

Manufactura de Electrónica e Impacto Ambiental

Rev. 2

Curso Electrónica Fundamental

Fernando Silveira

Instituto de Ingeniería Eléctrica

Contenido

- ◆ Introducción
- ◆ Aspectos básicos de manufactura de sistemas electrónicos
- ◆ Impacto ambiental, directiva RoHS UE
- ◆ Otras mitigaciones

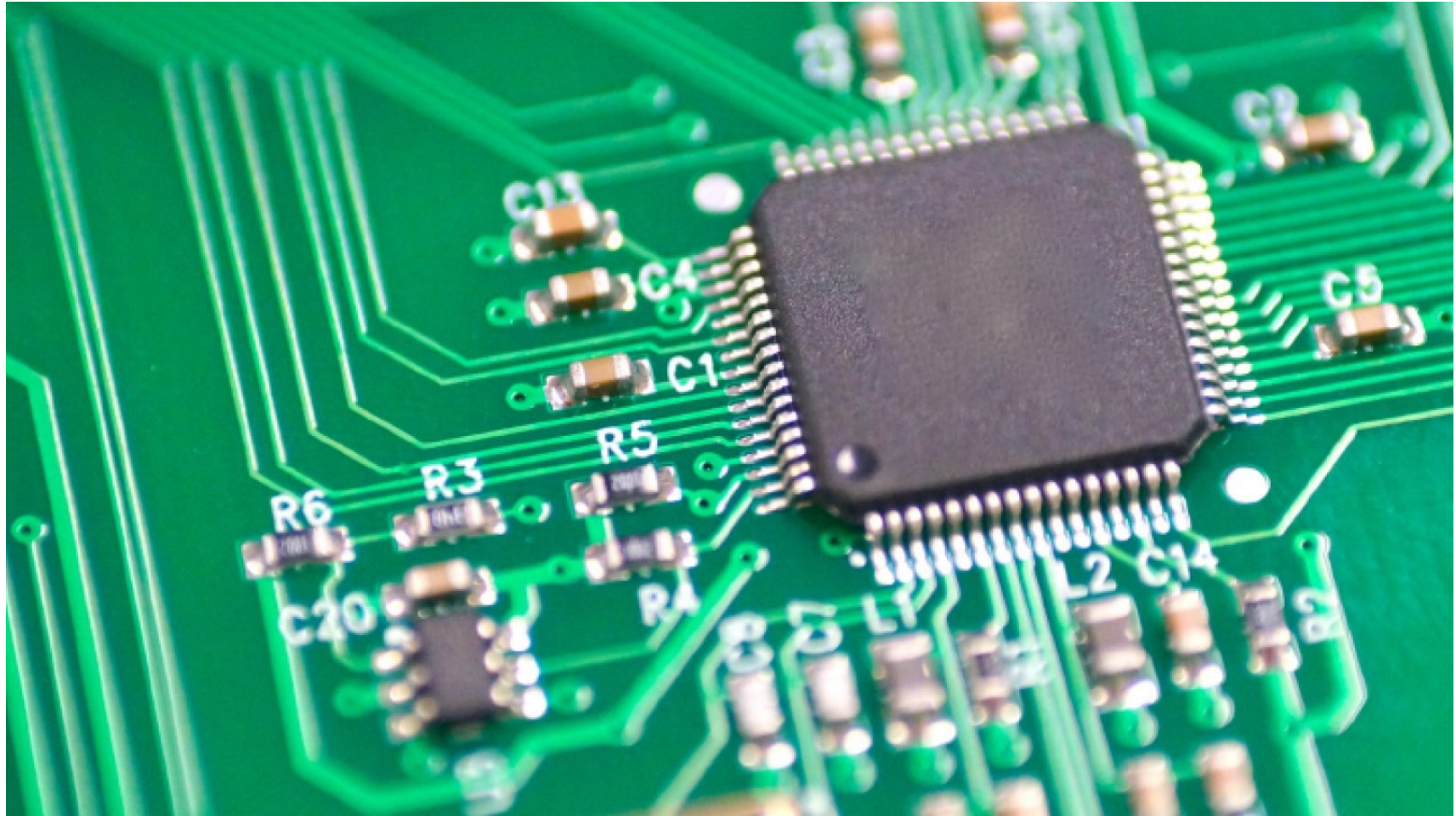
¿ Cómo podemos incidir ?

Decenas de millones de computadores y cientos de millones de celulares descartados por año



Fuente: Brian Baisden

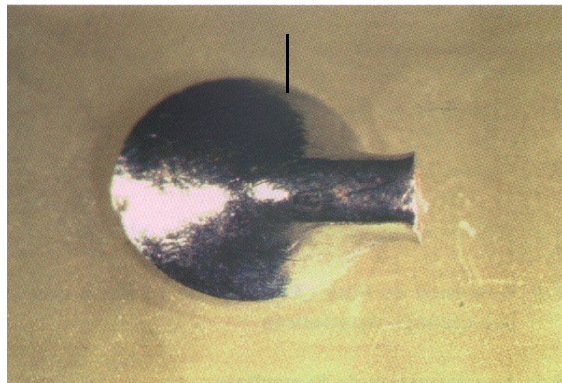
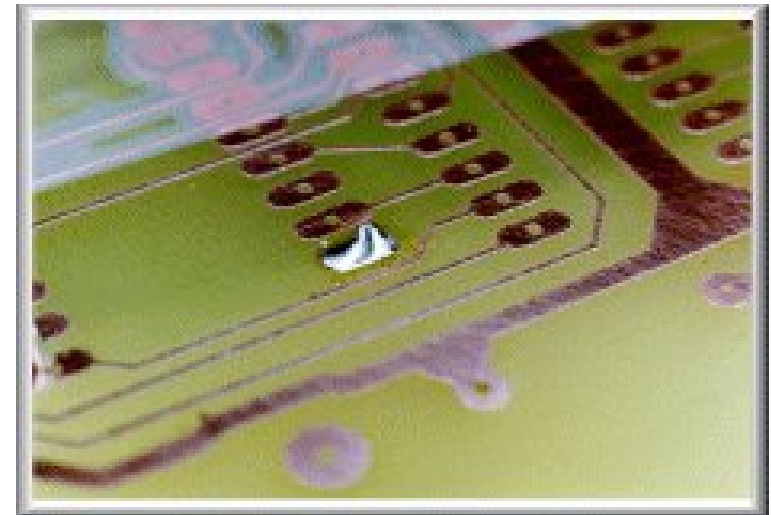
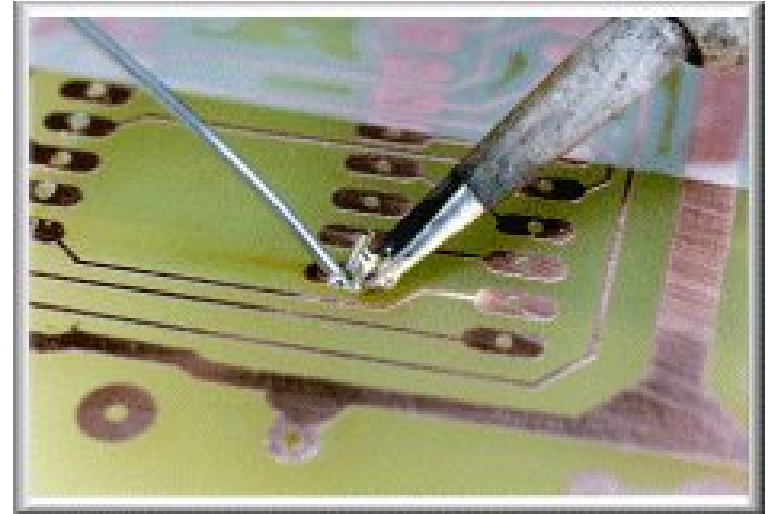
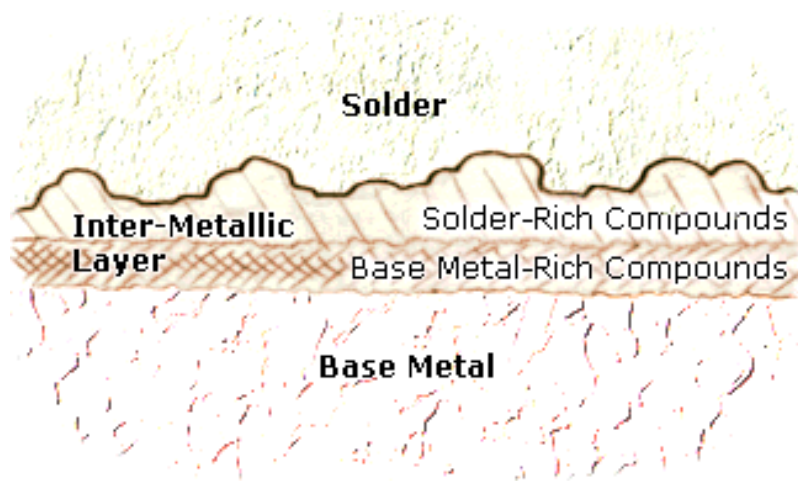
¿ Qué hay de peligroso en estos equipos ?



Soldadura 1

- Dos metales o aleaciones (denominados material base) son unidos con un tercer metal o aleación (denominado material de soldadura).
- El tercer metal o aleación posee un punto de fusión mucho mas bajo comparado con el de los metales a unir.
- Durante la soldadura el material de soldadura se distribuye entre los intersticios que dejan los metales base por acción de capilaridad y se procesan reacciones químicas que general aleaciones diferentes a las iniciales en las interfaces de los metales (capas intermetálicas).

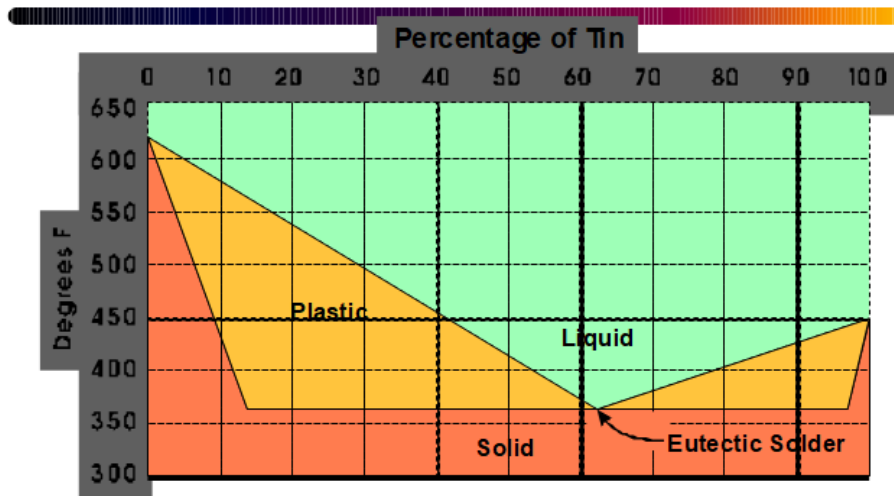
Soldadura 2



7-1

Soldadura tradicional: Sn63/Pb37

Tin-Lead Phase Diagram

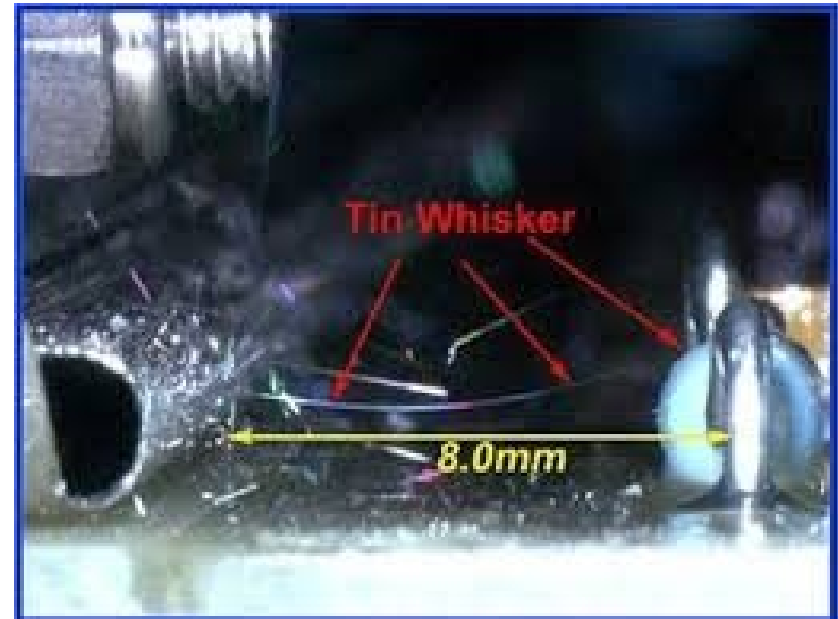


- Aleación Estaño 63%, Plomo 37%, provee la aleación eutéctica que da una temperatura de fusión (183oC) menor a la de cada uno de los constituyentes.
- Pero el plomo es tóxico ...

Soldadura Libre de Plomo (“Lead Free”)

Entre otras desventajas:

- Requiere un mayor temperatura de soldadura (ej. Sn-Ag-Cu “SAC” temperatura eutéctica de 217oC)
 - Entonces los componentes también tienen que ser compatibles con esto
- Potenciales problemas de confiabilidad (“whiskers”) que se han ido mejorando.



Mecanismos de mitigación del impacto ambiental

- Control de sustancias riesgosas: Europa: Directiva 2002/95/EC “RoHS” “Restriction of Hazardous Substances”. Revisada en 2011.

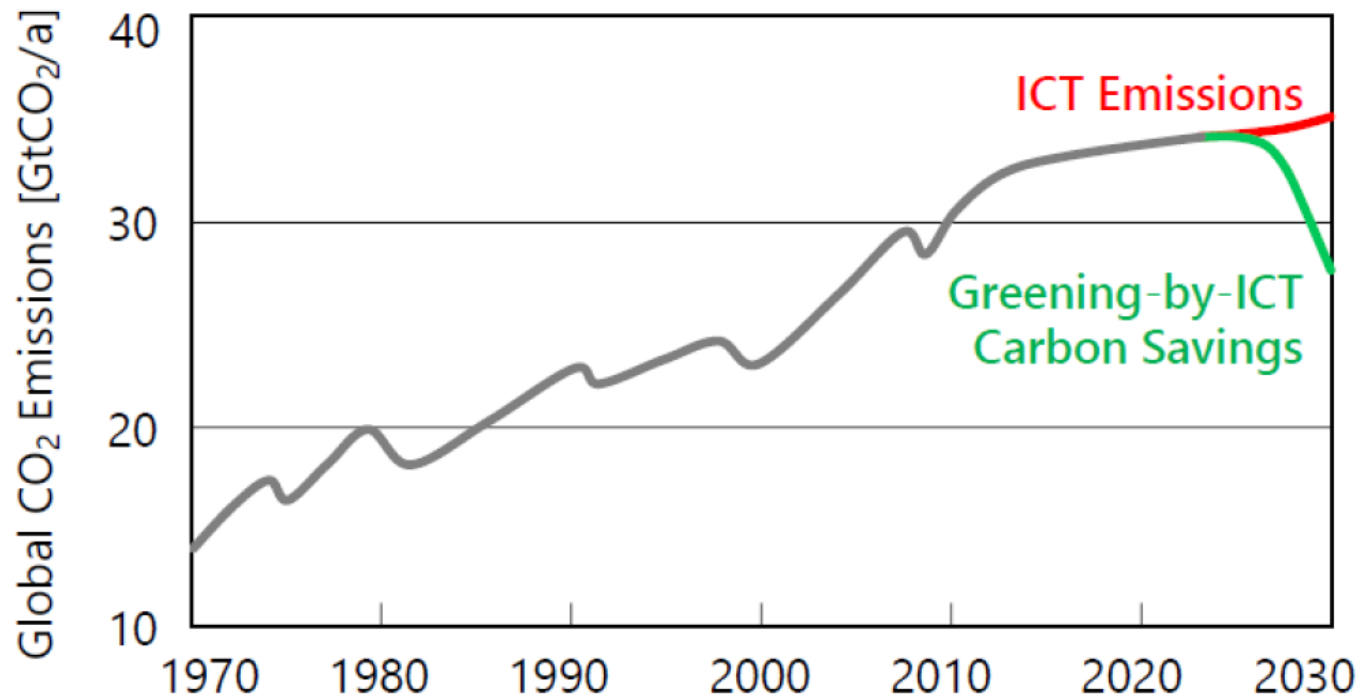
Otros aspectos muy relevantes:

- Manejo de residuos: Europa: Directiva 2002/96/EC “WEEE” “Waste Electrical and Electronic Equipment”. Revisada en 2012.
- Baterías: Europa: Directiva 2006/66/EC

Directiva RoHS

- A partir de 1 Julio de 2006 no se puede poner en el mercado (en Europa) equipos que superen los valores aceptables de:
 - **Plomo (Pb)**
 - Soldadura, aislaciones cables, colorantes
 - **Mercurio (Hg)**
 - Llaves, relays, lámparas
 - **Cromo Hexavalente (CrVI)**
 - Pinturas, toners
 - **“Polybrominated Biphenyls” (PBB) o (C₁₂H₄Br₆) y “Polybrominated Diphenyl Ethers” (PBDE)**
 - Conectores y encapsulados, cables, capacitores
 - **Cadmio (Cd)**
 - Cables, baterías, semiconductores especiales
- En 2011 se agregaron 4 sustancias más usadas en aislantes de cables en PVC: DEHP, BBP, DBP, DIBP
- Hay excepciones (algunas están terminando)

La tecnología también ayuda ...



Klaus Grobe, ADVA Optical Networking,
inemi.org (Eco-design for circular electronics economy, 27/7/21)

Otras mitigaciones

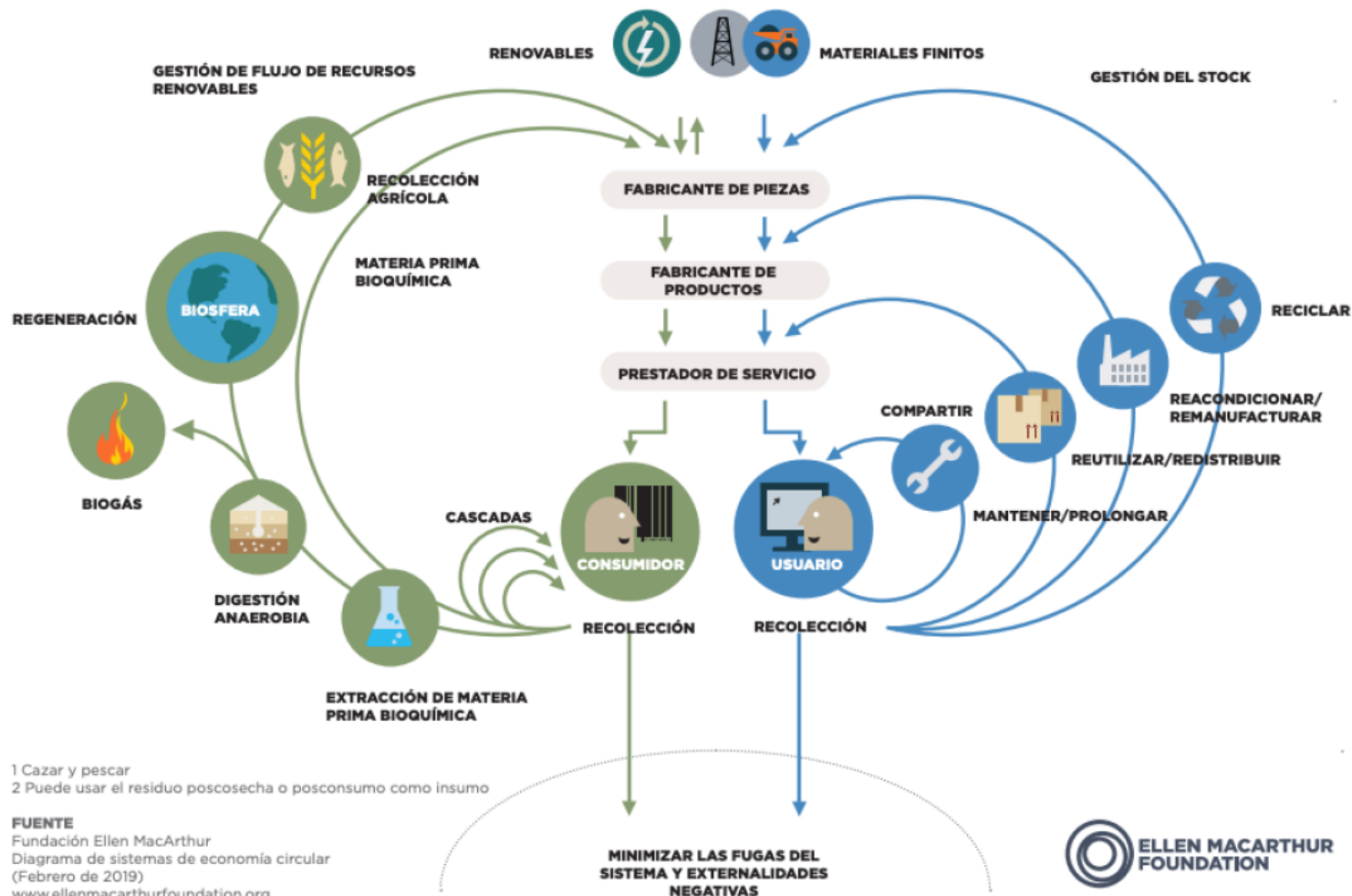
Economía Circular:

Las 3 (o más) Rs:

Reducir, Reutilizar, Reciclar

Economía circular

FIGURA 3: DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ECONOMÍA CIRCULAR

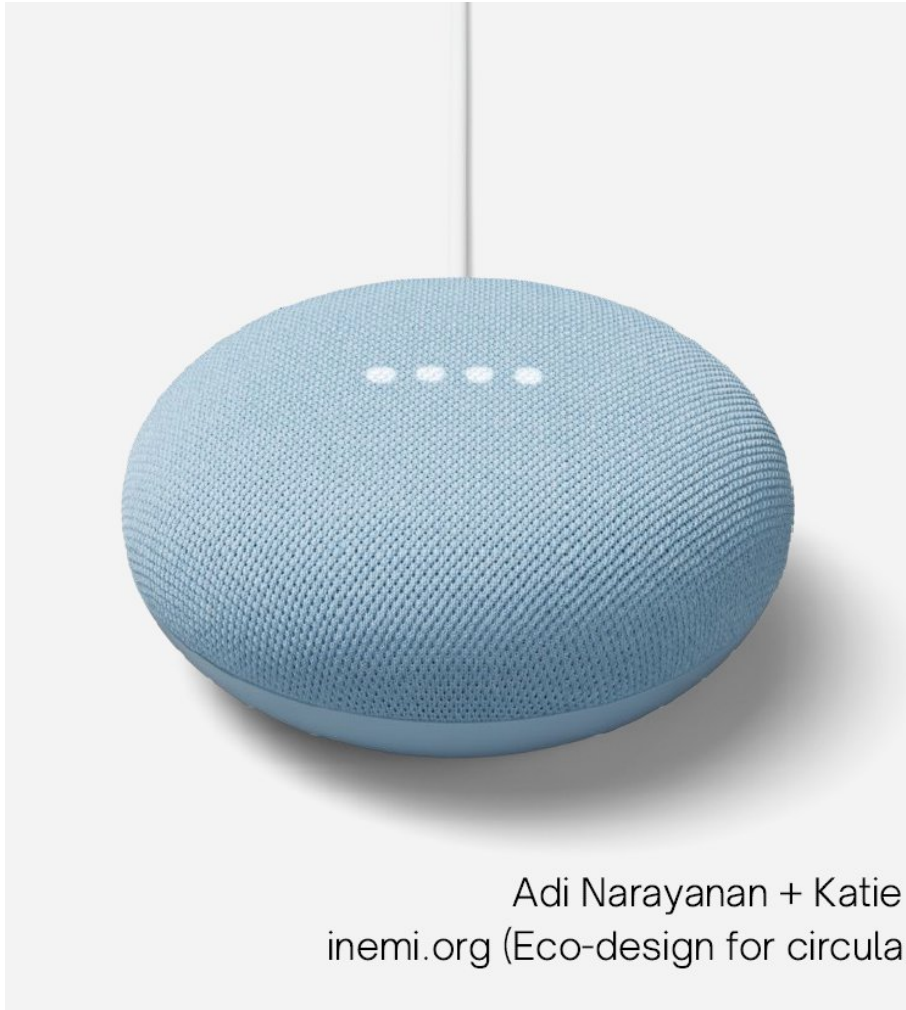


1 Cazar y pescar
2 Puede usar el residuo poscosecha o posconsumo como insumo

FUENTE
Fundación Ellen MacArthur
Diagrama de sistemas de economía circular
(Febrero de 2019)
www.ellenmacarthurfoundation.org
Ilustración basada en Braungart & McDonough,
Cradle to Cradle (C2C)



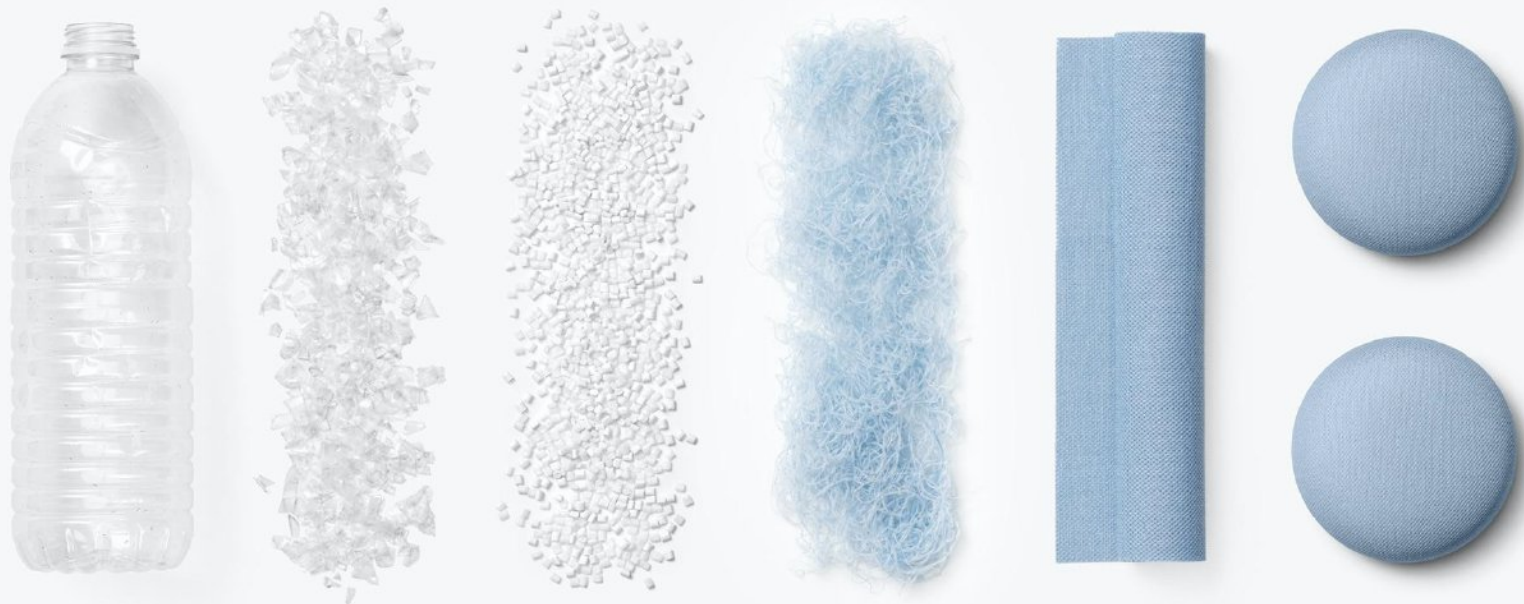
Ej. economía circular en industria electrónica



Tela con 100%
hilos de PET
reciclados (salvo
tintura)

Adi Narayanan + Katie Morgenroth (Google),
inemi.org (Eco-design for circular electronics economy, 27/7/21)

Ej. economía circular en industria electrónica



Adi Narayanan + Katie Morgenroth (Google),
inemi.org (Eco-design for circular electronics economy, 27/7/21)

Google

Ej. economía circular en industria electrónica



Más de 70%
materiales
reciclados



Caja de aluminio
reciclado

Adi Narayanan + Katie Morgenroth (Google),
inemi.org (Eco-design for circular electronics economy, 27/7/21)

Conclusiones

- Nos concierne a todos, es importante que cada uno aporte su grano de arena.
- Tal vez alguno de nosotros nos encontremos en algún momento en posición de inclinar un poco la balanza para el lado correcto.