



# AREA DE GESTION DE RESIDUOS



## APROVECHAMIENTO EDUCATIVO Y TECNOLOGICO EN LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS ELECTRONICOS

"Foro sobre experiencias internacionales y nacionales  
en la gestión y el manejo integral de e-Waste  
(Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos)",  
Abril 27 del 2007.

POR: ANGEL E. CAMACHO

# Problemática ambiental

- Desarrollo (paradigma económico neoclásico) = Crecimiento económico  
⇒ NO SOSTENIBLE
  - ◆ Informe del Club de Roma (1972), “Los límites del Crecimiento”
    - ☞ Escasez de los recursos naturales (combustibles fósiles)
    - ☞ Degradación ambiental ⇒ Contaminación ambiental
    - ☞ Acelerado crecimiento poblacional
  - ◆ Límites Biofísicos de la Economía
    - ☞ Recursos naturales no renovables son finitos
    - ☞ Capacidad limitada de asimilación de desechos
- Desarrollo sostenible ⇒ Crecimiento económico ecológicamente sostenible
  - ☞ Optimismo tecnológico ⇒ Desmaterialización de la economía ?
  - ☞ Mayor conciencia ecológica ⇒ Consumo responsable ?
  - ☞ Cultural? ⇒ Paradigmas de la obsolescencia y el esnobismo digitales
  - ☞ PED: (Gallopín, Leff, Toledo, Gliglo) ⇒ Si no se usan las tecnología del Norte
    - Sin agroindustria ⇒ Agricultura tradicional y ancestral
    - Urbanismo sin uso del automóvil particular
    - **REUSO DE BIENES (ALTA TECNOLOGIA) Y SU POSTERIOR RECICLAJE**

# La "basura electrónica" en Colombia



# Reuso o Reciclaje de PCs?

- Reuso:
  - ◆ Utilización en más de una vez (re-venta o donación)
    - ☞ Directo o de segunda mano
    - ☞ Remanufactura
    - ☞ Uso para el propósito original
  - ◆ Potencial de ahorro de energía es de 20 veces frente al reciclaje
- Reciclaje:
  - ◆ Recuperación de materiales descartados.
    - ☞ Demanufactura o Desmantelamiento en partes
  - ◆ Conversión del residuo en materia prima
    - ☞ Producción del mismo tipo de producto
    - ☞ Producción de otros productos



# Descripción General de CPE

- Computadores para Educar (CPE) es una asociación sin ánimo de lucro, cuyos miembros fundadores son el Fondo de Comunicaciones, el Ministerio de Educación Nacional y el SENA, de conformidad con el artículo 95 de la Ley 489 de 1998.
- Fue creada según acta de constitución del 22 de noviembre de 2000, registrada en la Cámara de Comercio de Bogotá.
- Computadores para Educar es una entidad pública autónoma con personería jurídica, patrimonio independiente, con órganos de dirección y control propios.
- El objetivo primordial es **brindar acceso a las tecnologías de información y comunicación a instituciones educativas públicas del país, mediante el reacondicionamiento de equipos, donados por empresas privadas y entidades oficiales, y promover su uso y aprovechamiento significativo en los procesos educativos.**
- Actividades principales: promoción, gestión de donaciones, reacondicionamiento y mantenimiento de computadores, entrega a escuelas y colegios públicos, acompañamiento educativo posterior a estas instituciones, monitoreo y evaluación de impacto, gestión de residuos electrónicos.
- CPE está compuesto de una Dirección Nacional y cinco centros de reacondicionamiento de computadores ubicados en Bogotá, Barranquilla, Cali, Medellín y Cúcuta.

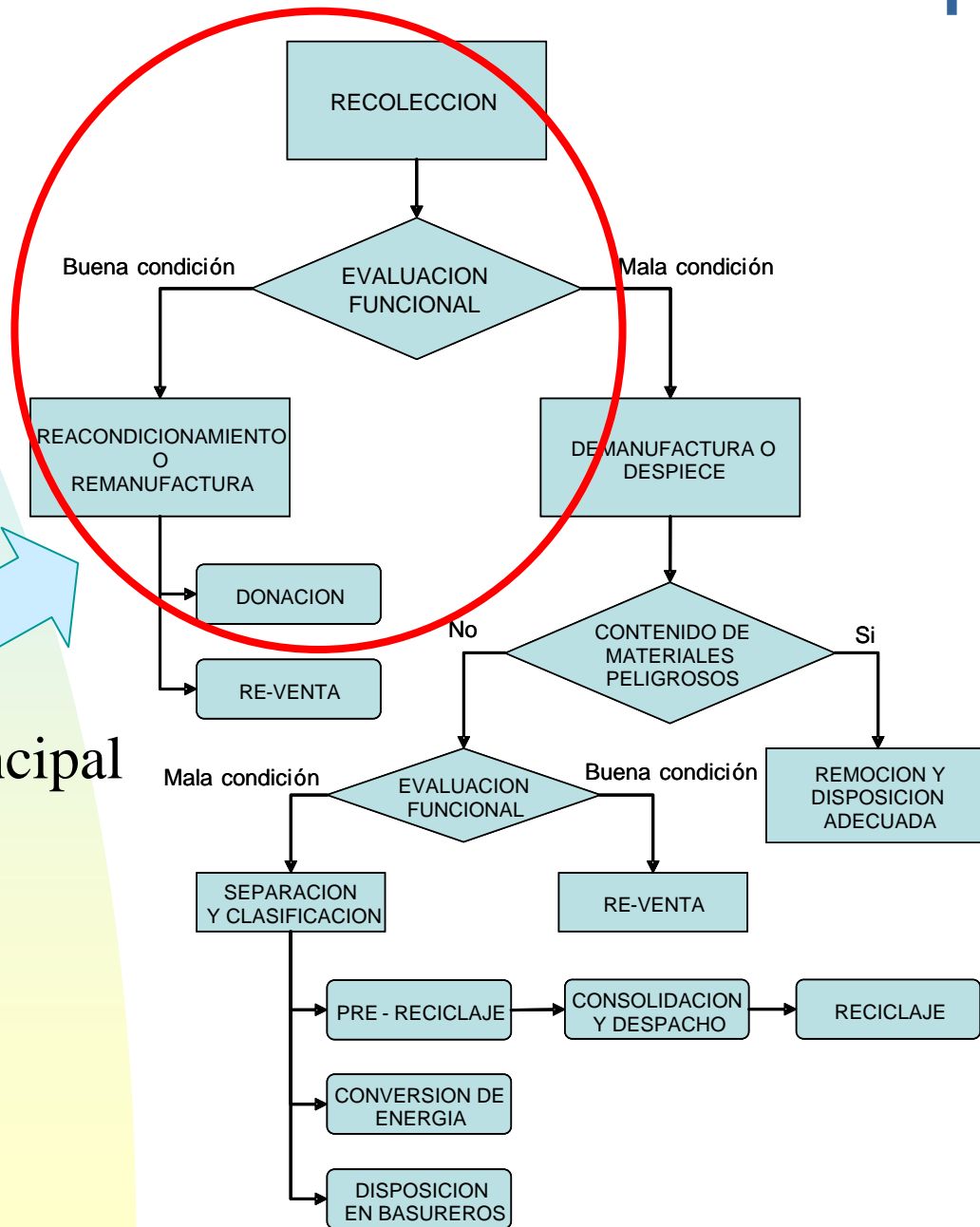


# Corrientes e-waste en CPE

## EQUIPO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO CORRIENTES O LÍNEAS DE DESECHOS RECOLECTADAS POR CPE

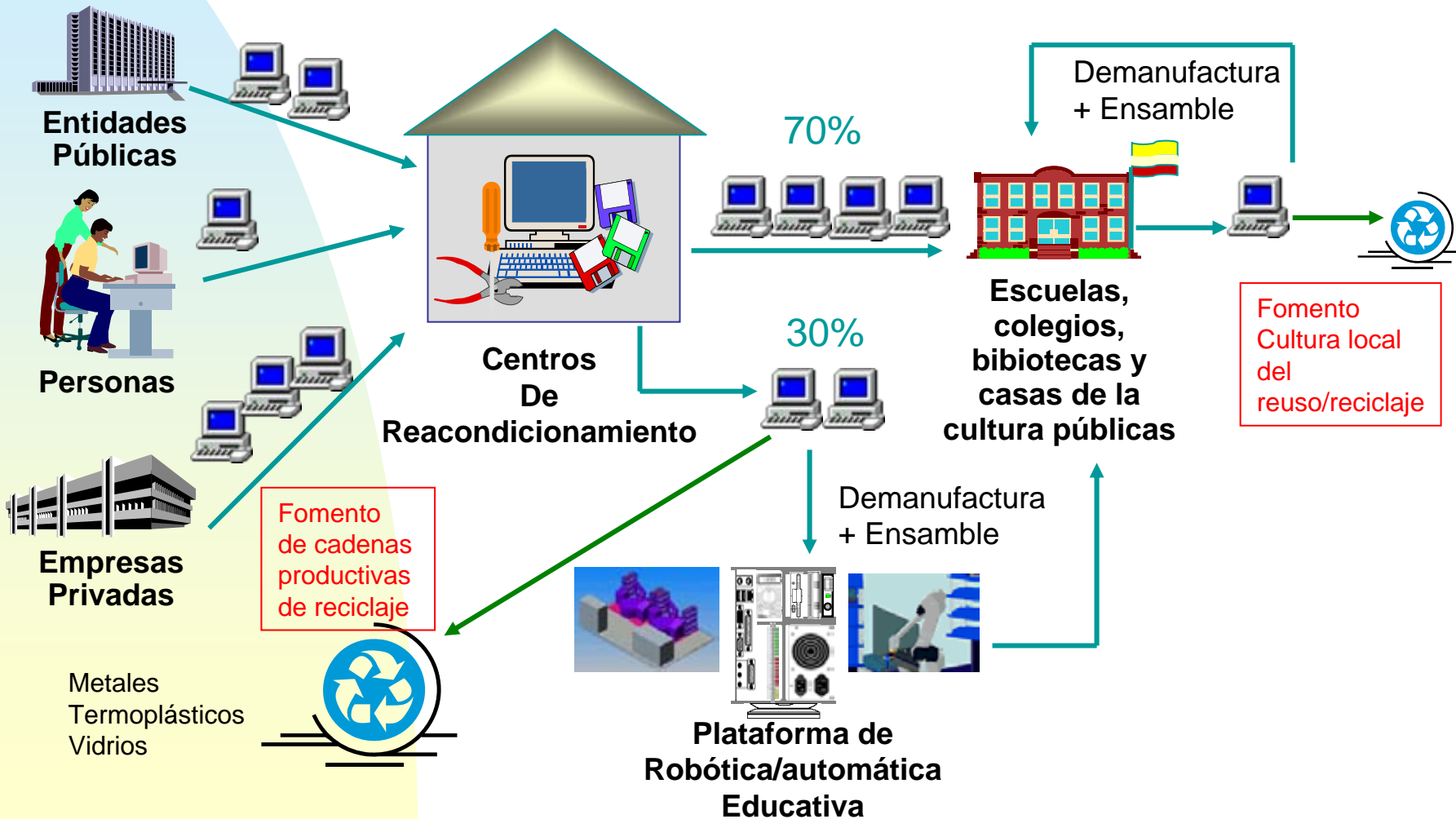
RESIDENCIAL	COMERCIAL/ INDUSTRIAL	AMBOS
<b>LÍNEA OSCURA</b> Televisores Equipos de sonido y audio Radios Video cámaras Video grabadoras (Betamax, VHS)  Bafles, parlantes  <b>ARTEFACTOS DOMÉSTICOS PEQUEÑOS</b> Aspiradoras Secadores de cabello Cafeteras Planchas Ventiladores Licuadoras Tostadoras Ayudantes de cocina (batidora, abre-latas, picadora, cuchillo eléctricos) Hornos eléctricos pequeños Hornos micro-ondas  <b>ARTEFACTOS DOMÉSTICOS GRANDES (LÍNEA BLANCA)</b> Refrigeradores (neveras) Congeladores Máquinas lavadoras Máquinas secadoras Hornos eléctricos ( estufas) Lavadoras de platos	<b>MATERIALES Y EQUIPO ELÉCTRICO</b> Equipo de alto voltaje o alta potencia Transformadores Máquinas eléctricas pequeñas Equipo de distribución de bajo voltaje Equipo de industrial de bajo voltaje <b>Equipo de protección de bajo voltaje: reguladores, estabilizadores, UPSs</b> Materiales para instalaciones eléctricas  <b>EQUIPO MEDICO</b> Equipo de rayos X Equipo de ultrasonido Computadores de tomografía Osciloscopios Instrumentos de medición, registro e impresión  <b>EQUIPO DE OFICINA</b> <b>Fotocopiadoras</b> <b>Impresoras</b> <b>Retroproyectores y proyectores de video</b>	<b>PROCESAMIENTO DE DATOS</b> Computadores personales Monitores Teclados Ratones Mainframes y servidores Partes de computadores: tarjetas, memorias, drives,  <b>TELECOMUNICACIONES</b> <b>Teléfonos</b> <b>Maquinas de fax</b> Máquinas contestadoras <b>Modems</b> <b>Equipo de conectividad: Routers, Switches, hubs</b> Teléfonos públicos Teléfonos celulares  Beepers Radios de comunicaciones  <b>OTROS</b> Cables y alambres

# Modelo General de Recuperación



Actividad principal  
de CPE

# Estrategia de aprovechamiento CPE







# Centros de Reacondicionamiento

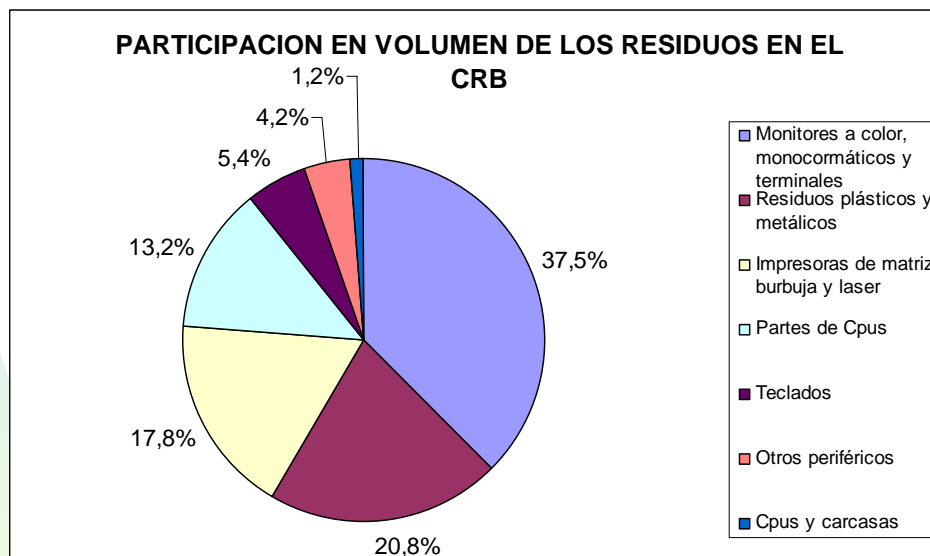




# Estrategia de Reacondicionamiento CPE

- Resultados (2000 – 2007):
  - ◆ 125.000 equipos recolectados (1.700 entidades)
  - ◆ 77.000 equipos, 6.800 impresoras reacondicionados
  - ◆ 8.960 escuelas y colegios públicos beneficiados
    - ☞ Contribución importante al cierre de la brecha digital
    - ☞ Programa de capacitación y acompañamiento educativo
  - ◆ Costo de producción de US\$ 130 por máquina
    - ☞ Generación de M.O. (240 empleos) y capacidades técnicas
  - ◆ Eficiencia del 70%, 30% de residuos ocupa el 46% del espacio total de almacenamiento
    - ☞ Evitando el impacto ambiental por la inadecuada disposición de residuos

# Inventario de residuos (2006)



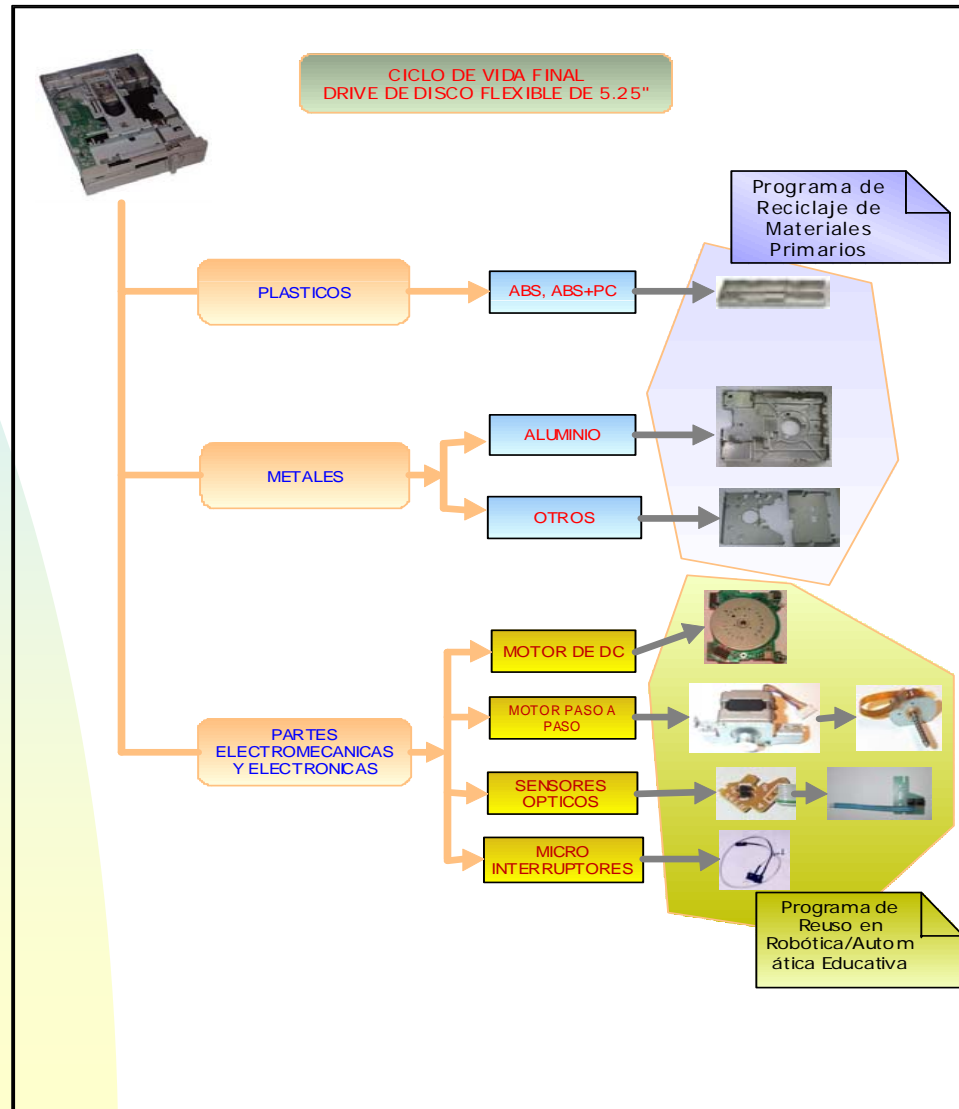
Centro	Cantidad de estibas	Area de bodega ocupada (m <sup>2</sup> )	Posiciones de bodega totales para producción	Relación Bodega residuos/producción
Bogotá	1.100	2.000	1116	99%
Medellín	400	572	700	57%
Cali	100	143	250	40%
Barranquilla	160	229	92	174%
Cúcuta	97	107	45	216%
<b>Total</b>	<b>1.857</b>	<b>3.051</b>	<b>2.203</b>	



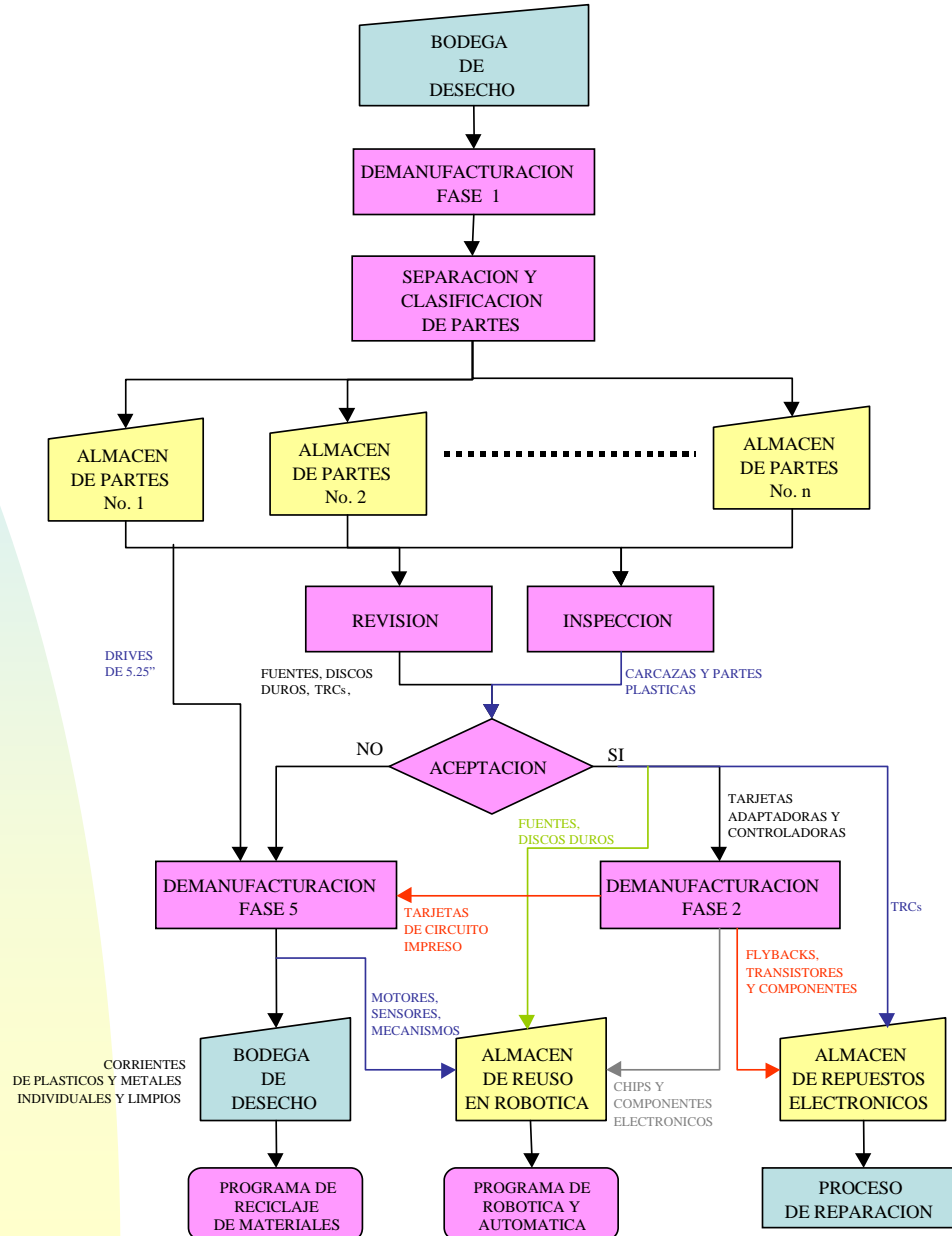
# Estrategia de aprovechamiento de residuos (2)

- Modelo de recuperación de elementos y materiales
  - ◆ Análisis de ciclo de vida final de equipos
    - ☞ Determinar formas de reuso de chips, mecanismos, actuadores, sensores
- Diseño de procesos de demanufactura
  - ☞ Intensivo en operaciones manuales
  - ☞ Secuencial en 3 etapas según la complejidad
  - ☞ Creación de almacenes especiales
- Generación de corrientes individuales limpias
  - ☞ Reciclaje: metales, termoplásticos

# Análisis de Ciclo de vida final



# Modelo recuperación y demanufactura





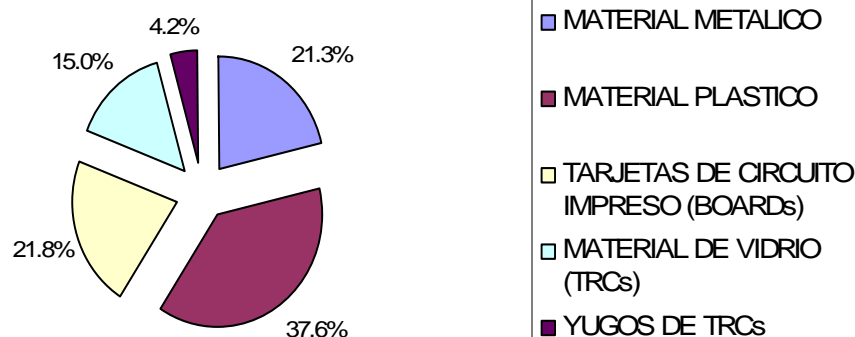


# Estrategia de aprovechamiento de residuos (3)

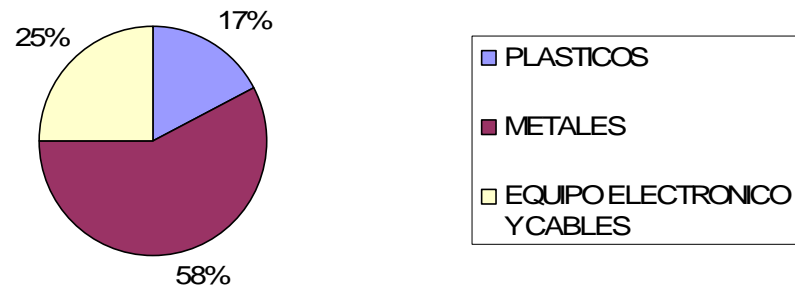
- Resultados (2005 – 2006):
  - ◆ Demanufactura de 24.000 cpus
    - ☞ 81 Tn. de desecho metálico
    - ☞ 20 Tn. de desecho termoplástico
    - ☞ Partes electrónicas (motherboards, fuentes, discos duros, drives disco flexible, etc.)
      - Beneficiar 4.800 instituciones con plataformas de robótica y automática educativa en el 2007-2008
  - ◆ Demanufactura de 5.000 monitores
    - ☞ 27 Tn. de vidrio fragmentado con plomo

# Composición de materiales recuperados

**PARTICIPACION EN VOLUMEN DE LOS COMPONENTES DE MANUFACTURADOS DE UN MONITOR**



**PARTICIPACION EN VOLUMEN DE LOS COMPONENTES DE MANUFACTURADOS DE UN PC**



# Generación de corrientes de desechos



# Recuperación de partes mecánicas y electrónicas





# Ambientes de aprendizaje basados en Robótica educativa

- Desarrollo de actividades de robótica educativa usando una variedad de dispositivos robóticos.
- Disponibilidad de herramientas de HW y SW
  - ◆ Implementación, construcción, operación y colección de dispositivos robóticos.
- Desarrollo de actividades pedagógicas que:
  - ◆ Propicien el aprendizaje.
  - ◆ Permitan la construcción de aprendizaje en diferentes áreas del conocimiento.
  - ◆ Permitan la Implementación de soluciones tecnológicas a problemáticas reales y cotidianas





# Plataforma de Robótica-Automática Educativa

- Construida en un 90% con electrónica y partes de residuos.
  - ◆ Reuso de equipos, dispositivos y materiales.
  - ◆ Muy bajo costo.
- Didáctica.
  - ◆ No a las “cajas negras”.
  - ◆ Dominio de la máquina por parte del estudiante
  - ◆ Romper el paradigma de la CPU tradicional
- Producción masiva (manufactura)
- Orientada al aprendizaje de la tecnología digital





# Plataforma de Robótica-Automática Educativa

- Estación de desarrollo (EDERA).
- Kits de proyectos robóticos.
- Estrategia de Acompañamiento Pedagógico
  - ◆ Experiencia previa en TICs
  - ◆ Participación de las Universidades y otras entidades educativas tecnológicas
  - ◆ Implementación de Comunidades Virtuales de Aprendizaje



# KITS de dispositivos robóticos

- Elementos para la construcción de proyectos
  - ◆ Recuperación del desecho de:
    - ☞ Actuadores y Sensores
    - ☞ Mecanismos sencillos y complejos
    - ☞ Componentes electrónicos
    - ☞ Materiales para la construcción: plásticos
    - ☞ Cables y accesorios (tornillos, conectores, soportes)
- Guía Didáctica
  - ◆ Enfoque pedagógico
  - ◆ Listas de materiales, planos, instrucciones, etc.

# KITS - Robots móviles

Robot fotofóbico



Robot montacargas



Robot operado por PC

# KITS - Mecanismos industriales

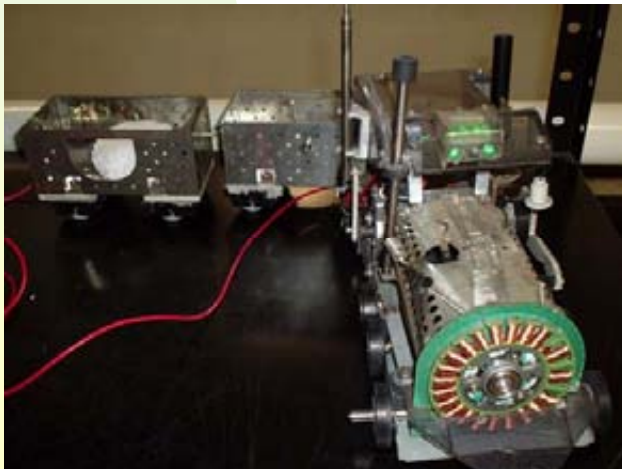


Puerta eléctrica

Robot manipulador de piezas



# Arte Robótico





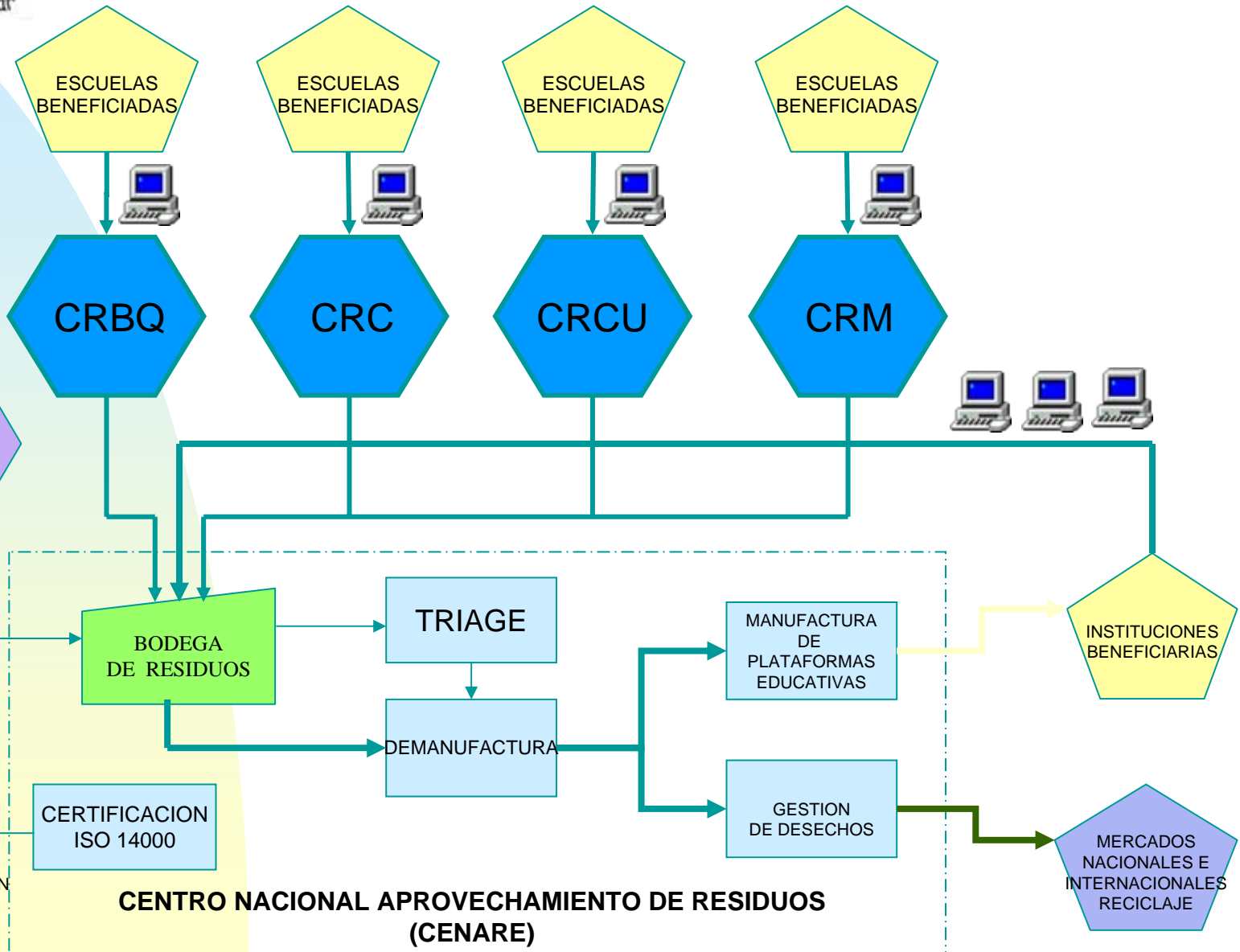
# Desarrollo del Área de Gestión de residuos

- Creación de un Centro Nacional de Aprovechamiento de Residuos (CENARE):
  - ◆ Demanufactura de residuos
  - ◆ Manufactura de plataformas educativas y alistamiento de insumos para la educación tecnológica
  - ◆ Servicios e insumos para los centros de reacondicionamiento
- Gestión de Calidad Ambiental y certificación ISO 14000
  - ◆ Plan de retoma de residuos a escuelas beneficiarias → [IR](#)
  - ◆ Servicios de manejo de residuos electrónicos
    - ☞ Alianzas con el sector privado nacional, internacional y programas mundiales de protección del Medio Ambiente
- Gestión de desechos (corrientes limpias de materiales)
  - ◆ Evitar la inadecuada disposición final
  - ◆ Aprovechamiento económico en el mercado del reciclaje
- Investigación y desarrollo
  - ◆ Desarrollar alternativas de aprovechamiento
  - ◆ Procesos de separación y disposición adecuada de residuos peligrosos





# Plan retoma de equipos



# Conclusiones

- El manejo y aprovechamiento de residuos
  - ◆ Actividad estratégica para CPE
    - ☞ Reducción de costos de almacenamiento
    - ☞ Reducción del impacto ambiental de los residuos peligrosos
    - ☞ Posicionar al programa en un contexto ambiental
    - ☞ Incrementar ostensiblemente las donaciones internacionales
- Modelos extensivos a otros tipos de equipos de la e-waste
  - ☞ Cierre del ciclo de materiales
  - ☞ Apoyo y referencia para la política ambiental del país
- Implementación de ambientes de aprendizaje con Robótica y automática educativa
  - ☞ Cambiar el paradigma educativo
  - ☞ El camino hacia una verdadera apropiación tecnológica y el desarrollo sostenible

# Gracias por su atención

[www.computadoresparaeducar.gov.co](http://www.computadoresparaeducar.gov.co)

