRC)					
Teléfonos y celulares					
Aparatos eléctricos de cocina pequeños (por ejemplo, tostador y licuadora)					
Aparatos eléctricos de cocina grandes (por ejemplo, refrigerador, lavaplatos, horno de microondas)					
Aparatos de uso comercial pequeños (por ejemplo, radioreloj, contestadora, ventilador)					
Aparatos de uso comercial grandes (por ejemplo, fotocopidora, aspiradora)					
Equipo audiovisual (por ejemplo, videocasetera, reproductor de DVD, cámara, sistema estereofónico pequeño, proyector)					
Equipo audiovisual grande (por ejemplo, sistema de cine en casa grande, bocinas grandes)					

Objetivo: Entender el porcentaje de equipo de cómputo al final de su vida útil en la información sobre desechos electrónicos generales.

Apéndice 3: Generación y recolección de datos de encuestas

Método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia

Generación en el sector residencial usando como estudio de caso las computadoras portátiles en Estados Unidos

Determinar la distribución típica del ciclo de vida útil del producto a lo largo de un periodo determinado

El primer paso consistió en consolidar los datos generados a partir de las encuestas que envió la empresa encuestadora, puesto que la información había sido originalmente organizada por participante, y no de acuerdo con el tipo de dispositivo electrónico. Hubo dos conjuntos de preguntas pertinentes, cada uno de los cuales requería prepararse por separado: las preguntas relativas a artículos que se habían “desechado” y aquellas en torno a los productos electrónicos que todavía se almacenaban en casa (“retirados del servicio”). En el cuadro 12 se muestran algunos de los artículos “desechados” que se consideraron “averiados” y otros “retirados del servicio”.

El segundo paso fue determinar la antigüedad de los productos en el punto de “falla” (avería) o al momento de “retirarlos del servicio” (un producto se considera retirado del servicio cuando está fuera de uso, pero todavía lo conserva el propietario al momento de la encuesta). En lo posible, se seleccionaron las respuestas en función de la precisión del encuestado para estimar el año de adquisición del producto, en comparación con la estimación del tiempo de uso y almacenamiento (un corte de un año se consideró razonable).

La ecuación 13 ilustra cómo se calcularon los indicadores de precisión. Obsérvese que este indicador no puede calcularse para los productos electrónicos que se “desecharon” porque la encuesta se centró únicamente en el ciclo de vida útil en la casa, y no en el año de compra. El único indicador de control de calidad disponible para productos electrónicos “desechados” consistió en asegurar que, cuando los participantes informaran sobre el ciclo de vida útil y, por separado, sobre el “método de eliminación”, el tipo de dispositivo electrónico coincidiera en ambas preguntas (por

Cuadro 12: Designación en función de la forma de desecho: avería, generación y recolección

Forma de desecho	¿Falla o avería?	Categoría	¿Generación?
Se almacenó fuera de sitio	Retirado del servicio	No incluida	No generado
Se donó a un amigo o familiar dentro de la categoría residencial	Averiado	Reutilización informal	No generado
No corresponde o no se desechó	Retirado del servicio	No incluida	No generado
Se eliminó mediante recolección de basura	Averiado	Depositado en la basura	Generado
Se recicló mediante un programa de reciclaje	Averiado	Recolectado	Generado
Se devolvió a un depósito de recolección para reciclaje	Averiado	Recolectado	Generado
Se devolvió al minorista	Averiado	Recolectado	Generado
Se devolvió al municipio durante un evento de recolección especial	Averiado	Recolectado	Generado
Se devolvió al fabricante	Averiado	Recolectado	Generado
Se donó a un amigo o familiar fuera de la categoría residencial	Averiado	Reutilización informal	No generado
Se donó a una organización de beneficencia	Averiado	Reutilización informal	No generado
Se donó de otra forma	Averiado	Reutilización informal	No generado
Se devolvió al vendedor una vez vencido el arrendamiento	Averiado	Recolectado	Generado
Se vendió en línea (por ejemplo, eBay)	Averiado	Reutilización informal	No generado
Se vendió localmente	Averiado	Reutilización informal	No generado
Se vendió a un conocido, familiar o amigo	Averiado	Reutilización informal	No generado
Otro	Retirado del servicio	No incluida	No generado

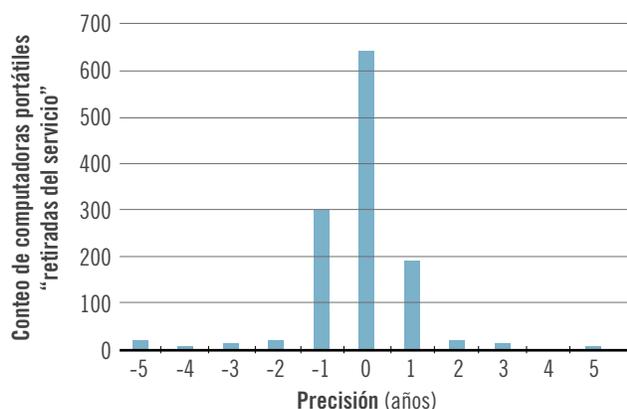
ejemplo, computadora portátil con computadora portátil, y no computadora portátil con computadora de escritorio). Las faltas de coincidencia no se contaron.

Ecuación 13: Determinación de la precisión de las respuestas sobre productos electrónicos “retirados del servicio”

$$\text{Precisión} = \text{Año de encuesta} - \text{Año de compra} - \text{Uso} - \text{Almacenamiento}$$

La gráfica 55 muestra que la gran mayoría de los participantes en la encuesta en Estados Unidos informaron con bastante precisión tanto sobre el año de adquisición como sobre el tiempo de uso y almacenamiento correspondiente de computadoras portátiles. Se determinó que un corte de un año era razonable para todos los productos.

Gráfica 55: Precisión de los encuestados para estimar la antigüedad y el tiempo de permanencia en casa de computadoras portátiles en Estados Unidos



Luego fue necesario determinar el año de adquisición del producto. Para los productos electrónicos “retirados del servicio” que permanecen en la casa, los encuestados informaron directamente el año de adquisición; en cambio, para los dispositivos electrónicos “desechados” se utilizó la ecuación 14.

Ecuación 14: Determinación del año de adquisición de productos electrónicos desechados

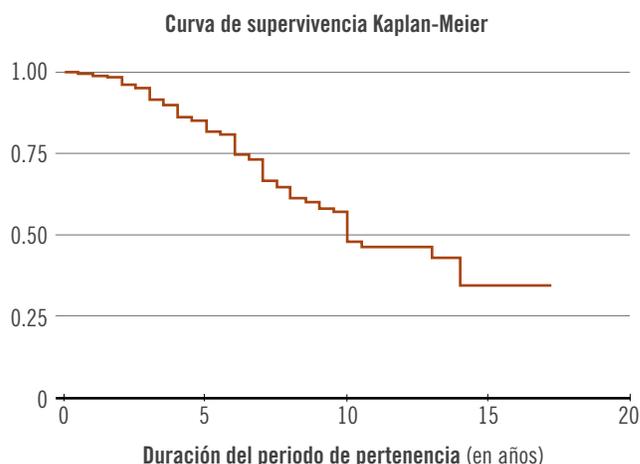
$$\text{Año adquirido} = \text{Año desechado} - \text{Ciclo de vida útil}$$

El modelo Stata 12.1 se utilizó para generar curvas de supervivencia Kaplan-Meier (K-M) y, posteriormente, regresiones de Weibull para los productos en conjunto, empleando la misma curva K-M y las regresiones de Weibull asociadas para todos los años de compra.

El siguiente código se introdujo en Stata 12.1 (se incluyen resultados y comentarios pertinentes):

- *stset age, failure(failure)*
Adecuar los datos para realizar el análisis de supervivencia
- *stdescribe*
Describir los datos para cerciorarse de que se procesaron correctamente
- *sts list* y *sts graph*
Efectuar el análisis de supervivencia K-M
La información, integrada por datos de la curva K-M correspondiente a la curva de supervivencia modelizada y el intervalo de confianza de 95 por ciento, se copia a Excel de Microsoft para su uso en el siguiente paso.

Gráfica 56: Curva de supervivencia Kaplan-Meier para computadoras portátiles en el sector residencial de Estados Unidos



- *streg year, dist(weibull)*
Generar la regresión de Weibull.
Se obtiene información sobre la regresión de Weibull para el conjunto de datos de computadoras portátiles (gráfica 57). Obsérvese que *p* corresponde al factor de escala utilizado para modelizar las distribuciones de Weibull.
- *stcurve, surviv*
Además de permitir representar la curva de supervivencia con base en la regresión de Weibull (gráfica 58), este análisis sirve de base para modelizar la curva de supervivencia K-M (gráfica 56) con los parámetros obtenidos y utilizados (gráfica 57).

Gráfica 57: Análisis de regresión de Weibull con Stata para computadoras portátiles en el sector residencial de Estados Unidos

Weibull regression -- log relative-hazard form

No. of subjects =	1407	Number of obs =	1407
No. of failures =	202		
Time at risk =	5169.75		
Log likelihood =	-533.62163	LR chi2(1) =	10.84
		Prob > chi2 =	0.0010

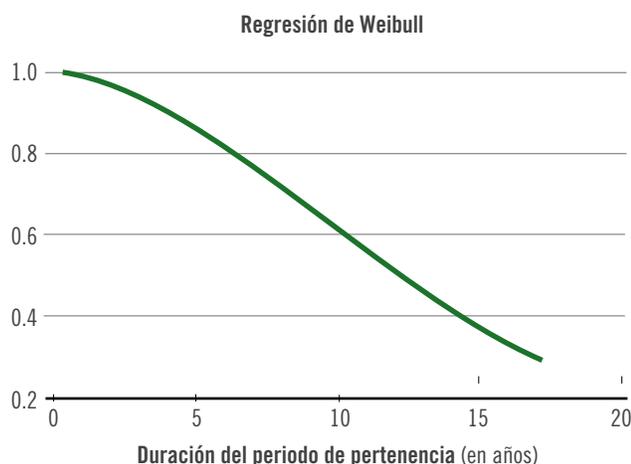
_t	Haz. Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
year_purchased	.9375928	.0174106	-3.47	0.001	.9040821	.9723456
_cons	1.39e+54	5.18e+55	3.34	0.001	2.56e+22	7.55e+85
/ln_p	.5375423	.059788	8.99	0.000	.4203599	.6547246
p	1.711795	.1023448			1.522509	1.924612
1/p	.5841823	.0349271			.5195851	.6568104

El siguiente paso consistió en incorporar a las curvas K-M parámetros adicionales para la regresión de Weibull.

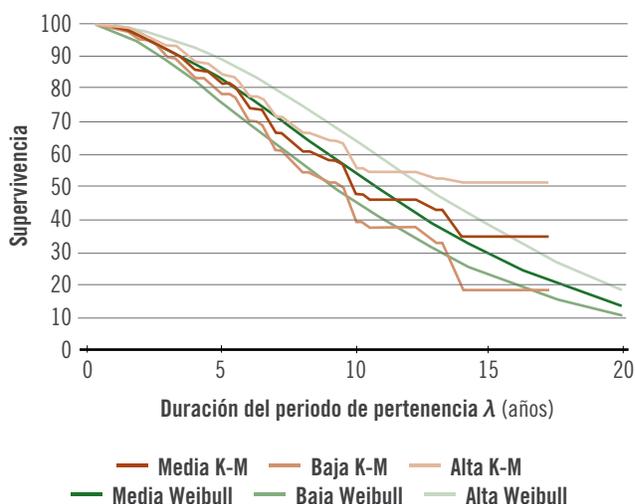
Para definir una distribución de Weibull se requieren parámetros tanto de escala como de forma. Aunque supone cierta dificultad, es posible extraer los parámetros de forma a partir de los datos de la regresión de Weibull. Por ello, los datos de la *sts list* se copian en Excel de Microsoft y se utiliza el complemento Solver, a fin de encontrar los parámetros de forma que minimizan el error cuadrático entre un modelo Weibull de distribución acumulativa inversa y las curvas de supervivencia K-M (gráfica 59).

Los resultados de la regresión de Weibull se transformaron en una función de densidad de probabilidad, misma que a su vez se utilizó como la distribución de duración de un periodo de pertenencia. Con base en los parámetros derivados mediante la regresión de Weibull (parámetros de escala) y el ajuste del error por el método de mínimos cuadrados (parámetros de forma), las distribuciones de ciclo de

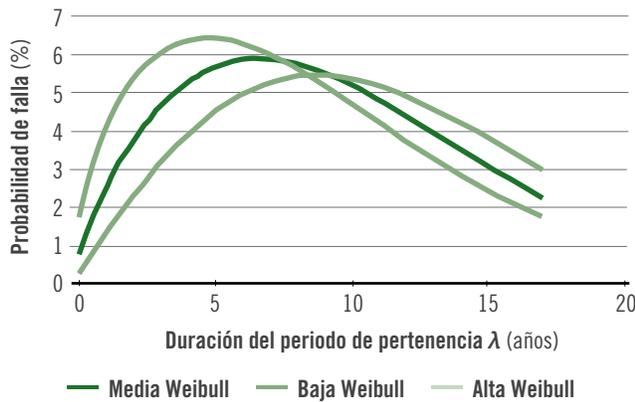
Gráfica 58: Modelo de regresión de Weibull para computadoras portátiles en el sector residencial de Estados Unidos



Gráfica 59: Comparativa entre las curvas K-M y las curvas de regresión de Weibull de ajuste por mínimos cuadrados ordinarios para los valores medios y los límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento aplicables a computadoras portátiles en el sector residencial de Estados Unidos



Gráfica 60: Distribución de la duración del periodo de pertenencia (λ) para computadoras portátiles en el sector residencial de Estados Unidos



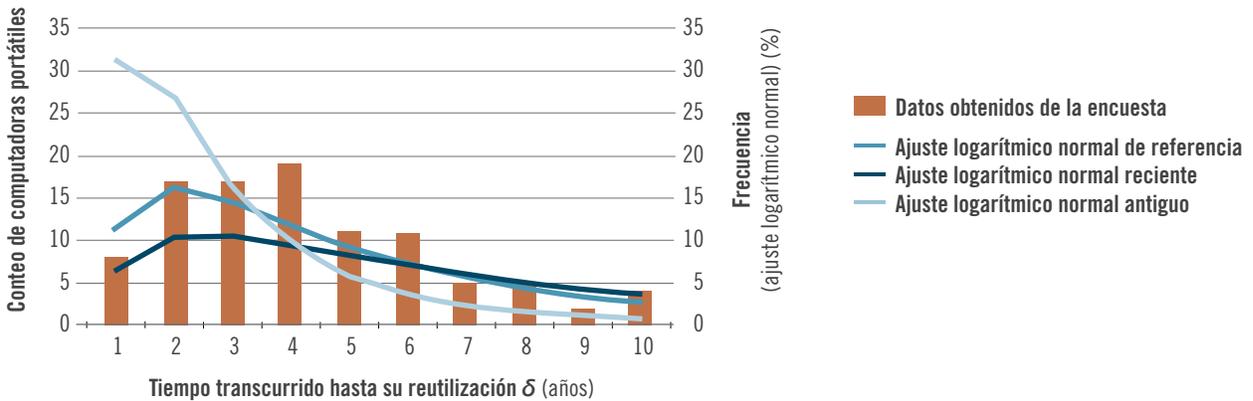
vida útil para la duración de un periodo de pertenencia se modelizaron utilizando la función de distribución de Weibull (Dist.Weibull) de Excel de Microsoft. Obsérvese que la duración típica es considerablemente más prolongada que

la modelizada a partir del método contenido en publicaciones en la materia, como se muestra en la gráfica 60. Es probable que esto se deba a una subestimación del tiempo de almacenamiento señalado en el material publicado.

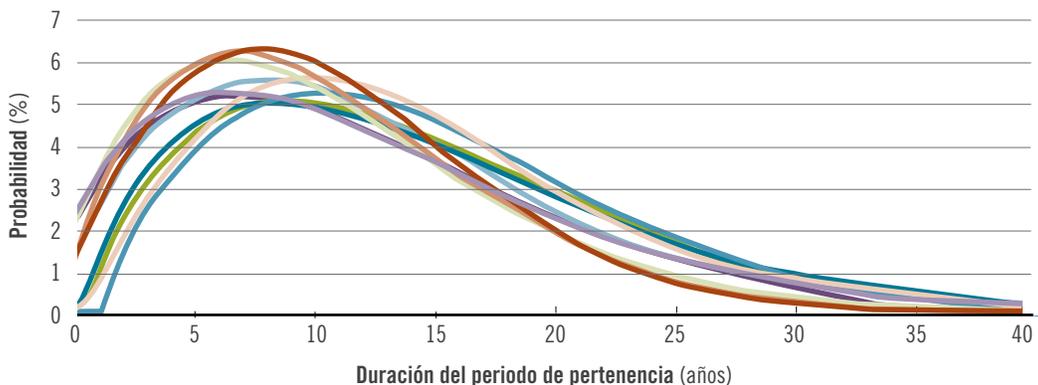
La gráfica 61 muestra un histograma de la distribución del tiempo transcurrido (δ) hasta que se reutiliza un dispositivo electrónico. Se permitió una variación en la media de ± 2 años y en la desviación estándar de ± 10 por ciento en la simulación Monte Carlo. Los datos obtenidos de la encuesta corresponden a las 100 computadoras portátiles que se “desecharon” para su reutilización informal. Esta información se introdujo en el modelo de predicción de generación.

Durante la simulación Monte Carlo, se permitió una variación de los parámetros de regresión dentro de un intervalo de confianza de 95 por ciento y también que la distribución completa se desplazara una año a la izquierda y a la derecha para dar cuenta del error admisible en la precisión de las respuestas de los encuestados. La gráfica 62 muestra algunas de las 10,000 distribuciones modelizadas en la simulación Monte Carlo.

Gráfica 61: Histograma y distribuciones logarítmicas normales ajustadas del tiempo transcurrido (δ) que una computadora portátil del sector residencial de Estados Unidos permanece con su propietario hasta su reutilización informal



Gráfica 62: Distribuciones de duración del periodo de pertenencia (λ) para computadoras portátiles de Estados Unidos (muestra aleatoria)



Cuadro 13: Parámetros de distribución de Weibull medios para la duración del periodo de pertenencia (λ)

País	Producto	Parámetro de escala de la distribución de Weibull	Parámetro de forma de la distribución de Weibull
Canadá	Computadoras de escritorio	2.45	8.84
	Computadoras portátiles	1.91	11.16
	Monitores de TRC	2.35	8.53
	Monitores de pantalla plana	1.97	14.23
México	Computadoras de escritorio	1.80	11.13
	Computadoras portátiles	1.52	22.16
	Monitores de TRC	1.72	13.26
	Monitores de pantalla plana	1.72	21.31
Estados Unidos	Computadoras de escritorio	2.09	7.61
	Computadoras portátiles	1.71	13.28
	Monitores de TRC	2.10	7.46
	Monitores de pantalla plana	1.77	15.05

Pronosticar cuántos productos se generarán en un año determinado con base en información sobre ventas y ciclo de vida útil

La siguiente serie de ecuaciones se utilizó para modelizar la cantidad de productos electrónicos que se utilizan una sola vez antes de la generación (*O*), aquellos que se reutilizan informalmente antes de la generación (*I*) y otros más que se reutilizan formalmente después de una primera ronda de generación y recolección (*C*).

Para determinar en qué año *y* es probable que se genere cada uno de los grupos (*O*, *I* y *C*), se presume que los productos adquiridos con fines de reutilización (*I* y *C*) en un año determinado *s* guardan una estrecha correlación con las ventas de productos nuevos durante ese mismo año *s*. Es lógico pensar que la aceptación de los productos usados por parte de los compradores siga la misma tendencia que la de artículos nuevos. Los cocientes β de adquisiciones de productos usados con respecto a productos nuevos en los datos de encuesta correspondientes al periodo 2000-2010 se modelizaron a fin de reflejar este fenómeno, como se muestra en la ecuación 15.

Ecuación 15: Cociente β de adquisiciones de productos usados respecto de las correspondientes a productos nuevos

$$\beta = \frac{Ventas_{Usados}(s)}{Ventas_{Nuevos}(s)}$$

El siguiente paso consistió en obtener una aproximación de la fracción α de adquisiciones de productos usados que tuvo lugar mediante la reutilización informal (*I*), en comparación con la reutilización formal tras la generación y posterior recolección (*C*). Con las preguntas de la encuesta se inquirió si los productos electrónicos que se conservaban en casa se habían adquirido usados o nuevos, y por separado se preguntó si los productos electrónicos “desechados” habían sido sometidos a un manejo clasificable como recolección y reutilización informales (ecuación 16). La dificultad para estimar el valor α estriba en que resulta poco clara la probabilidad de la reutilización formal de los productos en el ámbito interno después de la recolección. Debido a que una cantidad considerablemente mayor de productos electrónicos “desechados” se destinó a la reutilización informal más que a la recolección, se optó por asignar a α un rango amplio de 0.2 a 1.

Ecuación 16: Fracción α de adquisiciones de productos usados en el marco de una reutilización informal (*I*), en comparación con la reutilización formal tras la generación y posterior recolección (*C*)

$$\alpha = \frac{Ventas_I(s)}{Ventas_I(s) + Ventas_C(s)}$$

Por último se adoptó la premisa de que todos los productos electrónicos nuevos adquiridos en un año determinado fueron usados una vez antes de la generación (*O*), menos aquellos originalmente adquiridos en el año *s* y que se pronosticó se reutilizarían informalmente antes de

la generación (I) en años futuros ($s + \delta$), a partir del año uno después del año de ventas en vigor, según se muestra en las versiones equivalentes de la ecuación 17. Gracias a que las ventas de productos electrónicos usados se modelizan en relación con las ventas de productos electrónicos nuevos (véase la ecuación 15), es posible estimar la cantidad de productos electrónicos reutilizados informalmente en años futuros. Sin embargo, para generar esta estimación se requiere información sobre proyecciones de ventas, lo cual se logra al aplicar una tasa anual de crecimiento de ventas y permitir que varíe dentro del rango de tasas de años anteriores. En algunos periodos para los que no se dispuso de información histórica de ventas anteriores (por ejemplo, de 1990 a 1994), se aplicó una tasa de crecimiento de ventas retrospectiva y se permitió una variación dentro del rango de tasas de crecimiento de años posteriores.

En los casos en que, en un principio, el producto experimentó un crecimiento exponencial en ventas (computadoras portátiles y monitores de pantalla plana), el modelo para ventas que se someten a un solo uso antes de la generación (O) resulta insuficiente. En los primeros años de venta del producto, con frecuencia se comprobó que la cantidad de adquisiciones (O) fue negativa. Esto obedece a que la demanda de artículos reutilizados en años futuros fue mayor de lo que podía haber cubierto el reducido número de ventas en años anteriores. Para dar cuenta de esto de manera contundente, el modelo podría incluir un α cada vez mayor con el paso del tiempo, o bien podría concebirse un modelo más complejo en el que la media de δ aumente con el tiempo. En este caso se empleó una aproximación. El número de adquisiciones que son objeto de un solo uso antes de la generación (O) durante los primeros años del crecimiento exponencial de un producto se basó en el rango de proporciones de ventas totales en el sector residencial en años posteriores (aproximadamente 10), como se muestra en la ecuación 18. Este método de aproximación podría interpretarse como que los artículos reutilizados adquiridos en años posteriores también se compraron de los sectores comercial e institucional para satisfacer la demanda, fenómeno que no se capta explícitamente en el presente estudio.

Ecuación 17: Adquisiciones de productos electrónicos que se someten a un solo uso antes de la generación (O)

$$Ventas_o(s) = Ventas(s) - \sum_{s+1} P(\delta, s + \delta) * Ventas_i(s + \delta)$$

$$Ventas_o(s) = Ventas(s) - \sum_{s+1} P(\delta, s + \delta) * \beta * \alpha * Ventas(s + \delta)$$

Ecuación 18: Adquisiciones aproximadas de productos electrónicos que se someten a un solo uso antes de la generación (O) durante los primeros años de crecimiento exponencial en ventas

$$Ventas\ aproximadas_o(s) = Ventas(s) * \frac{1}{9} \sum_{s+1}^{10} \frac{Ventas_o(s)}{Ventas(s)}$$

Para explicar la ecuación 18 con más detalle, la generación total en el año y es la suma de aplicar estas fórmulas a los tres grupos, como se muestra en la ecuación 19.

Ecuación 19: Expresión detallada de la generación total de productos electrónicos usados en el año y

$$\begin{aligned} generados(y) &= \sum_s^y Ventas_o(s) * \lambda(y - s) + \sum_s^y Ventas_i(s) * \lambda(y - (s + \delta)) \\ &+ \sum_s^y Ventas_r(s) * \lambda(y - (s + \delta)) \end{aligned}$$

Generación en los sectores comercial e institucional

A diferencia del caso residencial, las opciones de “desecho” de los sectores comercial e institucional no contemplan la reutilización informal. Por ello, se presume que todas las opciones pertinentes de “desecho” corresponden a generación, como se muestra en el cuadro 14. Las premisas adoptadas de Kahhat y Williams [13] se incluyen y constituyen la base para realizar la clasificación correspondiente a recolección. Se indicó que numerosos productos electrónicos se habían “desechado” “mediante contrato con proveedor de servicio privado”. Cabe la posibilidad de que, en realidad, el proveedor de servicios recolectara estos dispositivos, en vez de enviarlos a rellenos sanitarios. De ahí que, en el análisis, se permitiera que la fracción correspondiente a productos electrónicos “desechados” en forma de “eliminación mediante contrato con proveedor de servicio privado” —que se clasificaron como recolectados y no como basura— variara entre 0 y 100 por ciento. Si esto resulta ser un factor que motive incertidumbre, tendría sentido buscar formas de afinar esta fracción.

Los factores de escala para los sectores comercial e institucional correspondientes a 2010 utilizados son los mismos que los aplicados en el método de balance de masa, descrito en el siguiente apartado.

Cuadro 14: Clasificación de formas de “desecho” en los sectores comercial e institucional

Método	Cuadro 4.4*	¿Generación?	¿Recolección?
Se devolvió a la empresa de arrendamiento	Reutilizado	Generado	Recolectado
Se envió a reacondicionamiento, mediante contrato con proveedor de servicio privado	Reutilizado	Generado	Recolectado
Se envió a reciclaje, mediante contrato con proveedor de servicio privado	Reciclado	Generado	Recolectado
Se envió a eliminación, mediante contrato con proveedor de servicio privado	Enviado a relleno sanitario	Generado	¿Depositado en la basura o recolectado?
Se devolvió al fabricante	Reciclado	Generado	Recolectado
Se almacenó fuera de sitio	No corresponde	No corresponde	No corresponde
Se vendió	Reutilizado	Generado	Recolectado
Se donó	Reutilizado	Generado	Recolectado
Se eliminó mediante recolección de basura	Enviado a relleno sanitario	Generado	Basura
Se recicló mediante un programa de reciclaje	Reciclado	Generado	Recolectado
Se devolvió al minorista	Reciclado	Generado	Recolectado
Se devolvió al municipio durante un evento especial de recolección	Reciclado	Generado	Recolectado
Se devolvió a un depósito de recolección para reciclaje o reacondicionamiento	Reciclado	Generado	Recolectado
Otro	Enviado a relleno sanitario, reciclado o reutilizado	Generado	No corresponde

* Fuente: Los datos contenidos en la columna “Cuadro 4.4” provienen de Kahhat R. y E. Williams (2012) [13].

Balance de masa

Los factores de escala de 2010 que relacionan los valores derivados de las encuestas con las estadísticas de alcance nacional se obtuvieron mediante las simulaciones de Monte Carlo y se muestran en el cuadro 15. Los factores de escala de los sectores comercial e institucional son considerablemente menores que los del sector residencial porque el tamaño de las muestras de este sector fue, en comparación con la población encuestada, mucho más pequeño que para los sectores comercial e institucional.

El cuadro 16 presenta los factores de escala detallados para cada producto y sector que sirvieron para llegar a los factores de escala promedio de productos en conjunto. Cabe recordar que se emplearon los mismos factores de escala a fin de escalar cada producto para un país y sector determinados. Con fines comparativos, un factor de escala de los sectores comercial e institucional de Estados Unidos se comparó con el número de empleados en el país en 2010. Es probable que el factor de escala correspondiente a empleados sea mayor que el que se basa en ventas porque la encuesta es representativa únicamente de un subconjunto

Cuadro 15: Resumen de factores de escala de 2010 por país y sector

País	Sector	Media	Baja	Alta
Canadá	Comercial e institucional	233	212	254
	Residencial	11,561	10,228	12,894
México	Comercial e institucional	115	67	164
	Residencial	11,891	8,982	14,801
Estados Unidos	Comercial e institucional	799	726	873
	Residencial	45,801	40,217	51,385

de empresas con computadoras, mientras que la estimación basada en el número de empleados se refiere a los empleados dentro de todo el sector comercial. De igual manera, se comparó un factor de escala basado en la población de Estados Unidos en relación con la población representada por los hogares participantes en la encuesta con el factor

de escala residencial. El resultado fue una mayor similitud con el factor de escala de computadoras portátiles, pero sin duda fue mayor que el correspondiente a todos los productos en conjunto. Esto podría sugerir que las estimaciones de ventas son demasiado bajas o que los participantes en la encuesta compraron más que el hogar promedio.

Cuadro 16: Factores de escala de productos correspondientes a 2010 utilizados para llegar a factores de escala promedio para todos los productos en conjunto, por país y sector

País	Sector	Tipo de factor de escala	Media	Mín.	Máx.
Canadá	Comercial e institucional	Computadora de escritorio	242	219	264
		Computadora portátil	453	412	495
		Monitor de TRC	0	0	0
		Monitor de pantalla plana	237	215	259
		Promedio del producto	233	212	254
	Residencial	Computadora de escritorio	15,019	13,146	16,893
		Computadora portátil	17,969	15,727	20,210
		Monitor de TRC	0	0	0
		Monitor de pantalla plana	13,256	10,142	16,369
		Promedio del producto	11,561	10,228	12,894
México	Comercial e institucional	Computadora de escritorio	85	75	96
		Computadora portátil	180	158	202
		Monitor de TRC	87	4	169
		Monitor de pantalla plana	109	5	213
		Promedio del producto	115	67	164
	Residencial	Computadora de escritorio	14,845	13,052	16,639
		Computadora portátil	10,833	9,524	12,142
		Monitor de TRC	9,193	4,783	13,603
		Monitor de pantalla plana	12,693	6,604	18,783
		Promedio del producto	11,891	8,982	14,801
Estados Unidos	Comercial e institucional	Computadora de escritorio	922	837	1,006
		Computadora portátil	1,385	1,258	1,511
		Monitor de pantalla plana	891	809	973
		Monitor de TRC	0	0	0
		Promedio del producto	799	726	873
		Empleado	1,878	1,706	2,050
	Residencial	Computadora de escritorio	37,001	32,022	41,980
		Computadora portátil	80,587	70,686	90,488
		Monitor de TRC	0	0	0
		Monitor de pantalla plana	65,616	57,684	73,547
		Promedio del producto	45,801	40,217	51,385
Población	93,902	91,144	96,660		

Apéndice 4: Generación de datos de exportación de computadoras y productos electrónicos relacionados: premisas y cálculos

Método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia

Datos de comercio sobre exportación de México

La siguiente lista describe las premisas adoptadas en el proceso de clasificación para información a escala de embarque correspondiente a México, según lo detallado por el Centro Interdisciplinario para la Prevención de la Contaminación (Ciprec) [45]. Se han destacado las diferencias entre el presente estudio y el del Ciprec (2013); asimismo, para efectos de este trabajo, las unidades centrales de procesamiento (CPU, por sus siglas en inglés) se clasificaron como computadoras de escritorio.

Premisas generales

En este apartado se presentan las premisas adoptadas para interpretar las descripciones de los productos en las bases de datos. Para ello, dichas premisas se han integrado en forma de lista e incluyen una explicación, cuando se considera relevante. Las premisas generales aplicadas a las categorías son las siguientes:

- Cuando aparece la palabra “accesorios”, se presupone que éstos no comprenden monitores, salvo que explícitamente se señale lo contrario en las descripciones.
- Por lo general, en las categorías de monitores y computadoras de escritorio o portátiles, los artículos correspondientes también incluyen algunos dispositivos periféricos. Por ello debe suponerse que la información sobre peso y precio de cada artículo también incluye estos materiales; sin embargo, el porcentaje marginal puede ser insignificante. El conjunto de datos proporcionado no contemplaba información relativa al peso.
- Por otro lado, si los dispositivos periféricos, como teclados, ratón u otros, aparecían como artículos independientes, se les consideró en el rubro “otros”.

Premisas sobre unidades centrales de procesamiento

La presencia de palabras como “unidad” y “procesamiento” fue el criterio principal para determinar que una descripción se refería únicamente a una CPU. Por ello, las

siguientes descripciones se aplicaron para estas unidades centrales de procesamiento:

- a) unidad de procesamiento de datos
- b) procesador de datos
- c) servidor de procesamiento de datos
- d) unidad central
- e) unidad de procesamiento
- f) unidad de procesamiento digital
- g) unidad de procesamiento digital de datos
- h) unidades de procesamiento digital

Premisas sobre computadoras de escritorio

- Las descripciones para CPU señaladas *supra* podrían aplicarse a computadoras de escritorio sólo si en vez de la palabra “unidad” aparecieran términos como aparato, sistema, máquina o computadora. Por ello, las descripciones como “máquina de procesamiento” y “procesador de datos en forma de sistema” se agruparon en computadoras de escritorio. (Cabe señalar que, para fines del presente estudio, todas las CPU se consideraron computadoras de escritorio.)
- Cuando la palabra “computadora” aparece en las descripciones sin mayor detalle, se entiende que se refiere a computadora de escritorio (CPU + monitor), salvo que la descripción de las condiciones sea más específica, como CPU o portátil. (Obsérvese que en el presente estudio, al aplicar el código 847130, se invalida ese supuesto y se da por hecho que esos dispositivos corresponden a computadoras portátiles.)
- La descripción “estación de trabajo para computadora” se agrupó bajo el rubro “otros”, pero si las palabras “para computadora” no estaban presentes, se entendía “computadora de escritorio”.
- Todos los dispositivos de servidor se agruparon bajo la categoría de computadoras de escritorio. Se tomaron en cuenta sólo algunas excepciones, mismas que se presentan en el apartado de premisas sobre la categoría “otros”.
- La descripción “servidor para impresora” se consideró dentro de la categoría de “computadoras de escritorio”, a menos que se especificara una marca de impresora, en cuyo caso se asignó a “otros”.

Premisas sobre monitores

- Todos los artículos explícitamente descritos como tales se clasificaron como monitores de pantalla plana; por ejemplo, monitores planos o monitores de cristal líquido. Además, si en la descripción se indicaba únicamente “monitor de color”, el artículo se consideró como monitor de pantalla de cristal líquido (LCD, por sus siglas en inglés).
- Se presupuso que descripciones sencillas como “monitor” se referían a monitores de tubos de rayos catódicos (TRC). (Obsérvese que, en el presente estudio, los códigos de exportación de monitores de pantalla plana invalidaron este supuesto.)
- Las descripciones que sólo hacen referencia a pantallas planas se catalogaron bajo “otros” por la alta probabilidad de que se tratara de equipos de televisión.
- Las descripciones de monitores de 19 pulgadas se atribuyeron a monitores LCD solamente si se especificaba que contenían accesorios.
- Todo monitor de más de 27 pulgadas se asignó a la categoría “otros” aunque se especificara su utilización con computadora, dado que la aplicación más común de estos aparatos es en plantas industriales.
- Los monitores de 19 a 27 pulgadas se clasificaron como monitores LCD aunque en su descripción no se contemplaran accesorios.

Premisas sobre computadoras portátiles

- Se observaron numerosos artículos con descripciones como “máquina portátil para procesamiento de datos con escáner”, que se identificaron (por marca, por modelo y por su designación de escáner) como dispositivos manuales para registrar códigos de barras o tarjetas bancarias. Todos ellos se clasificaron en la categoría “otros”.
- Los artículos descritos como “máquinas para el procesamiento de datos”, que podían entrar en la categoría de computadoras de escritorio, se clasificaron como “computadoras portátiles” cuando el código de aduanas correspondiente era 847130.
- Los artículos descritos como “servidores de red” se clasificaron dentro de la categoría de computadoras de escritorio.

Premisas sobre dispositivos manuales y de bolsillo

Esta categoría abarca productos como Palm Pilots, tabletas y organizadores electrónicos. En comparación con otras categorías, el número de artículos con esta descripción fue muy reducido, por lo que fueron menos las dificultades para identificar estos dispositivos a partir de su descripción.

Premisas sobre la categoría correspondiente a “otros”

Las descripciones más comunes consideradas dentro de la categoría “otros” correspondieron a los siguientes productos:

- Todos los dispositivos relacionados con teléfonos celulares, como dispositivos móviles inteligentes, iPhones y iPods.
- Dispositivos de radionavegación.
- Monitores explícitamente descritos como televisores, así como monitores distintos de los utilizados en el hogar o en sistemas de cómputo para oficina. Los videomonitores y aquellos empleados en sistemas de televisión de circuito cerrado (*closed-circuit television*, CCTV) entran en esta categoría.
- Artículos descritos como “unidades de entrada y salida”.
- Artículos descritos como “unidades de control”.
- Los tubos de rayos catódicos y cinescopios se clasificaron bajo la categoría “otros” porque sólo forman parte de un dispositivo de monitor completo.
- Los artículos descritos como partes de una unidad central de procesamiento no se incluyeron dentro de la categoría de CPU completas, por lo que se clasificaron como “otros” (por ejemplo: microprocesadores, tarjetas madre, discos duros y dispositivos de entrada).
- Todo dispositivo de cómputo utilizado en los sectores industrial y manufacturero se clasificó bajo “otros”.
- Los artículos descritos como desechos de computadora (CPU, monitores, computadoras de escritorio) se clasificaron bajo la categoría “otros”.
- Los artículos descritos como pantallas digitales se consideraron de uso industrial, por lo que se clasificaron en “otros”.
- Servidores en gabinete o *rack*.
- Servidores *host*.
- Servidores de seguridad.
- Servidores tipo crimpador
- Los dispositivos de determinadas empresas se identificaron como ajenos al objeto de estudio del presente trabajo y, por ello, se clasificaron bajo “otros”. Estas empresas son ELO, Tycos, Intermec, Avaya, Blackberry, Symbol, Pelco, Top, B-K Medical, Cardio Theater, Blaupunkt, GE Medical Systems Information Technologies, UniOp, Biotronix, Datex-Ohmeda y Waveric.
- En el caso de Motorola, aunque la mayoría de los dispositivos encontrados se identificaron como dispositivos móviles de comunicación, algunos se clasificaron dentro de la categoría “computadoras portátiles”, una vez verificado el modelo.

- Los artículos descritos como “videomonitores” se clasificaron bajo “otros”, salvo que por la marca y el modelo se identificaran como dispositivos de cómputo.

Datos de comercio sobre exportación de Estados Unidos

En primer lugar, todos los datos utilizados se agregaron a una escala anual por modalidades de transporte y por país socio, con el propósito de corroborar la uniformidad en los valores v , q y w , además de facilitar una comparación con la información de la base de datos Comtrade de las Naciones Unidas. Pocos problemas se suscitaron en cuanto a falta de uniformidad en la clasificación por país (por ejemplo, Sudán y Curazao) en los conjuntos de datos; sin embargo, el comercio con estos países fue muy reducido. (Véanse los cuadros 17 y 18 para obtener una explicación de los símbolos y términos de las variables.)

El valor unitario desagregado de las exportaciones nacionales de Estados Unidos se calculó en dos escalas de agregación: escala distrital y escala portuaria aproximada. El término “escala portuaria aproximada” se utiliza para representar el hecho de que los valores unitarios no pueden calcularse directamente a partir de información a escala de puerto, debido a una falta de datos correspondientes a las cantidades, por lo que resulta preciso efectuar

aproximaciones a fin de llegar a valores unitarios y cantidades a escala de puerto. Los valores unitarios a escala de distrito sí pueden, en cambio, calcularse directamente a partir de las cantidades a escala distrital, y de ahí que se hayan determinado los resultados a escala de distrito con el propósito de verificar que los resultados aproximados a escala de puerto fueran razonables. A escala portuaria aproximada, los datos sobre importaciones de Canadá se sustituyeron por datos sobre exportaciones nacionales de Estados Unidos, y la información correspondiente a exportaciones a escala distrital se utilizó para las exportaciones a México.

Un ejemplo de los cálculos aproximados a escala de puerto efectuados para exportaciones de computadoras portátiles de Estados Unidos a Argentina se muestra en el cuadro 19. El valor unitario de las exportaciones nacionales de Estados Unidos a escala distrital, $u_2(f_e, m, n, r_d)$, se calculó utilizando información de Sicex, como se muestra en la ecuación 20. Dado que Sicex no genera cantidades desagregadas por modalidad de transporte, el valor unitario de exportación se desagregó en términos mensuales, por país socio y distrito.

Ecuación 20

$$u_2(f_e, m, n, r_d) = \frac{v_2(f_e, m, n, r_d)}{q_2(f_e, m, n, r_d)}$$

Cuadro 17: Símbolos y términos utilizados en información relativa a exportaciones

Símbolo	Término	Símbolo	Término
u	Valor unitario de las exportaciones	FOB	Franco a bordo (<i>free-on-board</i>); valores FOB
v	Valor de exportación	CIF	Costo, seguro y flete (<i>cost, insurance, and freight</i>); valores CIF
q	Cantidad exportada	m	Mes (de un año determinado)
w	Peso exportado	n	País socio comercial
x	Peso unitario exportado	t	Modalidad de transporte
f_g	Flujos de exportaciones generales	r_s	Agregación regional a escala de embarque
f_e	Flujos de exportaciones nacionales	r_p	Agregación regional a escala de puerto
f_i	Flujos de importaciones totales	r_d	Agregación regional a escala distrital
		r_c	Agregación regional a escala nacional

Cuadro 18: Conjuntos de datos utilizados para calcular las exportaciones de Estados Unidos

Base de datos	1. USA Trade Online (exportaciones de EU)	2. Sicex (exportaciones de EU)	3. STATCAN (importaciones de Canadá)
Valor, (v)	$v_1(f_g, m, n, r_p, t)$	$v_2(f_e, m, n, r_d, t)$	$v_3(f_i, m, n, r_p, t)$
Cantidad, (q)	--	$q_2(f_e, m, n, r_d)$	$q_3(f_i, m, n, r_p, t)$
Peso, (w)	$w_1(f_g, m, n, r_p, t)$	$w_2(f_e, m, n, r_d, t)$	--

Nota: Algunos conjuntos de datos no comprenden cantidad ni peso.

Para obtener datos aproximados a escala de puerto para países distintos de los de América del Norte, el valor de las exportaciones generales, por peso, a escala de puerto se multiplicó por el correspondiente peso unitario de las exportaciones nacionales a escala de distrito, $x_2(f_e, m, n, r_d)$, para cada mes, país socio y distrito, como se muestra en las ecuaciones 21 y 22.

Ecuación 21

$$x_2(f_e, m, n, r_d) = \frac{w_2(f_e, m, n, r_d)}{q_2(f_e, m, n, r_d)}$$

Ecuación 22

$$u_{1-2}(f_e, m, n, r_p, t) \cong \frac{v_1(f_g, m, n, r_p, t)}{w_1(f_g, m, n, r_p, t)} \times x_2(f_e, m, n, r_d)$$

Para estimar la cantidad aproximada a escala de puerto $q_{1-2}(f_e, m, n, r_p, t)$, el cociente del peso de las exportaciones nacionales a escala de distrito y el peso de las exportaciones generales también a escala de distrito se multiplica por el peso de las exportaciones generales a escala de puerto y luego se divide entre el peso unitario promedio aplicable al distrito correspondiente, como se muestra en la ecuación 23.

Ecuación 23

$$q_{1-2}(f_e, m, n, r_p, t) \cong \frac{\frac{w_2(f_e, m, n, r_d, t)}{w_2(f_g, m, n, r_d, t)} \times w_1(f_g, m, n, r_p, t)}{x_2(f_e, m, n, r_d)}$$

Para calcular los valores unitarios de las importaciones de Canadá y México como resultado del comercio con Estados Unidos como país de origen n , el valor simplemente se divide entre la cantidad correspondiente a cada mes, puerto o distrito, y modalidad de transporte. El cálculo del valor unitario de importación para Canadá se muestra en la ecuación 24.

Ecuación 24

$$u_3(f_i, m, n, r_p, t) = \frac{v_3(f_i, m, n, r_p, t)}{q_3(f_i, m, n, r_p, t)}$$

Cálculos de umbrales a partir de datos de comercio sobre exportación

Se calcularon umbrales aproximados a escala de puerto para cada región del mundo (conforme a la agrupación de países por ingreso del Banco Mundial y las regiones macrogeográficas de las Naciones Unidas), así como por

transporte marítimo y aéreo (y terrestre para América del Norte). Estos umbrales se aplicaron, además, a las distribuciones a escala de distrito, a fin de asegurar congruencia en la comparación. También se aplicaron a las distribuciones a escala de distrito, en parte para guardar uniformidad en la comparación. Dado que los conjuntos de datos utilizados registran básicamente valores de exportación que no incluyen costos por flete, puede parecer superfluo determinar distintos umbrales para los diferentes medios de transporte. Aun así, se han observado diferencias considerables en la distribución de valores unitarios para este conjunto de datos basado en el medio de transporte, por lo que el ejercicio podría resultar de gran utilidad.

El método de énfasis de valles en la vecindad (*Neighborhood Valley Emphasis Method*, NVEM) se empleó con el propósito de determinar el valor del umbral para productos usados y nuevos (z) en el primer método aplicado. Fan y Lei (2012) describieron su metodología para determinar el umbral de diferenciación entre las modalidades en una misma distribución, la cual elaboraron con miras a encontrar el umbral de un histograma bimodal de una imagen en escala de grises. Demostraron una mayor aplicabilidad de su método de énfasis de valles en la vecindad frente a los métodos de Otsu y de énfasis de valles, que modificaron. Las razones que motivaron la elección de este método estriban en que los valores z^{10} no se distinguen a simple vista y que Fan y Lei (2012) demostraron de forma convincente la superioridad de su método. Al requerir de un histograma con una distribución desarrollada, el método se aplicó únicamente a conjuntos de datos apropiados con cantidades de comercio considerables (en el presente estudio, de más de 10,000 unidades). Estos umbrales calculados se sustituyeron por umbrales faltantes en regiones del mundo con bajas cantidades de comercio.

Con este método se obtiene el umbral óptimo (z^*), que simultáneamente maximiza la varianza entre las modalidades (o clases) y minimiza la probabilidad de una caja del valor unitario (u) en el umbral óptimo o alrededor de éste. Por considerarse no nada más la probabilidad en una caja del valor del umbral en particular (se emplea el término “caja del valor” porque se analiza un histograma), sino también las cajas de los valores unitarios de sus vecinos, las depresiones esporádicas que no corresponden a verdaderos valles no se seleccionan. El método procede como se describe a continuación.

Cada caja de valor unitario u se evalúa como un posible umbral z , de ahí que se calcule la probabilidad de la vecindad $\bar{h}(u)$. La ecuación 25 permite sumar las probabilidades de los valores unitarios en intervalos $L = 2 + B1$ para el valor unitario u , donde L corresponde a la longitud de la vecindad, que normalmente es un número impar, y B es el recuento de cajas evaluadas en cada uno de los lados de z (Fan y Lei,

10. La anotación aquí utilizada difiere de la presentada en Fan y Lei (2012).

Cuadro 19: Ejemplo de cálculos aproximados a escala de puerto para exportaciones de computadoras portátiles de Estados Unidos a Argentina en 2010

País socio comercial (n) y mes (m)		$n = \text{Argentina}, m = \text{septiembre de 2010}$				
Distrito (d)	Houston-Galveston, Texas		Miami, Florida			Ciudad de Nueva York, Nueva York
	Aeropuerto Intercontinental de Houston, Texas	Houston, Texas	Aeropuerto Internacional de Miami, Florida	Miami, Florida	Port Everglades, Florida	Aeropuerto Internacional JFK, Nueva York
$v_2(f_{g-e}, m, n, r_d)$	\$634,444	\$634,444	\$3,389,603	\$3,389,603	\$3,389,603	\$-
$q_2(f_{g-e}, m, n, r_d)$	912	912	5,742	5,742	5,742	-
$w_2(f_{g-e}, m, n)$	\$5,877	\$5,877	\$27,842	\$27,842	\$27,842	\$-
(m, n)	-	-	350	350	350	-
(m, n)	\$113,541	\$113,541	\$4,099,759	\$4,099,759	\$4,099,759	\$56,440
(m, n, r_d)	300	300	10,941	10,941	10,941	208
$u_2(f_e, m, n, r_d)$	\$378	\$378	\$375	\$375	\$375	\$271
$w_2(f_e, m, n, r_d, t_{air})$	-	-	26,625	26,625	26,625	212
$w_2(f_e, m, n, r_d, t_{ves.})$	815	815	589	589	589	-
$w_2(f_e, m, n, r_d)$	815	815	27,214	27,214	27,214	212
$x_2(f_e, m, n, r_d)$	3	3	2	2	2	1
$v_1(f_g, m, n, r_p, t_{air})$	\$634,444	\$-	\$7,412,903	\$-	\$-	\$56,440
$w_1(f_g, m, n, r_p, t_{air})$	5,877	-	54,467	-	-	212
$u_{1-2}(f_e, m, n, r_p, t_{air})$	\$293	\$-	\$339	\$-	\$-	\$271
$v_1(f_g, m, n, r_p, t_{ves.})$	\$-	\$113,541	\$-	\$48,674	\$27,785	\$-
$w_1(f_g, m, n, r_p, t_{ves.})$	-	815	-	589	350	-
$u_{1-2}(f_e, m, n, r_p, t_{ves.})$	\$-	\$378	\$-	\$206	\$197	\$-
$w_2(f_e, m, n, r_d, t_{air})$	0%	0%	49%	49%	49%	100%
$w_2(f_g, m, n, r_d, t_{air})$						
$w_2(f_e, m, n, r_d, t_{ves.})$	100%	100%	63%	63%	63%	0%
$w_2(f_g, m, n, r_d, t_{ves.})$						
$q_{1-2}(f_{g-e}, m, n, r_p, t_{air})$	912	-	5,671	-	-	-
$q_{1-2}(f_{g-e}, m, n, r_p, t_{ves.})$	-	-	-	45	27	-
$q_{1-2}(f_e, m, n, r_p, t_{air})$	-	-	10,704	-	-	208
$q_{1-2}(f_e, m, n, r_p, t_{ves.})$	-	300	-	149	88	-

2012). El análisis procede para numerosos valores de L a fin de obtener una longitud razonable, con base en el tamaño de la caja del valor y en cuán razonables sean los resultados en lo que toca a evitar valores extraños. Los resultados se presentan para $L = 7, 9$ y 11 , que representan longitudes de vecindades de valores unitarios de las exportaciones de \$35, \$45 y \$55, respectivamente.

Ecuación 25

$$\bar{h}(u) = [h(u - m) + \dots + h(u - 1) + h(u) + h(u + 1) + \dots + h(u + m)]$$

Las modalidades (o clases) se definen como $c_0 = [0, \dots, z]$ y $c_1 = [z + 1, \dots, B - 1]$, donde $B - 1$ es la caja del valor unitario máximo. Las probabilidades totales de cada clase se obtienen por medio de sumas sencillas, como se muestra en las ecuaciones 26 y 27. Las medias de cada clase se muestran en las ecuaciones 28 y 29.

Ecuación 26

$$p_0(z) = \sum_{u=0}^z h(u)$$

Ecuación 27

$$p_1(z) = \sum_{u=z+1}^{B-1} h(u)$$

Ecuación 28

$$\mu_0(z) = \sum_{u=0}^z u \cdot h(u) / p_0(z)$$

Ecuación 29

$$\mu_1(z) = \sum_{u=z+1}^{B-1} u \cdot h(u) / p_1(z)$$

El umbral óptimo (z) corresponde al máximo entre todas las cajas de valores de la función objetivo de la función de énfasis de valles en la vecindad, $\xi(z)$, que se muestra en la ecuación 30.

Ecuación 30

$$\xi(z) = (1 - \bar{h}(z))(p_0(z)\mu_0^2(z) + p_1(z)\mu_1^2(z))$$

Apéndice 5: Datos sobre abasto y exportaciones de computadoras y productos electrónicos relacionados: resultados

Canadá

Método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia

Cuadro 20: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Canadá, en 2010, expresadas como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (miles de unidades)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	1,237	1,037	1,468	309	282	336	1,547	1,344	1,780
	Recolectadas	995	789	1,235	262	211	317	1,256	1,040	1,506
	Exportadas (NVEM)							17	16	18
	Exportadas (PUB)							13	7	20
Computadoras portátiles	Generadas	374	178	627	221	202	240	595	397	849
	Recolectadas	251	112	445	185	149	224	436	290	634
	Exportadas (NVEM)							43	43	43
	Exportadas (PUB)							42	40	45
Total computadoras	Generadas	1,611	1,269	2,014	530	484	577	2,141	1,792	2,548
	Recolectadas	1,246	952	1,597	447	360	541	1,692	1,379	2,056
	Exportadas (NVEM)							60	58	61
	Exportadas (PUB)							55	47	64
Monitores de TRC	Generados	1,002	410	1,890	256	234	278	1,258	664	2,150
	Recolectados	684	197	1,531	214	171	260	898	407	1,748
	Exportados (NVEM)							9	9	9
	Exportados (PUB)							9	9	9
Monitores de pantalla plana	Generados	224	68	519	198	181	216	422	264	717
	Recolectados	175	51	419	157	117	200	332	195	575
	Exportados (NVEM)							15	8	22
	Exportados (PUB)							13	3	23
Total monitores	Generados	1,226	514	2,298	454	415	494	1,680	965	2,751
	Recolectados	859	291	1,815	371	289	460	1,230	650	2,188
	Exportados (NVEM)							24	17	31
	Exportados (PUB)							22	11	32

Cuadro 21: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Canadá, en 2010, expresados como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (toneladas)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	13,125	6,217	22,779	3,277	1,580	5,615	16,402	7,826	28,329
	Recolectadas	10,551	4,901	18,759	2,774	1,287	4,877	13,325	6,283	23,486
	Exportadas (NVEM)							182	81	333
	Exportadas (PUB)							141	36	353
Computadoras portátiles	Generadas	1,153	345	2,860	683	270	1,512	1,836	659	4,263
	Recolectadas	773	219	1,980	571	223	1,274	1,344	477	3,098
	Exportadas (NVEM)							132	54	293
	Exportadas (PUB)							130	50	306
Total computadoras	Generadas	14,278	7,133	24,210	3,960	2,147	6,389	18,238	9,354	30,334
	Recolectadas	11,324	5,557	19,598	3,345	1,746	5,522	14,669	7,449	24,886
	Exportadas (NVEM)							313	134	625
	Exportadas (PUB)							271	86	658
Monitores de TRC	Generados	15,696	5,791	32,577	4,003	2,623	5,782	19,699	9,084	37,387
	Recolectados	10,723	2,827	25,528	3,346	2,073	5,047	14,069	5,609	29,604
	Exportados (NVEM)							134	89	193
	Exportados (PUB)							134	89	193
Monitores de pantalla plana	Generados	2,778	334	10,064	2,452	489	7,019	5,230	945	16,241
	Recolectados	2,170	259	7,967	1,939	372	5,680	4,108	728	12,957
	Exportados (NVEM)							188	21	775
	Exportados (PUB)							160	6	810
Total monitores	Generados	18,474	6,842	38,615	6,455	3,790	11,334	24,929	11,794	47,621
	Recolectados	12,892	3,847	29,718	5,285	2,955	9,391	18,177	7,872	36,564
	Exportados (NVEM)							322	109	968
	Exportados (PUB)							294	95	1,003

Cuadro 22: Principales 20 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de Canadá (en miles de unidades)

Lugar por cantidad de exportación promedio	País de destino	Exportaciones estimadas mediante NVEM (Media y rango)		Exportaciones estimadas a partir de material publicado (Media y rango)	
1	Estados Unidos	N/A	N/A	25.3	± 5.2
2	Francia	7.9	± 0	7.7	± 0.3
3	Italia	8.0	± 0	4.1	± 3.9
4	Emiratos Árabes Unidos	4.0	± 1.1	4.6	± 1.4
5	Sri Lanka	3.9	± 0	3.9	± 0
6	Alemania	3.7	± 0	3.5	± 0.2
7	Reino Unido	3.5	± 0	3.4	± 0.1
8	Chile	3.4	± 0	2.5	± 1
9	China	2.8	± 0	2.4	± 0.3
10	Perú	2.6	± 0	2.0	± 0.6
11	China, RAE de Hong Kong	1.4	± 0	2.5	± 1.2
12	Bolivia	2.2	± 0.2	1.2	± 1.2
13	Filipinas	1.6	± 0.6	1.6	± 0.6
14	Países Bajos	1.7	± 0	1.3	± 0.4
15	Pakistán	1.2	± 0.2	1.2	± 0.3
16	Cuba	0.8	± 0	0.7	± 0.2
17	Dinamarca	0.6	± 0	0.6	± 0
18	Malasia	0.5	± 0	0.6	± 0.1
19	Brasil	0.6	± 0	0.5	± 0.1
20	México	0.5	± 0	0.5	± 0.1

Cuadro 23: Principales 19 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de Canadá (en toneladas)

Lugar por peso de exportación promedio	País de destino	Método para la estimación de exportaciones: NVEM Incertidumbre media		Método para la estimación de exportaciones: Pub Incertidumbre media	
1	Estados Unidos	N/A	N/A	156	+363 / -115
2	Italia	84	+102 / -43	42	+100 / -42
3	Sri Lanka	59	+47 / -21	59	+27 / -21
4	Emiratos Árabes Unidos	40	+138 / -33	43	+113 / -35
5	Chile	41	+77 / -25	30	+64 / -18
6	Perú	37	+57 / -20	29	+46 / -15
7	Francia	26	+46 / -15	26	+32 / -15
8	Filipinas	21	+53 / -12	21	+42 / -13
9	Bolivia	27	+78 / -22	15	+68 / -15
10	Reino Unido	15	+24 / -8	14	+18 / -8
11	Alemania	13	+23 / -8	12	+16 / -8
12	China, RAE de Hong Kong	10	+19 / -6	15	+41 / -12
13	China	10	+18 / -6	9	+12 / -6
14	Cuba	9	+11 / -5	7	+8 / -5
15	Malasia	6	+6 / -3	7	+6 / -4
16	Pakistán	6	+18 / -4	6	+14 / -4
17	Kenia	5	+27 / -5	5	+22 / -5
18	Líbano	5	+11 / -3	5	+8 / -3
19	Países Bajos	5	+10 / -3	4	+8 / -3

Nota [para ambos cuadros]: Debido a restricciones en la información disponible, la mayoría de los países de destino de las exportaciones canadienses se determinaron a partir de valores obtenidos para EU mediante el método HSOTDM y aplicados a información sobre exportaciones de Canadá, y en algunos casos también con base en datos sobre importaciones estadounidenses. Exportaciones expresadas como valores medios (cantidades en miles de unidades y en pesos en toneladas), con su correspondiente rango de error. Los demás países (no incluidos en este cuadro) recibieron menos de 500 unidades (cuadro 22) o de cinco toneladas (cuadro 23) de computadoras y monitores usados. Se sabe que varios países de destino comúnmente reexportan bienes en el ámbito regional. Entre estos países se cuentan Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos y Líbano, por lo que probablemente no sean destinos finales. RAE = Región Administrativa Especial.

Balance de masa

Cuadro 24: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Canadá, en 2010, expresadas como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (miles de unidades)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	578	511	645	309	281	337	887	793	982
	Recolectadas	451	370	555	270	238	308	721	608	863
	Exportadas							87	78	304
Computadoras portátiles	Generadas	243	215	271	221	201	241	464	416	512
	Recolectadas	208	176	246	182	158	212	390	334	459
	Exportadas							28	25	144
Total computadoras	Generadas	821	726	915	530	483	578	1,351	1,209	1,494
	Recolectadas	659	546	801	452	397	521	1,111	942	1,322
	Exportadas							114	103	448
Monitores de TRC	Generados	358	317	400	256	233	279	614	550	679
	Recolectados	254	201	326	182	152	225	437	353	551
	Exportados							138	74	225
Monitores de pantalla plana	Generados	139	123	155	198	180	216	337	303	371
	Recolectados	116	97	138	176	156	200	292	253	338
	Exportados							80	72	159
Total monitores	Generados	497	440	554	454	413	495	951	853	1,050
	Recolectados	370	298	464	358	308	425	728	606	890
	Exportados							218	146	384

Cuadro 25: Flujos de productos electrónicos usados en Canadá, cuantificados mediante el método de balance de masa (miles de unidades)

Producto	Flujo	Escenario de destino previsto			Escenario de menor reutilización			Escenario de mayores exportaciones		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	FMH	728	644	812	728	644	812	728	644	812
	FM Com/Inst	1,380	1,256	1,505	1,380	1,256	1,505	1,380	1,256	1,505
	FHI	578	511	645	578	511	645	578	511	645
	FCom/InstI	309	281	337	309	281	337	309	281	337
	FIH	231	205	258	231	205	258	231	205	258
	FICom/Inst	112	102	122	112	102	122	112	102	122
	FIR	291	260	322	360	321	399	183	163	202
	FHR	203	180	226	252	223	281	136	120	152
	FCom/InstR	88	80	96	109	99	118	47	42	51
	FIL	167	148	185	133	119	148	167	148	185
	FHL	127	113	142	102	90	113	127	113	142
	FCom/InstL	39	36	43	32	29	34	39	36	43
	FIMI	0	0	0	36	31	40	80	71	89
	FIE	87	78	95	87	78	95	275	247	304
Computadoras portátiles	FMH	1,491	1,319	1,663	1,491	1,319	1,663	1,491	1,319	1,663
	FMCom/Inst	805	732	877	805	732	877	805	732	877
	FHI	243	215	271	243	215	271	243	215	271
	FCom/InstI	221	201	241	221	201	241	221	201	241
	FIH	335	297	374	335	297	374	335	297	374
	FICom/Inst	71	65	78	71	65	78	71	65	78
	FIR	118	106	130	172	154	190	78	70	86
	FHR	68	61	76	95	84	106	45	40	51
	FCom/InstR	50	45	54	77	70	84	33	30	36
	FIL	74	67	82	59	53	65	74	67	82
	FHL	35	31	39	28	25	31	35	31	39
	FCom/InstL	39	36	43	32	29	34	39	36	43
	FIMI	162	143	182	202	178	226	226	200	252
	FIE	28	25	30	28	25	30	131	118	144

Cuadro 25: Flujos de productos electrónicos usados en Canadá... (cont.)

Producto	Flujo	Escenario de destino previsto			Escenario de menor reutilización			Escenario de mayores exportaciones		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Monitores de TRC	FMH	81	72	90	81	72	90	81	72	90
	FCom/Inst	108	98	118	108	98	118	108	98	118
	FHI	358	317	400	358	317	400	358	317	400
	FCom/InstI	256	233	279	256	233	279	256	233	279
	FIH	46	41	52	46	41	52	46	41	52
	FCom/Inst	14	13	15	14	13	15	14	13	15
	FIR	238	214	263	330	295	364	173	155	191
	FHR	134	119	150	184	163	205	97	86	108
	FCom/InstR	104	95	114	146	133	159	76	69	83
	FIL	178	159	197	142	127	157	178	159	197
	FHL	104	92	116	83	74	93	104	92	116
	FCom/InstL	74	67	81	59	54	64	74	67	81
	FIMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FIE	138	124	152	82	74	91	204	182	225
Monitores de pantalla plana	FMH	751	665	838	751	665	838	751	665	838
	FMBP	1,100	1,001	1,200	1,100	1,001	1,200	1,100	1,001	1,200
	FHI	139	123	155	139	123	155	139	123	155
	FBPI	198	180	216	198	180	216	198	180	216
	FIH	220	194	245	220	194	245	220	194	245
	FIBP	78	71	85	78	71	85	78	71	85
	FIR	90	80	99	123	110	136	64	57	70
	FHR	52	46	58	65	57	72	39	34	43
	FBPR	38	34	41	58	53	63	25	23	27
	FIL	45	41	50	36	33	40	45	41	50
	FHL	23	20	26	18	16	21	23	20	26
	FBPL	22	20	24	18	16	20	22	20	24
	FIMI	175	155	195	199	177	222	214	190	238
	FIE	80	72	87	80	72	87	145	130	159

Notas: Los flujos corresponden a los ilustrados en la gráfica 7 (análisis de flujos de materiales exportados).

De acuerdo con este análisis, los flujos proceden de los fabricantes (M), pasan por usuarios del sector residencial (H) y de los sectores comercial e institucional (Com/Inst), hasta llegar a intermediarios (I). Los intermediarios también recolectan importaciones de productos usados (Im) y los vuelven a distribuir para su reutilización entre usuarios de los sectores residencial (H) y comercial e institucional (Com/Inst), los envían a operaciones de rellenos sanitarios o incineradores (L), los venden al interior del país para reciclaje de partes y materiales (R), o bien los exportan a otro país (E). El ordenamiento de los indicadores es *desde-hacia*; es decir, F_{HI} hace referencia a los flujos procedentes de hogares (H) dirigidos a intermediarios (I), y F_{IH} indica los flujos provenientes de intermediarios (I) con destino a hogares (H).

Cuadro 26: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Canadá, en 2010, expresados como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (toneladas)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	6,135	2,619	11,624	3,281	1,441	6,077	9,416	4,059	17,702
	Recolectadas	4,785	1,892	10,002	2,863	1,221	5,561	7,648	3,113	15,562
	Exportadas							919	399	5,481
Computadoras portátiles	Generadas	748	270	1,850	682	253	1,647	1,430	523	3,496
	Recolectadas	642	221	1,682	560	199	1,451	1,202	420	3,133
	Exportadas							85	32	984
Total computadoras	Generadas	6,883	2,889	13,474	3,963	1,693	7,724	10,846	4,582	21,198
	Recolectadas	5,426	2,114	11,684	3,424	1,420	7,011	8,850	3,533	18,695
	Exportadas							1,005	431	6,466
Monitores de TRC	Generados	5,608	3,280	9,006	4,007	2,411	6,289	9,614	5,691	15,295
	Recolectados	3,980	2,080	7,347	2,851	1,577	5,078	6,830	3,657	12,425
	Exportados							2,161	764	5,064
Monitores de pantalla plana	Generados	1,705	313	5,339	2,436	460	7,458	4,141	772	12,797
	Recolectados	1,421	247	4,774	2,162	397	6,897	3,582	644	11,671
	Exportados							977	183	5,483
Total monitores	Generados	7,312	3,593	14,345	6,443	2,870	13,748	13,755	6,463	28,093
	Recolectados	5,400	2,327	12,121	5,012	1,975	11,975	10,413	4,302	24,096
	Exportados							3,138	946	10,546

México

Método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia

Cuadro 27: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en México, en 2010, expresadas como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (miles de unidades)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	899	714	1,107	276	167	387	1,175	945	1,420
	Recolectadas	478	348	637	261	157	365	739	559	934
	Exportadas (NVEM)							865	828	913
	Exportadas (PUB)							849	711	1,345
Computadoras portátiles	Generadas	128	55	241	127	76	177	255	156	379
	Recolectadas	91	38	171	123	74	172	214	134	310
	Exportadas (NVEM)							230	227	459
	Exportadas (PUB)							187	181	196
Total computadoras	Generadas	1,027	795	1,295	403	243	564	1,430	1,125	1,759
	Recolectadas	569	404	774	384	231	537	953	705	1,217
	Exportadas (NVEM)							1,095	1,055	1,372
	Exportadas (PUB)							1,035	892	1,541
Monitores de TRC	Generados	325	173	539	300	181	420	625	415	873
	Recolectados	187	95	322	271	163	380	458	300	632
	Exportados (NVEM)							1,446	1,380	1,619
	Exportados (PUB)							597	174	1,136
Monitores de pantalla plana	Generados	240	131	391	259	156	362	499	334	687
	Recolectados	127	66	216	235	142	330	362	240	495
	Exportados (NVEM)							23	23	23
	Exportados (PUB)							23	23	23
Total monitores	Generados	85	30	180	41	25	57	126	66	222
	Recolectados	60	21	129	36	21	51	96	51	165
	Exportados (NVEM)							1,423	1,358	1,597
	Exportados (PUB)							574	151	1,114

Cuadro 28: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en México, en 2010, expresados como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (toneladas)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	9,514	4,364	16,902	2,927	1,161	5,696	12,440	5,757	21,915
	Recolectadas	5,065	2,225	9,287	2,759	1,096	5,360	7,824	3,508	13,971
	Exportadas (NVEM)							9,179	4,238	16,466
	Exportadas (Pub)							9,008	3,641	24,244
Computadoras portátiles	Generadas	398	108	1,046	393	131	951	790	275	1,873
	Recolectadas	281	75	742	381	127	924	663	231	1,581
	Exportadas (NVEM)							709	285	3,136
	Exportadas (Pub)							575	227	1,340
Total computadoras	Generadas	9,912	4,725	17,340	3,319	1,415	6,217	13,231	6,414	22,736
	Recolectadas	5,346	2,434	9,650	3,141	1,344	5,898	8,487	4,046	14,732
	Exportadas (NVEM)							9,887	4,523	19,602
	Exportadas (Pub)							9,583	3,868	25,585
Monitores de TRC	Generados	4,798	2,253	9,025	4,556	2,304	7,669	9,354	5,179	15,376
	Recolectados	2,718	1,196	5,352	4,118	2,081	6,976	6,836	3,747	11,144
	Exportados (NVEM)							17,840	3,691	55,606
	Exportados (Pub)							7,411	618	38,944
Monitores de pantalla plana	Generados	3,752	1,806	6,750	4,051	2,028	6,912	7,803	4,367	12,709
	Recolectados	1,979	923	3,712	3,681	1,839	6,283	5,660	3,151	9,187
	Exportados (NVEM)							352	233	507
	Exportados (Pub)							352	233	507
Total monitores	Generados	1,046	141	3,562	505	92	1,514	1,551	257	4,850
	Recolectados	739	99	2,516	437	78	1,308	1,176	199	3,655
	Exportados (NVEM)							17,487	3,458	55,099
	Exportados (Pub)							7,058	385	38,437

Cuadro 29: Principales 28 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de México (en miles de unidades)

Lugar por cantidad de exportación promedio	País de destino	Exportaciones estimadas mediante NVEM (Media y rango)	Exportaciones estimadas a partir de material publicado (Media y rango)
1	Estados Unidos	2151.1 ± 102.9	1210.4 ± 436.4
2	Países Bajos	160.8 ± 0	160.8 ± 0
3	Colombia	29.2 ± 0	65.4 ± 49.7
4	Canadá	40.3 ± 0.1	11.1 ± 11
5	Venezuela	23.3 ± 0	24.1 ± 24.1
6	Hong Kong	22.2 ± 0	22.2 ± 0
7	Singapur	18.8 ± 0.8	18.8 ± 0.8
8	Chile	14.5 ± 0	22.5 ± 16.6
9	China	13.6 ± 1.1	13.6 ± 1.1
10	India	13.1 ± 0	13.1 ± 0
11	Perú	10.7 ± 0	15 ± 5.9
12	Argentina	3.3 ± 0	17.1 ± 15
13	Australia	8 ± 0	8 ± 0
14	Brasil	8.9 ± 0	4.8 ± 1.5
15	Ecuador	2.2 ± 0	4.7 ± 2.3
16	Costa Rica	2.5 ± 0.2	2.2 ± 1
17	Surinam	2.3 ± 0	2.3 ± 0
18	Corea del Sur	2.1 ± 0	2.1 ± 0
19	Japón	2 ± 0	2 ± 0
20	Indonesia	2 ± 0	2 ± 0
21	Nueva Zelanda	2 ± 0	2 ± 0
22	Taiwán	1.4 ± 0	1.4 ± 0
23	Rumania	1 ± 0	1 ± 0
24	Guatemala	1 ± 0	1 ± 0
25	Paraguay	1 ± 0	1 ± 0
26	Cuba	0.9 ± 0.1	0.7 ± 0.2
27	España	0.7 ± 0	0.7 ± 0
28	Uruguay	0 ± 0	0.6 ± 0.6

Nota: Exportaciones expresadas como valores medios (cantidades en miles de unidades), con su correspondiente rango de error. Los demás países (no incluidos en este cuadro) recibieron menos de 500 unidades de computadoras y monitores usados. Se sabe que varios países de destino comúnmente reexportan bienes en el ámbito regional. Entre estos países se cuentan Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos y Líbano, por lo que probablemente no sean destinos finales.

Cuadro 30: Principales 27 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de México (en toneladas)

Lugar por peso de exportación promedio	País de destino	Método para la estimación de exportaciones: NVEM		Método para la estimación de exportaciones: Pub	
		Incertidumbre media		Incertidumbre media	
1	Estados Unidos	23,555	+42243 / -16917	12,390	+38069 / -9299
2	Países Bajos	1,707	+1194 / -883	1,707	+1194 / -883
3	Colombia	270	+897 / -208	710	+2191 / -645
4	Canadá	496	+895 / -393	137	+1192 / -136
5	Venezuela	275	+495 / -217	293	+1226 / -293
6	Hong Kong	255	+330 / -170	255	+330 / -170
7	Singapur	200	+147 / -107	200	+147 / -107
8	Chile	104	+216 / -73	242	+947 / -219
9	China	149	+139 / -88	149	+139 / -88
10	Perú	120	+212 / -89	172	+826 / -144
11	India	139	+120 / -72	139	+120 / -72
12	Argentina	25	+31 / -14	182	+225 / -172
13	Australia	85	+59 / -44	85	+59 / -44
14	Brasil	108	+195 / -86	59	+197 / -50
15	Ecuador	22	+58 / -17	53	+136 / -44
16	Costa Rica	28	+47 / -22	27	+195 / -23
17	Surinam	24	+17 / -12	24	+17 / -12
18	Corea del Sur	22	+16 / -11	22	+16 / -11
19	Japón	21	+15 / -11	21	+15 / -11
20	Indonesia	21	+15 / -11	21	+15 / -11
21	Nueva Zelanda	21	+15 / -11	21	+15 / -11
22	Guatemala	12	+28 / -10	12	+28 / -10
23	Paraguay	12	+23 / -10	12	+25 / -10
24	Taiwán	12	+9 / -6	12	+9 / -6
25	Rumania	11	+9 / -6	11	+9 / -6
26	Cuba	9	+14 / -7	8	+12 / -6
27	España	8	+14 / -6	8	+14 / -6

Nota: Exportaciones expresadas como valores medios (pesos en toneladas), con su correspondiente rango de error. Los demás países (no incluidos en este cuadro) recibieron menos de ocho toneladas de computadoras y monitores usados. Se sabe que varios países de destino comúnmente reexportan bienes en el ámbito regional. Entre estos países se cuentan Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos y Líbano, por lo que probablemente no sean destinos finales.

Balance de masa

Cuadro 31: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en México, en 2010, expresadas como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (miles de unidades)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	155	117	192	392	228	558	547	345	750
	Recolectadas	143	102	185	378	208	551	521	309	736
	Exportadas							107	3	262
Computadoras portátiles	Generadas	155	117	192	300	174	427	455	291	619
	Recolectadas	131	87	178	297	170	425	428	257	603
	Exportadas							208	59	365
Computadoras	Generadas	309	234	385	692	402	984	1,001	636	1,369
	Recolectadas	274	189	363	675	378	976	948	567	1,340
	Exportadas							315	62	627
Monitores de TRC	Generados	369	278	459	294	171	418	663	449	877
	Recolectados	285	175	409	271	138	407	556	313	816
	Exportados							197	41	360
Monitores de pantalla plana	Generados	83	63	104	76	44	108	159	107	211
	Recolectados	59	33	89	67	32	104	127	65	193
	Exportados							18	0	57
Monitores	Generados	452	341	562	370	215	526	822	556	1,088
	Recolectados	345	208	498	338	170	511	683	378	1,009
	Exportados							215	41	416

Cuadro 32: Flujos de productos electrónicos usados en México, cuantificados mediante el método de balance de masa (miles de unidades)

Producto	Flujo	Escenario de destino previsto			Escenario de menor reutilización			Escenario de mayores exportaciones		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	FMH	1,819	1,374	2,265	1,819	1,374	2,265	1,819	1,374	2,265
	FCom/Inst	1,643	957	2,343	1,643	957	2,343	1,643	957	2,343
	FHI	155	117	192	155	117	192	155	117	192
	FCom/InstI	391	228	558	391	228	558	391	228	558
	FIH	297	225	370	297	225	370	297	225	370
	FCom/Inst	23	14	33	23	14	33	23	14	33
	FIR	92	58	127	198	109	304	29	18	50
	FHR	24	18	30	39	29	61	7	5	10
	FCom/InstR	69	40	98	159	80	244	22	13	39
	FIL	26	17	35	21	14	28	26	17	35
	FHL	12	9	15	10	7	12	12	9	15
	FCom/InstL	14	8	20	11	7	16	14	8	20
	FIMI	0	0	0	0	20	0	14	43	0
FIE	106	31	184	6	3	14	184	114	262	
Computadoras portátiles	FMH	2,878	2,174	3,582	2,878	2,174	3,582	2,878	2,174	3,582
	FCom/Inst	635	370	905	635	370	905	635	370	905
	FHI	155	117	192	155	117	192	155	117	192
	FCom/InstI	299	174	427	299	174	427	299	174	427
	FIH	131	99	163	131	99	163	131	99	163
	FCom/Inst	10	6	14	10	6	14	10	6	14
	FIR	80	53	106	175	112	239	34	24	43
	FHR	40	31	50	58	44	73	25	19	31
	FCom/InstR	39	23	56	117	68	166	9	5	12
	FIL	27	20	34	21	16	27	27	20	34
	FHL	24	18	30	19	14	24	24	18	30
	FCom/InstL	3	2	4	2	1	3	3	2	4
	FIMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FIE	207	114	302	117	59	176	253	143	365	

Cuadro 32: Flujos de productos electrónicos usados en México... (cont.)

Producto	Flujo	Escenario de destino previsto			Escenario de menor reutilización			Escenario de mayores exportaciones		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Monitores de TRC	FMH	321	243	400	321	243	400	321	243	400
	FCom/Inst	147	86	210	147	86	210	147	86	210
	FHI	369	278	459	369	278	459	369	278	459
	FCom/InstI	293	171	418	293	171	418	293	171	418
	FIH	250	189	311	250	189	311	250	189	311
	FCom/Inst	3	1	4	3	1	4	3	1	4
	FIR	107	71	143	238	157	319	50	33	67
	FHR	52	40	65	108	82	135	25	19	31
	FCom/InstR	55	32	78	129	75	184	25	14	35
	FIL	106	76	136	85	61	109	106	76	136
	FHL	83	63	104	67	50	83	83	63	104
	FCom/InstL	23	13	33	18	11	26	23	13	33
	FIMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FIE	196	111	283	87	41	134	254	150	360	
Monitores de pantalla plana	FMH	1,498	1,132	1,865	1,498	1,132	1,865	1,498	1,132	1,865
	FCom/Inst	755	440	1,077	755	440	1,077	755	440	1,077
	FHI	83	63	104	83	63	104	83	63	104
	FCom/InstI	75	44	108	75	44	108	75	44	108
	FIH	71	54	89	71	54	89	71	54	89
	FCom/Inst	18	10	25	18	10	25	18	10	25
	FIR	20	12	27	44	28	64	5	3	7
	FHR	6	4	7	17	13	21	0	0	0
	FCom/InstR	14	8	20	27	15	42	5	3	7
	FIL	32	23	42	26	18	33	32	23	42
	FHL	24	18	30	19	14	24	24	18	30
	FCom/InstL	8	5	12	7	4	10	8	5	12
	FIMI	0	0	0	0	4	0	9	10	8
FIE	18	7	28	0	0	0	42	27	57	

Notas: Los flujos corresponden a los ilustrados en la gráfica 7 (análisis de flujos de materiales exportados).

De acuerdo con este análisis, los flujos proceden de los fabricantes (M), pasan por usuarios del sector residencial (H) y de los sectores comercial e institucional (Com/Inst), hasta llegar a intermediarios (I). Los intermediarios también recolectan importaciones de productos usados (Im) y los vuelven a distribuir para su reutilización entre usuarios de los sectores residencial (H) y comercial e institucional (Com/Inst), los envían a operaciones de rellenos sanitarios o incineradores (L), los venden al interior del país para reciclaje de partes y materiales (R), o bien los exportan a otro país (E). El ordenamiento de los indicadores es *desde-hacia*; es decir, FHI hace referencia a los flujos procedentes de hogares (H) dirigidos a intermediarios (I), y FIH indica los flujos provenientes de intermediarios (I) con destino a hogares (H).

Cuadro 33: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en México, en 2010, expresados como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (toneladas)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	1,641	598	3,469	4,163	1,167	10,057	5,803	1,765	13,526
	Recolectadas	1,514	522	3,340	4,011	1,063	9,937	5,525	1,585	13,277
	Exportadas							1,139	18	4,723
Computadoras portátiles	Generadas	477	147	1,314	925	219	2,914	1,401	366	4,228
	Recolectadas	403	110	1,216	916	214	2,904	1,319	323	4,120
	Exportadas							640	74	2,495
Computadoras	Generadas	2,117	745	4,784	5,088	1,386	12,971	7,205	2,130	17,754
	Recolectadas	1,918	632	4,556	4,927	1,276	12,841	6,844	1,908	17,397
	Exportadas							1,779	92	7,218
Monitores de TRC	Generados	5,768	2,881	10,338	4,600	1,767	9,419	10,368	4,648	19,757
	Recolectados	4,465	1,809	9,205	4,241	1,429	9,178	8,706	3,238	18,383
	Exportados							3,081	425	8,103
Monitores de pantalla plana	Generados	1,023	160	3,575	930	112	3,712	1,952	272	7,287
	Recolectados	731	85	3,079	826	81	3,577	1,557	166	6,656
	Exportados							219	0	1,950
Monitores	Generados	6,791	3,041	13,913	5,529	1,879	13,131	12,320	4,920	27,044
	Recolectados	5,196	1,894	12,284	5,067	1,511	12,756	10,263	3,404	25,039
	Exportados							3,300	425	10,053

Estados Unidos

Método híbrido de datos de comercio, ventas y obsolescencia

Cuadro 34: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Estados Unidos, en 2010, expresadas como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (miles de unidades)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	14,385	12,823	16,049	8,219	7,501	8,938	22,604	20,773	24,481
	Recolectadas	10,181	8,322	12,249	6,473	4,698	8,404	16,654	13,821	19,584
	Exportadas (NVEM)							331	319	344
	Exportadas (Pub)							226	101	351
Computadoras portátiles	Generadas	3,728	2,203	5,627	3,570	3,258	3,883	7,298	5,731	9,233
	Recolectadas	2,727	1,575	4,243	2,790	2,005	3,645	5,517	4,013	7,252
	Exportadas (NVEM)							871	865	878
	Exportadas (Pub)							896	748	1,044
Computadoras	Generadas	18,113	15,673	20,843	11,789	10,759	12,821	29,902	27,145	32,878
	Recolectadas	12,908	10,346	15,817	9,263	6,703	12,049	22,171	18,237	26,301
	Exportadas (NVEM)							1,203	1,184	1,222
	Exportadas (Pub)							1,122	849	1,395
Monitores de TRC	Generados	7,485	4,631	11,188	3,264	2,979	3,550	10,750	7,872	14,446
	Recolectados	5,122	3,081	7,864	2,896	2,454	3,369	8,018	5,897	10,782
	Exportados (NVEM)							288	288	288
	Exportados (Pub)							343	343	343
Monitores de pantalla plana	Generados	2,953	1,690	4,596	3,968	3,622	4,316	6,921	5,571	8,602
	Recolectados	2,020	1,115	3,224	2,730	1,554	4,009	4,750	3,101	6,536
	Exportados (NVEM)							553	527	579
	Exportados (Pub)							436	23	848
Monitores	Generados	10,439	7,007	14,615	7,232	6,601	7,865	17,671	14,171	21,910
	Recolectados	7,142	4,629	10,397	5,626	4,035	7,359	12,768	9,523	16,421
	Exportados (NVEM)							841	815	867
	Exportados (Pub)							779	367	1,192

Cuadro 35: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Estados Unidos, en 2010, expresados como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (toneladas)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	152,660	65,660	289,377	87,224	38,409	161,160	239,884	106,367	441,413
	Recolectadas	108,046	42,612	220,860	68,695	24,056	151,531	176,740	70,770	353,116
	Exportadas (NVEM)							3,515	1,633	6,194
	Exportadas (PUB)							2,396	516	6,327
Computadoras portátiles	Generadas	11,493	2,769	38,437	11,006	4,095	26,524	22,499	7,203	63,068
	Recolectadas	8,407	1,979	28,983	8,601	2,520	24,898	17,008	5,043	49,537
	Exportadas (NVEM)							2,687	1,087	5,999
	Exportadas (PUB)							2,763	940	7,132
Computadoras	Generadas	164,153	68,428	327,814	98,230	42,503	187,683	262,383	113,570	504,481
	Recolectadas	116,453	44,592	249,843	77,296	26,576	176,429	193,748	75,813	402,653
	Exportadas (NVEM)							6,202	2,720	12,193
	Exportadas (PUB)							5,159	1,456	13,458
Monitores de TRC	Generados	117,114	47,913	252,077	51,070	30,821	79,985	168,200	81,444	325,483
	Recolectados	80,141	31,876	177,184	45,312	25,389	75,907	125,454	61,011	242,929
	Exportados (NVEM)							4,506	2,980	6,489
	Exportados (PUB)							5,374	3,554	7,739
Monitores de pantalla plana	Generados	36,285	4,305	158,583	48,757	9,226	148,922	85,042	14,191	296,809
	Recolectados	24,821	2,840	111,243	33,545	3,958	138,329	58,366	7,899	225,522
	Exportados (NVEM)							6,796	1,343	19,971
	Exportados (PUB)							5,355	60	29,264
Monitores	Generados	153,399	52,218	410,660	99,827	40,047	228,907	253,242	95,635	622,291
	Recolectados	104,962	34,716	288,427	78,857	29,348	214,236	183,819	68,910	468,451
	Exportados (NVEM)							11,302	4,323	26,460
	Exportados (PUB)							10,729	3,614	37,003

Cuadro 36: Principales 100 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de Estados Unidos (en miles de unidades)

Lugar por cantidad de exportación promedio	País de destino	Exportaciones estimadas mediante el método NVEM (Media y rango)	Exportaciones estimadas a partir de material publicado (Media y rango)
1	México	273.8 ± 3.4	312.4 ± 239.4
2	Canadá	229.1 ± 2.4	180.1 ± 63.9
3	Hong Kong	90.8 ± 1	161.8 ± 69.7
4	Emiratos Árabes Unidos	79.7 ± 3	118.9 ± 13.3
5	Líbano	114.3 ± 0	83.2 ± 23.4
6	Argentina	87.2 ± 0.3	81.3 ± 6.3
7	Chile	74.5 ± 0.1	69.7 ± 7.1
8	Colombia	79.2 ± 1.8	57.8 ± 25.3
9	Italia	89.8 ± 0	46.5 ± 43.7
10	Bolivia	68.5 ± 0.5	65.4 ± 5.4
11	China	65.9 ± 1.6	61.2 ± 5.7
12	Reino Unido	61.5 ± 0.3	60.2 ± 3.3
13	Venezuela	71.9 ± 0	46.0 ± 26.3
14	Ecuador	51.6 ± 1.5	39.8 ± 13.8
15	Brasil	44.6 ± 0.9	35.4 ± 13.9
16	Perú	39.3 ± 0	27.7 ± 13.3
17	Francia	28.4 ± 0	28.5 ± 0.9
18	Israel	34.1 ± 0.2	19.9 ± 13.8
19	Alemania	23.4 ± 0.3	24.7 ± 4
20	Países Bajos	26.0 ± 0.1	20.5 ± 5.9
21	Egipto	22.7 ± 0.4	22.2 ± 0.5
22	Paraguay	23.5 ± 0.7	17.0 ± 8.2
23	Pakistán	15.9 ± 0.9	15.6 ± 1.3
24	Guatemala	18.3 ± 1.7	12.9 ± 7.1
25	República Dominicana	18.0 ± 0	13.0 ± 5.3
26	Taiwán	16.7 ± 1.2	12.5 ± 6.9
27	Singapur	12.5 ± 0.1	16.1 ± 4.1
28	Uruguay	14.5 ± 0.8	11.4 ± 4.3
29	Irlanda	14.3 ± 0.2	11.6 ± 3
30	Costa Rica	15.0 ± 0.1	9.6 ± 6.3
31	Kenia	11.4 ± 0	11.7 ± 0.1
32	Rusia	11.5 ± 0.1	10.8 ± 0
33	El Salvador	12.8 ± 0.2	9.5 ± 3.9
34	Australia	10.7 ± 1	9.6 ± 2.4
35	Malasia	12.9 ± 0.8	7.3 ± 2.9
36	Ghana	10.0 ± 1.1	9.3 ± 1.6
37	Japón	8.9 ± 2	9.1 ± 2.4
38	Nigeria	7.6 ± 0.8	6.7 ± 0.9
39	India	6.5 ± 0.1	7.0 ± 0.3
40	Corea del Sur	6.5 ± 0.6	6.2 ± 1.1
41	Filipinas	6.1 ± 0.1	6.4 ± 0.3
42	Barbados	5.9 ± 0.2	6.0 ± 0.2
43	Honduras	9.4 ± 0.8	2.5 ± 1.7
44	Arabia Saudita	5.0 ± 0.7	6.3 ± 0
45	Kuwait	5.5 ± 0.2	5.6 ± 0.2
46	Trinidad y Tobago	5.4 ± 3.4	5.3 ± 3.6
47	Afganistán	5.2 ± 1.9	5.2 ± 1.7
48	Panamá	5.9 ± 1.3	4.1 ± 3.2
49	Jordania	5.3 ± 0.1	4.6 ± 0.7

Cuadro 36: Principales 100 países de destino... (cont.)

Lugar por cantidad de exportación promedio	País de destino	Exportaciones estimadas mediante el método NVEM (Media y rango)	Exportaciones estimadas a partir de material publicado (Media y rango)
50	Tailandia	4.8 ± 0.1	4.8 ± 0.1
51	Marruecos	4.8 ± 0.2	4.6 ± 0.4
52	Bermudas	3.8 ± 0.4	3.9 ± 0.4
53	Jamaica	3.7 ± 0	3.0 ± 1
54	Finlandia	3.2 ± 0.2	3.1 ± 0.3
55	Vietnam	3.1 ± 0	3.1 ± 0
56	Sudáfrica	3.1 ± 0.3	2.6 ± 0.8
57	Tanzania	1.9 ± 0	3.6 ± 0
58	Polonia	2.8 ± 0	2.7 ± 0.1
59	Ucrania	2.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1
60	Noruega	2.4 ± 0.3	2.6 ± 0.3
61	Antillas Neerlandesas	2.5 ± 0.6	2.5 ± 0.9
62	Bélgica	2.3 ± 0	2.7 ± 0.3
63	España	2.5 ± 0	2.3 ± 0.3
64	Dinamarca	2.0 ± 0	2.1 ± 0.1
65	Mozambique	1.7 ± 0	2.1 ± 0.1
66	Bahamas	2.0 ± 0	1.7 ± 0.2
67	Nicaragua	1.8 ± 0.2	1.5 ± 0.6
68	Hungría	1.9 ± 0	1.4 ± 0.6
69	Suecia	1.7 ± 0	1.3 ± 0.5
70	República Checa	1.1 ± 0	1.3 ± 0.1
71	Qatar	1.1 ± 0	1.2 ± 0
72	Aruba	1.0 ± 0.5	1.0 ± 0.5
73	Austria	1.1 ± 0	0.9 ± 0.2
74	Angola	0.9 ± 0.6	1.0 ± 0.6
75	Turquía	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.1
76	Benín	0.9 ± 0	0.9 ± 0
77	Haití	0.8 ± 0.3	0.8 ± 0.3
78	Suiza	0.5 ± 0	1.0 ± 0.3
79	Surinam	0.8 ± 0	0.7 ± 0.2
80	Nueva Zelanda	0.7 ± 0.1	0.6 ± 0.1
81	Guyana	0.7 ± 0	0.6 ± 0.5
82	Sri Lanka	0.7 ± 0	0.7 ± 0
83	Bulgaria	0.6 ± 0	0.6 ± 0
84	Ruanda	0.6 ± 0	0.6 ± 0
85	Madagascar	0.5 ± 0	0.6 ± 0.1
86	Chad	0.6 ± 0	0.6 ± 0
87	Argelia	0.6 ± 0	0.6 ± 0
88	Senegal	0.6 ± 0	0.5 ± 0
89	Bangladesh	0.5 ± 0	0.5 ± 0
90	Gabón	0.5 ± 0	0.5 ± 0
91	Montenegro	0.5 ± 0	0.5 ± 0
92	Islas Caimán	0.5 ± 0.2	0.5 ± 0.2
93	Santa Lucía	0.6 ± 0	0.4 ± 0.3
94	Nepal	0.5 ± 0	0.5 ± 0
95	Belice	0.5 ± 0	0.5 ± 0.1
96	Maldivas	0.6 ± 0	0.4 ± 0.1
97	San Vicente y las Granadinas	0.5 ± 0	0.5 ± 0.1
98	Yibuti	0.5 ± 0	0.5 ± 0
99	Dominica	0.5 ± 0	0.4 ± 0.1
100	Sierra Leona	0.5 ± 0	0.4 ± 0

Nota: Exportaciones expresadas como valores medios (cantidades en miles de unidades), con su correspondiente rango de error. Los demás países (no incluidos en este cuadro) recibieron menos de 500 unidades de computadoras y monitores usados. Se sabe que varios países de destino comúnmente reexportan bienes en el ámbito regional. Entre estos países se cuentan Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos y Líbano, por lo que probablemente no sean destinos finales.

Cuadro 37: Principales 90 países de destino de exportaciones de computadoras y monitores usados de Estados Unidos (en toneladas)

Lugar por peso de exportación promedio	País de destino	Método para la estimación de exportaciones: NVEM		Método para la estimación de exportaciones: Pub	
		Incertidumbre media		Incertidumbre media	
1	México	3,088	+7042 / -2192	3,655	+13454 / -3158
2	Canadá	2,250	+2743 / -1087	2,003	+2377 / -1141
3	Colombia	967	+1936 / -612	706	+1641 / -458
4	Venezuela	940	+1955 / -623	622	+1657 / -436
5	Italia	952	+1154 / -489	493	+1130 / -475
6	China	611	+731 / -262	606	+482 / -261
7	Ecuador	674	+1152 / -375	534	+925 / -292
8	Hong Kong	463	+859 / -286	648	+1377 / -478
9	Brasil	521	+983 / -325	434	+832 / -266
10	Emiratos Árabes Unidos	353	+622 / -204	484	+646 / -294
11	Argentina	405	+769 / -251	336	+586 / -219
12	Chile	388	+780 / -249	320	+616 / -210
13	Perú	394	+908 / -285	256	+809 / -205
14	Bolivia	333	+678 / -214	287	+522 / -188
15	Reino Unido	313	+531 / -178	305	+403 / -172
16	Líbano	356	+644 / -211	261	+477 / -184
17	Israel	340	+616 / -214	187	+553 / -171
18	Egipto	247	+234 / -95	246	+138 / -94
19	Paraguay	268	+524 / -170	189	+444 / -132
20	Taiwán	206	+472 / -139	155	+432 / -113
21	Países Bajos	189	+304 / -104	156	+246 / -89
22	Francia	154	+204 / -74	164	+143 / -78
23	Costa Rica	185	+434 / -135	122	+381 / -94
24	Guatemala	184	+487 / -144	117	+410 / -106
25	Alemania	137	+201 / -71	162	+269 / -99
26	Irlanda	157	+229 / -88	127	+173 / -81
27	Uruguay	155	+365 / -113	119	+296 / -92
28	República Dominicana	162	+322 / -105	110	+275 / -80
29	Australia	121	+158 / -58	116	+119 / -60
30	Singapur	93	+128 / -47	110	+136 / -59
31	Japón	95	+216 / -56	107	+166 / -60
32	El Salvador	112	+254 / -79	71	+219 / -59
33	Kuwait	82	+77 / -30	84	+50 / -31
34	Pakistán	76	+116 / -39	78	+80 / -40
35	Malasia	73	+140 / -41	76	+136 / -46
36	Filipinas	70	+70 / -27	73	+50 / -30
37	Trinidad y Tobago	63	+250 / -49	65	+202 / -50
38	Corea del Sur	61	+97 / -29	64	+71 / -30
39	Tailandia	60	+65 / -26	61	+39 / -26
40	India	55	+76 / -27	64	+56 / -30
41	Panamá	69	+192 / -52	48	+164 / -39
42	Bermudas	57	+64 / -23	58	+42 / -23
43	Afganistán	48	+131 / -32	52	+99 / -33
44	Rusia	45	+72 / -25	48	+46 / -25
45	Nigeria	47	+88 / -27	46	+59 / -26
46	Arabia Saudita	41	+52 / -19	50	+34 / -22

Cuadro 36: Principales 90 países de destino... (cont.)

Lugar por peso de exportación promedio	País de destino	Método para la estimación de exportaciones: NVEM Incertidumbre media	Método para la estimación de exportaciones: Pub Incertidumbre media
47	Ghana	45 +120 / -31	44 +90 / -31
48	Marruecos	44 +50 / -19	45 +32 / -20
49	Honduras	59 +138 / -42	26 +89 / -21
50	Kenia	39 +68 / -22	40 +47 / -23
51	Jamaica	39 +80 / -26	32 +68 / -20
52	Polonia	34 +34 / -13	33 +21 / -13
53	Noruega	28 +42 / -13	32 +31 / -14
54	Bélgica	24 +25 / -10	29 +23 / -13
55	Sudáfrica	27 +40 / -14	26 +27 / -14
56	Barbados	23 +46 / -14	25 +33 / -15
57	Antillas Neerlandesas	22 +55 / -14	26 +43 / -16
58	Bahamas	25 +37 / -13	22 +25 / -12
59	Vietnam	19 +23 / -9	21 +15 / -9
60	Nicaragua	22 +53 / -15	18 +44 / -12
61	Jordania	20 +35 / -11	18 +26 / -11
62	Finlandia	18 +30 / -10	17 +20 / -10
63	España	17 +20 / -8	17 +14 / -8
64	Mozambique	15 +37 / -11	17 +27 / -12
65	Qatar	14 +25 / -9	15 +18 / -9
66	Hungría	17 +21 / -9	11 +19 / -8
67	Suecia	14 +27 / -9	11 +22 / -7
68	República Checa	10 +12 / -5	15 +10 / -6
69	Haití	11 +23 / -6	12 +17 / -6
70	Tanzania	8 +13 / -4	14 +15 / -8
71	Angola	10 +25 / -8	11 +17 / -8
72	Aruba	10 +39 / -9	10 +30 / -9
73	Suiza	7 +7 / -3	13 +23 / -8
74	Surinam	9 +16 / -5	9 +13 / -5
75	Austria	9 +10 / -4	9 +8 / -4
76	Dinamarca	8 +14 / -5	9 +13 / -6
77	Guyana	9 +23 / -7	7 +23 / -6
78	Ucrania	8 +15 / -5	8 +10 / -5
79	Nueva Zelanda	7 +10 / -3	7 +7 / -3
80	San Vicente y las Granadinas	6 +6 / -2	7 +6 / -3
81	Yibuti	6 +5 / -2	6 +3 / -2
82	Santa Lucía	7 +17 / -5	5 +17 / -5
83	Turquía	6 +9 / -3	7 +7 / -4
84	Sri Lanka	6 +7 / -3	6 +4 / -3
85	Argelia	6 +7 / -3	6 +4 / -3
86	Iraq	6 +5 / -2	6 +3 / -2
87	Camboya	6 +5 / -2	6 +3 / -2
88	Montenegro	6 +7 / -3	6 +4 / -3
89	Dominica	6 +5 / -2	5 +4 / -2
90	Islas Caimán	5 +17 / -4	6 +13 / -4

Nota: Exportaciones expresadas como valores medios (pesos en toneladas), con su correspondiente rango de error. Los demás países (no incluidos en este cuadro) recibieron menos de cinco toneladas de computadoras y monitores usados. Se sabe que varios países de destino comúnmente reexportan bienes en el ámbito regional. Entre estos países se cuentan Hong Kong, Emiratos Árabes Unidos y Líbano, por lo que probablemente no sean destinos finales. sean destinos finales.

Balance de masa

Cuadro 38: Cantidades de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Estados Unidos, en 2010, expresadas como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (miles de unidades)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	5,725	5,027	6,423	10,704	9,722	11,690	16,429	14,749	18,113
	Recolectadas	4,763	3,948	5,747	7,636	6,371	9,461	12,399	10,319	15,209
	Exportadas							4,746	2,489	7,102
Computadoras portátiles	Generadas	2,702	2,373	3,032	6,531	6,531	6,531	9,233	8,904	9,563
	Recolectadas	2,427	2,064	2,839	5,090	5,090	5,379	7,518	7,155	8,217
	Exportadas							2,247	855	3,260
Computadoras	Generadas	8,427	7,400	9,455	17,235	16,253	18,221	25,662	23,653	27,676
	Recolectadas	7,191	6,013	8,586	12,726	11,462	14,840	19,917	17,474	23,426
	Exportadas							6,992	3,344	10,362
Monitores de TRC	Generados	3,298	2,896	3,700	7,465	6,780	8,153	10,763	9,676	11,853
	Recolectados	2,885	2,433	3,410	6,985	6,256	7,804	9,871	8,689	11,215
	Exportados							5,622	3,497	7,585
Monitores de pantalla plana	Generados	1,237	1,086	1,387	4,494	4,082	4,908	5,730	5,167	6,295
	Recolectados	824	623	1,098	2,086	1,452	3,159	2,911	2,075	4,256
	Exportados							47	43	1,008
Monitores	Generados	4,534	3,981	5,087	11,959	10,862	13,061	16,493	14,843	18,148
	Recolectados	3,710	3,057	4,508	9,072	7,708	10,963	12,782	10,765	15,471
	Exportados							5,669	3,540	8,593

Cuadro 39: Flujos de productos electrónicos usados en Estados Unidos, cuantificados mediante el método de balance de masa (miles de unidades)

Producto	Flujo	Escenario de destino previsto			Escenario de menor reutilización			Escenario de mayores exportaciones		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	FMH	6,962	6,113	7,811	6,962	6,113	7,811	6,962	6,113	7,811
	FCom/Inst	16,236	14,753	17,740	16,236	14,753	17,740	16,236	14,753	17,740
	FHI	5,725	5,027	6,423	5,725	5,027	6,423	5,725	5,027	6,423
	FCom/InstI	10,699	9,722	11,690	10,699	9,722	11,690	10,699	9,722	11,690
	FIH	1,374	1,207	1,542	1,374	1,207	1,542	1,374	1,207	1,542
	FCom/Inst	905	823	989	905	823	989	905	823	989
	FIR	5,373	4,803	5,946	8,179	7,326	9,037	3,658	3,267	4,051
	FHR	2,592	2,276	2,908	3,435	3,016	3,854	1,860	1,633	2,086
	FCom/InstR	2,781	2,526	3,038	4,744	4,310	5,183	1,798	1,634	1,965
	FIL	4,028	3,631	4,430	3,223	2,905	3,544	4,028	3,631	4,430
	FHL	962	845	1,079	769	676	863	962	845	1,079
	FCom/InstL	3,067	2,786	3,351	2,453	2,229	2,680	3,067	2,786	3,351
	FIMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FIE	4,744	4,286	5,207	2,744	2,489	3,002	6,459	5,822	7,102
Computadoras portátiles	FMH	14,519	12,749	16,289	14,519	12,749	16,289	14,519	12,749	16,289
	FCom/Inst	9,554	9,554	9,554	9,554	9,554	9,554	9,554	9,554	9,554
	FHI	2,702	2,373	3,032	2,702	2,373	3,032	2,702	2,373	3,032
	FBPI	6,531	6,531	6,531	6,531	6,531	6,531	6,531	6,531	6,531
	FIH	2,153	1,890	2,415	2,153	1,890	2,415	2,153	1,890	2,415
	FCom/Inst	603	603	603	603	603	603	603	603	603
	FIR	2,515	2,364	2,667	4,096	3,903	4,290	1,578	1,469	1,688
	FHR	1,241	1,090	1,393	1,589	1,396	1,783	898	788	1,007
	FCom/InstR	1,274	1,274	1,274	2,507	2,507	2,507	681	681	681
	FIL	1,715	1,682	1,749	1,372	1,346	1,399	1,715	1,682	1,749
	FHL	275	241	308	220	193	247	275	241	308
	FCom/InstL	1,441	1,441	1,441	1,152	1,152	1,152	1,441	1,441	1,441
	FIMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FIE	2,247	2,364	2,129	1,009	1,162	855	3,184	3,260	3,108

Cuadro 39: Flujos de productos electrónicos usados en Estados Unidos... (cont.)

Producto	Flujo	Escenario de destino previsto			Escenario de menor reutilización			Escenario de mayores exportaciones		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Monitores de TRC	FMH	275	241	308	275	241	308	275	241	308
	FCom/Inst	1,206	1,096	1,317	1,206	1,096	1,317	1,206	1,096	1,317
	FHI	3,298	2,896	3,700	3,298	2,896	3,700	3,298	2,896	3,700
	FCom/InstI	7,462	6,780	8,153	7,462	6,780	8,153	7,462	6,780	8,153
	FIH	412	362	462	412	362	462	412	362	462
	FICom/Inst	302	274	330	302	274	330	302	274	330
	FIR	3,534	3,162	3,908	5,470	4,904	6,040	2,247	2,006	2,489
	FHR	1,608	1,412	1,804	2,162	1,898	2,425	1,154	1,013	1,295
	FCom/InstR	1,926	1,750	2,105	3,308	3,006	3,615	1,093	993	1,194
	FIL	892	798	986	713	638	789	892	798	986
	FHL	412	362	462	330	290	370	412	362	462
	FCom/InstL	479	436	524	384	348	419	479	436	524
	FIMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FIE	5,620	5,080	6,166	3,862	3,497	4,231	6,907	6,235	7,585
Monitores de pantalla plana	FMH	8,244	7,239	9,249	8,244	7,239	9,249	8,244	7,239	9,249
	FCom/Inst	16,827	15,290	18,385	16,827	15,290	18,385	16,827	15,290	18,385
	FHI	1,237	1,086	1,387	1,237	1,086	1,387	1,237	1,086	1,387
	FCom/InstI	4,492	4,082	4,908	4,492	4,082	4,908	4,492	4,082	4,908
	FIH	1,466	1,287	1,644	1,466	1,287	1,644	1,466	1,287	1,644
	FICom/Inst	1,542	1,401	1,685	1,542	1,401	1,685	1,542	1,401	1,685
	FIR	989	888	1,090	1,812	1,632	1,993	665	597	733
	FHR	330	290	370	469	412	526	231	203	259
	FCom/InstR	659	599	720	1,343	1,220	1,467	434	394	474
	FIL	2,819	2,549	3,092	2,255	2,039	2,474	2,819	2,549	3,092
	FHL	412	362	462	330	290	370	412	362	462
	FCom/InstL	2,407	2,187	2,629	1,925	1,749	2,104	2,407	2,187	2,629
	FIMI	1,134	1,001	1,267	1,393	1,234	1,552	1,680	1,493	1,867
	FIE	47	43	52	47	43	52	917	827	1,008

Notas: Los flujos corresponden a los ilustrados en la gráfica 7 (análisis de flujos de materiales exportados).

De acuerdo con este análisis, los flujos proceden de los fabricantes (M), pasan por usuarios del sector residencial (H) y de los sectores comercial e institucional (Com/Inst), hasta llegar a intermediarios (I). Los intermediarios también recolectan importaciones de productos usados (Im) y los vuelven a distribuir para su reutilización entre usuarios de los sectores residencial (H) y comercial e institucional (Com/Inst), los envían a operaciones de rellenos sanitarios o incineradores (L), los venden al interior del país para reciclaje de partes y materiales (R), o bien los exportan a otro país (E). El ordenamiento de los indicadores es *desde-hacia*; es decir, FHI hace referencia a los flujos procedentes de hogares (H) dirigidos a intermediarios (I), y FIH indica los flujos provenientes de intermediarios (I) con destino a hogares (H).

Cuadro 40: Pesos de computadoras y monitores usados generados, recolectados y exportados en Estados Unidos, en 2010, expresados como media y límites inferior y superior del intervalo de confianza de 95 por ciento (toneladas)

Producto		Sector residencial			Sectores comercial e institucional			Total		
		Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior	Media	Límite inferior	Límite superior
Computadoras de escritorio	Generadas	60,758	25,741	115,814	113,595	49,780	210,787	174,352	75,522	326,601
	Recolectadas	50,550	20,216	103,632	81,037	32,624	170,594	131,588	52,840	274,226
	Exportadas							50,363	12,743	128,059
Computadoras portátiles	Generadas	8,331	2,982	20,709	20,134	8,208	44,612	28,465	11,190	65,321
	Recolectadas	7,484	2,595	19,390	15,693	6,398	36,740	23,177	8,992	56,130
	Exportadas							6,926	1,075	22,265
Computadoras	Generadas	69,088	28,723	136,523	133,729	57,988	255,399	202,817	86,712	391,922
	Recolectadas	58,034	22,810	123,022	96,730	39,021	207,334	154,764	61,832	330,356
	Exportadas							57,289	13,818	150,324
Monitores de TRC	Generados	51,597	29,958	83,358	116,801	70,148	183,694	168,398	100,106	267,052
	Recolectados	45,147	25,174	76,834	109,297	64,728	175,842	154,444	89,902	252,677
	Exportados							87,960	36,181	170,896
Monitores de pantalla plana	Generados	15,195	2,766	47,872	55,218	10,397	169,349	70,413	13,163	217,220
	Recolectados	10,130	1,588	37,880	25,635	3,699	108,988	35,765	5,287	146,868
	Exportados							579	109	34,796
Monitores	Generados	66,792	32,724	131,230	172,019	80,544	353,043	238,811	113,269	484,273
	Recolectados	55,277	26,762	114,715	134,932	68,427	284,830	190,209	95,189	399,544
	Exportados							88,539	36,290	205,692



Comisión para la Cooperación Ambiental

393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200

Montréal (Québec), Canada, H2Y 1N9

t 514.350.4300 f 514.350.4314

info@cec.org / www.cec.org