



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD  
DE INGENIERÍA



# TEMA 5.E: RESIDUOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

**Cátedra: Estudio de Impacto ambiental**

**Prof. IRMA MERCANTE**

**Setiembre, 2024**

# INTRODUCCIÓN

- ◉ La industria de la construcción se ha desarrollado hasta hace pocos años en el mundo, y hasta el presente en nuestro país, de manera que el impacto ambiental de la actividad fuera controlado naturalmente.
- ◉ Los impactos ambientales negativos están asociados a la explotación de recursos naturales, los consumos energéticos y la generación de residuos

## DEFINICIÓN DE RESIDUO

- ◉ Cualquier sustancia de la cual su poseedor quiera o tenga la obligación de desprenderse

## RESIDUO SÓLIDO

- ⦿ Residuo es todo elemento, material, objeto o sustancia sólida que, como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, es desechado o abandonado.

# CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

## · SEGÚN SU ORIGEN

- Domésticos
- Agrícolas
- Industriales
- Comerciales
- Otros

## · SEGÚN NATURALEZA

- Inerte
- No especial
- Peligroso o especial

## · CARACTERÍSTICAS PELIGROSAS

- Tóxicos
- Irritantes
- Inflamables
- Explosivos
- Corrosivos
- Mutagénicos
- Otros

## · POSIBILIDADES DE USO

- Reusables
- Reciclables
- Valorizables energéticamente

# EVOLUCIÓN DE LA POLÍTICA DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Dispersión- Dilución



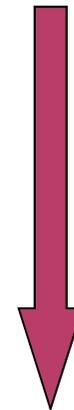
Métodos de final de proceso



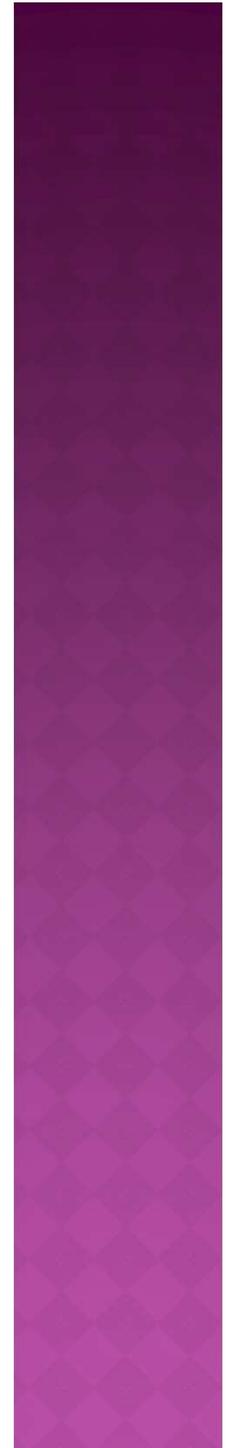
Prevención + Residuos como recursos

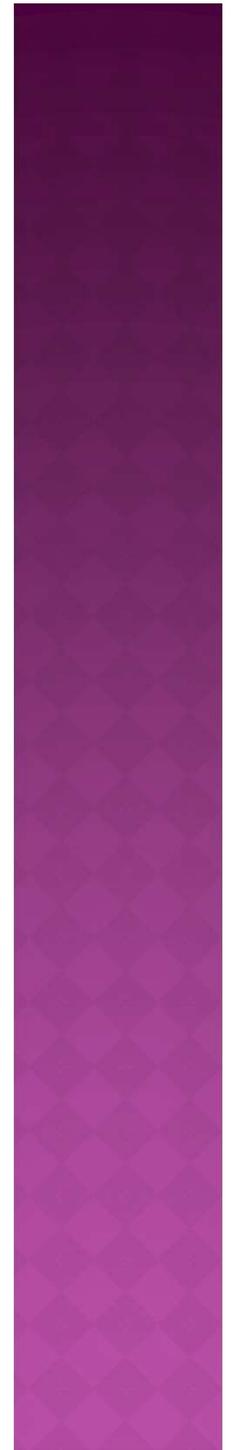
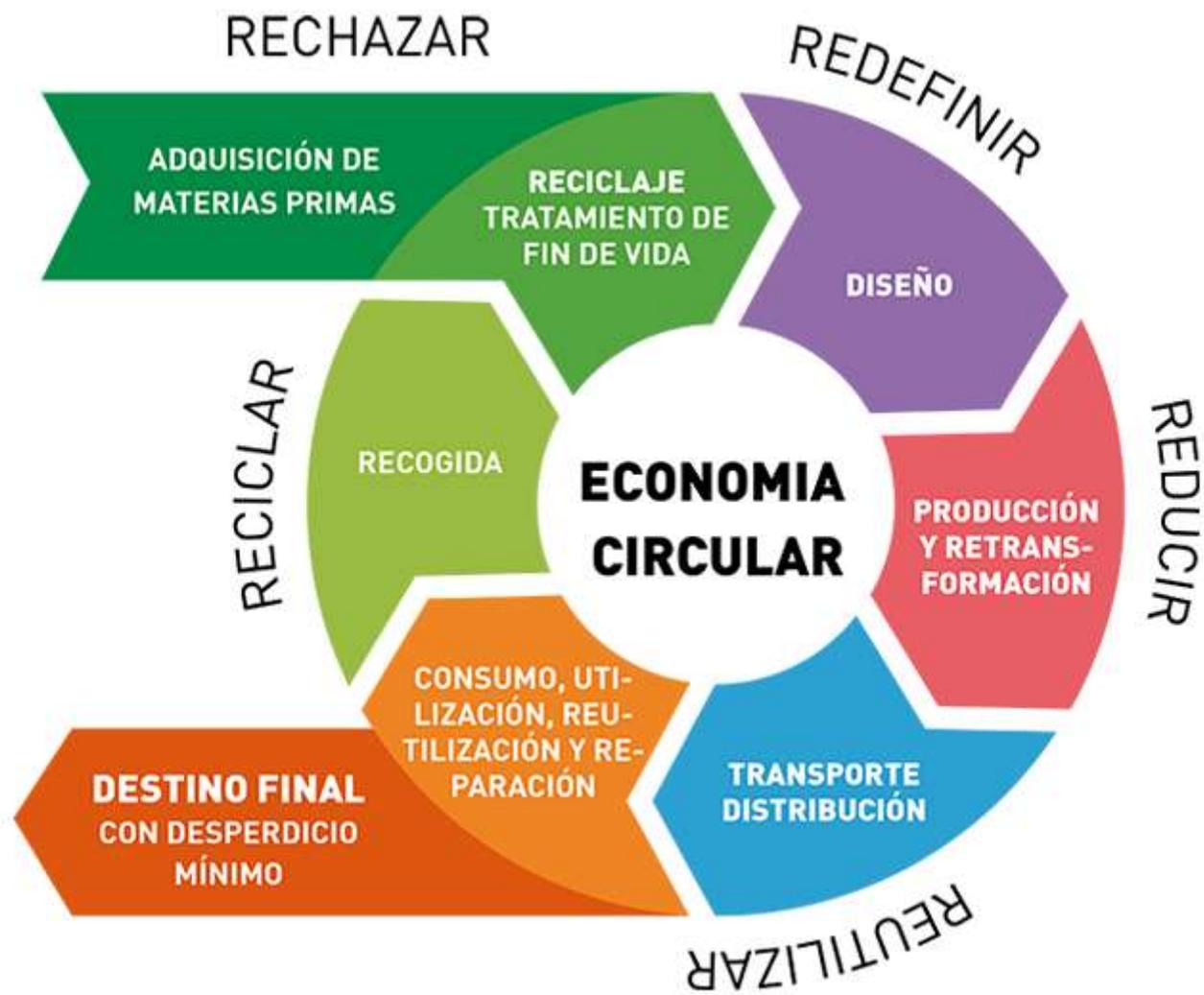


ECONOMÍA CIRCULAR



TIEMPO





# Los RCD

- ◉ La actividad de la construcción, demolición y renovación de estructuras genera unos residuos, que se denominan “Residuos de la Construcción y Demolición”, en adelante RCD.
- ◉ La problemática de los RCD está asociada a su gran peso y volumen, y en consecuencia a la dificultades en el manejo.
- ◉ La gestión de los RCD es realmente desconocida y desordenada en muchos países, entre ellos, Argentina, siendo un hábito común la disposición incontrolada en lugares inapropiados cerca del sitio de generación, o en el mejor de los casos en vertederos municipales sin control.

# RCD: DEFINICIÓN

- ◉ Los residuos de Construcción y Demolición son aquellos que se generan durante la construcción, renovación (ampliación o reparación) y demolición de obras de edificios residenciales o no-residenciales (industriales, comerciales, institucionales), puentes, calles, avenidas, canales de riego y desagüe, diques, puertos, aeropuertos, así como cualquier otra análoga de ingeniería civil.
- ◉ Incluye los generados en instalaciones auxiliares.

# Problemática ambiental urbana

Desde la óptica urbana, es necesario plantear un ordenamiento en la gestión de estos residuos fuera de las obras, sobre todo en la etapa de disposición final.

La falta de control en la gestión ha ocasionado la proliferación de microvertederos, produciendo impactos negativos sobre el ambiente, tales como:

- El deterioro del paisaje
- La contaminación del suelo y el agua
- La eliminación sin aprovechamiento de recursos valorizables
- La disposición al borde de las vías públicas
- La mezcla con otros residuos, tales como urbanos y peligrosos
- La ocupación con residuos inertes de vertederos controlados con altos costos de gestión
- La sepultación de suelos aptos para otros usos

## IMPACTOS AMBIENTALES : GESTION EXTERNA DE RCD: Formación de microvertederos y vertidos incontrolados

Factores afectados	Impacto potencial identificado
Medio Físico	Contaminación agua superficial
	Percolación de lixiviados en agua subterránea
	Contaminación del suelo
	Cambio en la forma del suelo (asociado a drenaje de agua superficial)
	Emisiones de sulfuro al aire
Medio biótico	Alteración de la vida acuática en cuerpos de agua
	Modificación de las condiciones para la flora y fauna
Medio perceptual	Degradación del paisaje
Medio socioeconómico	Devaluación de propiedades
	Costos de limpieza
	Transporte por rutas inadecuadas
	Ocupación de la vía pública (banquinas)

*Fuente: Elaboración propia*



# Problemática ambiental empresarial

Desde el punto de vista empresarial, en la industria de la construcción, se hace necesario establecer estrategias de producción más limpia. Hay razones ambientales, económicas, de seguridad laboral e imagen institucional.

La aplicación de planes de prevención ambiental a los procesos de construcción y demolición de las obras cumpliría con varios objetivos:

- disminuir las corrientes residuales
- incrementar la eficiencia global
- reducir los riesgos sobre las personas y el ambiente
- cumplir con la legislación provincial y nacional

# IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA GESTIÓN INTERNA DE LOS RCD

- ◉ **Amontonamientos de residuos en el perímetro, veredas, calzadas, que producen:**
  - Obstrucción de la vía peatonal
  - Congestión vehicular
  - Emisión de polvos
  - Mayor nivel de ruidos
  - Deterioro visual
  - Movimiento de maquinaria especial para residuos voluminosos
- ◉ **Otros aspectos:**
  - El acopio en el interior depende del espacio disponible
  - Las condiciones de operatividad se ven afectadas
  - Aumentan los riesgos en seguridad laboral

## MARCO LEGAL: EUROPA-CEE

**Directiva 91/156/CEE** : Se entiende por residuo "toda aquella sustancia u objeto que pertenezca a una de las categorías de residuos que se presentan en el Anexo I de la Directiva"

**CER (Catálogo Europeo de Residuos)** 

Clasifica los residuos según un código de seis dígitos: **17 RCD**

CODIGO CER	DESCRIPCIÓN
<b>17 01</b>	<b>Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos</b>
17 01 01	Hormigón
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06
<b>17 02</b>	<b>Madera, vidrio y plástico</b>

**\*Código espejo**

## MARCO LEGAL: ARGENTINA

**No existe legislación específica sobre la clasificación, gestión y vertido de los RCD**

- ◉ Ley Nacional N° 24051, sobre Residuos Peligrosos.1992
- ◉ Ley Nacional N° 25.612 “Presupuestos mínimos de protección ambiental sobre gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicios” . 2002

“Residuos de la construcción y demolición, incluyendo carreteras:  
hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, maderas,  
vidrios, plástico, metales, hierro, acero, cables”

## MENDOZA

### **NIVEL MUNICIPAL**

Se han dictado Ordenanzas específicas respecto a prohibición de vertido de escombros sobre la vía pública y en otros casos sobre algunos terrenos en particular

Algunos municipios con problemas graves de depósitos clandestinos en sistemas de cauces naturales y en el sistema pluvial y aluvional regulado, han legislado recientemente sobre el manejo de RCD. Ej. Godoy Cruz Ord. 5141/04 y Ord. N° 6846/18

En general son medidas parciales y no hay un Plan de RCD a largo plazo.

# ORIGEN Y FUENTE DE GENERACIÓN

## **Residuos resultantes de construcción nueva, de ampliación o reparación (obra menor) y demolición**

*De demolición:* son los materiales y productos de construcción que se originan como resultado de las operaciones de desmontaje, desmantelamiento y derribo de edificios y de instalaciones.

Se incluyen aquí los residuos parciales originados por los trabajos de reparación.

Se originan gran cantidad de residuos pétreos, mampostería, hormigón, entre otros, cantidades que se reducen en relación a los generados durante el periodo de construcción ya que en este caso corresponden sólo a sobrantes.

*De construcción:* son los que se originan en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto nueva como de reparación o ampliación. Su origen es diverso: los que provienen de la propia acción de construir y los que provienen de embalajes de los productos que llegan a la obra. Sus características y cantidad son variadas y dependen de la fase del trabajo y del tipo de obra (residencial, no-residencial, comercial, industrial, institucional). Incluye las instalaciones complementarias.

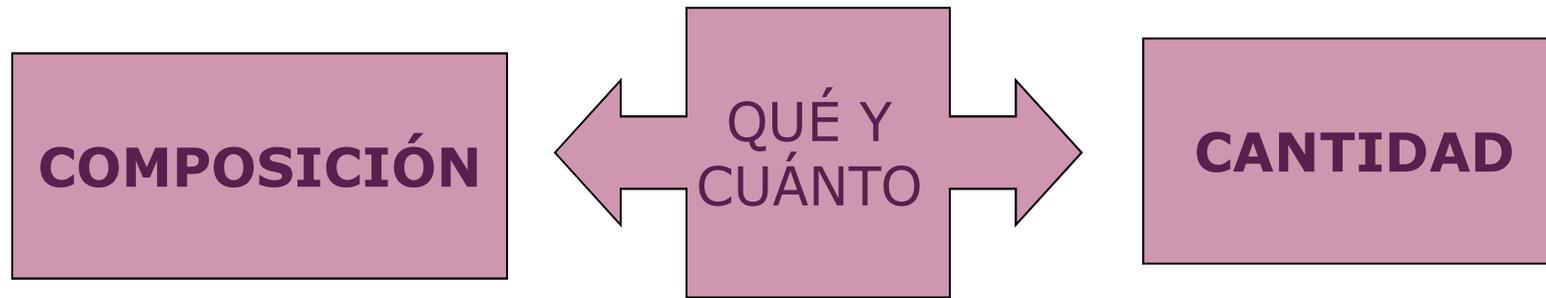
## **Residuos resultantes de obra menor**

Obra menor de construcción o reparación domiciliaria:  
obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.

*Real Decreto 105/2008 España*



# CARACTERIZACIÓN DE RCD



## Por qué caracterizar?

- i. Planificar una gestión eficaz interna o externa
- ii. Evaluar pérdidas en la obra civil
- iii. Valorar las técnicas de reutilización, reciclaje y disposición final
- iv. Identificar impactos al ambiente
- v. Determinar la capacidad de los vertederos o su vida útil

# VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LA COMPOSICION Y CANTIDAD

1. Tipo de obras

Residencial, industrial  
viales, puentes, diques

2. Tipo de actividad

construcción  
renovación  
demolición

3. Ubicación geográfica: rural o urbana, entre países, entre provincias o regiones

4. Prácticas habituales de construcción y demolición

5. Disponibilidad de materiales

6. Técnica constructiva: tradicional de fábrica o prefabricada.

## CANTIDAD

- Hay metodologías para estimar el peso y volumen de los RCD que incluyen:
  - análisis de las tendencias de la población
  - permisos de construcción y demolición
  - tipos de proyectos de construcción y demolición
  - estimaciones en disposición final
  - tendencias en el pasado, presentes y futuras.
- Estos análisis se complementan, verifican y nutren de resultados de muestreos puntuales.
- Unidades: **ton/m<sup>2</sup>**, m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, **tn/día**, tn/percápita/año, ton/año, ton/trabajo

## Valores indicativos de índices de generación

Tipo de construcción	Índices $I_c$ , $I_d$
Obras de edificios nuevos	120,0 kg/m <sup>2</sup>
Obras de rehabilitación	338,7 kg/m <sup>2</sup>
Obras de demolición total	1129,0 kg/m <sup>2</sup>
Obras de demolición parcial	903,0 kg/m <sup>2</sup>

*Fuente: MARM, 2008*

# COMPOSICIÓN



**INERTES**

**75%- 80%**



**NO PELIGROSOS**

**20%- 25%**



**PELIGROSOS**

**< 5%**

# CLASIFICACIÓN RCD SEGÚN SU NATURALEZA

## RESIDUOS INERTES

“Residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables.....”

Vidrios, hormigón, ladrillos, tejas, cerámicos, tierra y piedras.

## RESIDUOS NO PELIGROSOS

No son tóxicos en sí mismos, pero pueden sufrir reacciones en las que se produzcan sustancias tóxicas.

Madera, plásticos, textiles, yeso, metales

## RESIDUOS PELIGROSOS O ESPECIALES

Los que presenten características de peligrosidad de acuerdo a la legislaciónn  
Pinturas y sus envases, amianto, plomo

# COMPOSICIÓN

**Asfaltos:** restos de membranas aislantes, pavimentos, pinturas asfálticas utilizadas como impermeabilizante de superficies.

**Ladrillos:** restos de ladrillos rotos, descartes, losetas cerámicas

**Hormigón simple** (sin acero)

**Teja cerámica**

**Vidrios:** espejos, ventanas, vidrios decorativos.

**Tierra limpia, polvo, suelo.**

**Porcelanas,** incluyendo artefactos de baño.

**Metales ferrosos:** despuntes de hierro, cañería de hierro para electricidad

**Metales no ferrosos:** perfiles de bronce, cables de cobre, tubos galvanizados; aluminio, acero.

**Maderas:** restos de encofrados, restos de pisos entablonados, machimbres, restos de vigas; marcos, puertas.

**Plásticos:** cañerías, envoltorios, guardacantos, envases, laminas de polietileno, pisos de vinílico.

**Techados:** aislantes (poli estireno expandido, lana de vidrio, membranas), tejas cerámicas.

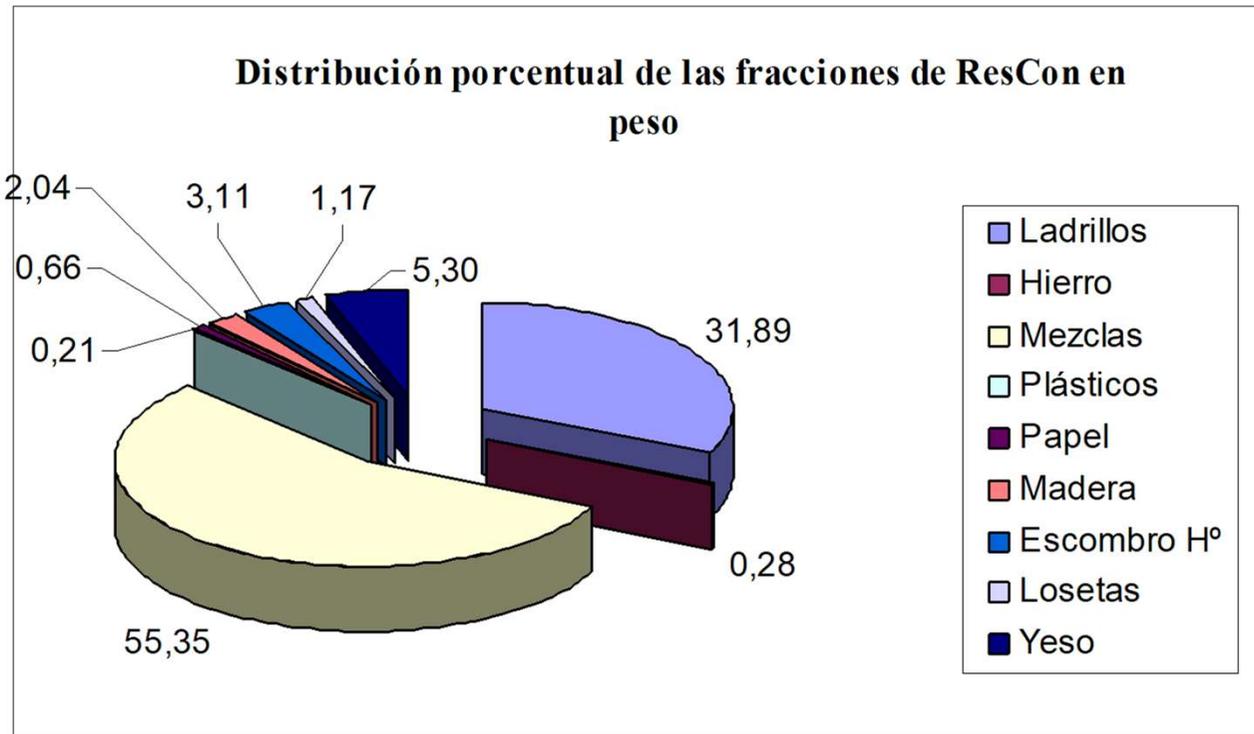
**Revestimientos:** cerámicos, calcáreos.

**Papel:** cartón corrugado, envoltorios.

**Restos de hormigón, mezclas de cemento y cal.**

**Residuos especiales:** Excedentes de materiales usados en construcción: pinturas y envases, adhesivos; CFC de los equipos de aire; PCB de transformadores; Amianto; entre otros.

# ESTUDIO DE CASO



**Tabla 2. Distribución porcentual de las fracciones de ResCon por categoría en peso**

	Cantidad (kg)	%
Ladrillos	10628	31,89
Hierro	95	0,28
Mezclas	18445	55,35
Plásticos	69	0,21
Papel	220	0,66
Madera	680	2,04
Escombros Hº	1035	3,11
Losetas	389	1,17
Yeso	1765	5,30
	33324	100,00

**INERTES :**  
**91,52%**  
 (Mezclas+ Ladrillos+  
 Escombros + Losetas)

# LA FRACCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS EN LOS RCD

- Se generan en distintas cantidades según las obras
- En demolición dependen de la edad de las construcciones
  - Excedentes de materiales usados en construcción: pinturas y envases, adhesivos.
  - CFC de los equipos de aire
  - PCB de transformadores
  - Aceites residuales, grasas y fluidos.
  - Puntuales: baterías, tubos fluorescentes, luminarias de mercurio.
  - Constituyentes inseparables: madera tratada, formaldehído de las alfombras.

# MATERIALES PELIGROSOS EN LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN

## ELEMENTOS CON MERCURIO:

- ◉ *Bulbos de luces fluorescentes* tales como las circulares y lámparas fluorescentes compactas.
- ◉ *Lámparas de descarga de alta intensidad HID.* Se encuentran en aplicaciones de iluminación y seguridad fuera de las casas.
- ◉ *Termostatos e interruptores de pared* que usan mercurio como un mecanismo interruptor.
- ◉ *Balastos de iluminación,* compuestos de lámparas con bulbo fluorescente y lámparas HID. Estos ítems pueden contener PCBs tanto como otros tóxicos químicos tales como bis(2-ethylhexyl)ester di(2-ethylhexyl)phthalate

## BATERÍAS

- ◉ *Usadas en* luces de emergencia, señales de salida, sistemas de seguridad y alarmas. Estas pueden contener plomo y cadmio.

CFC DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO. Afectan la capa de ozono.

OTROS OBJETOS DE PLOMO, tales como tuberías y pinturas superficiales de plomo.

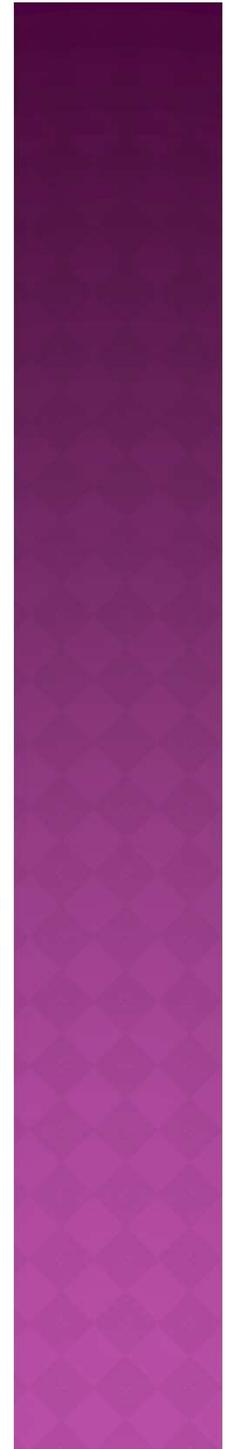
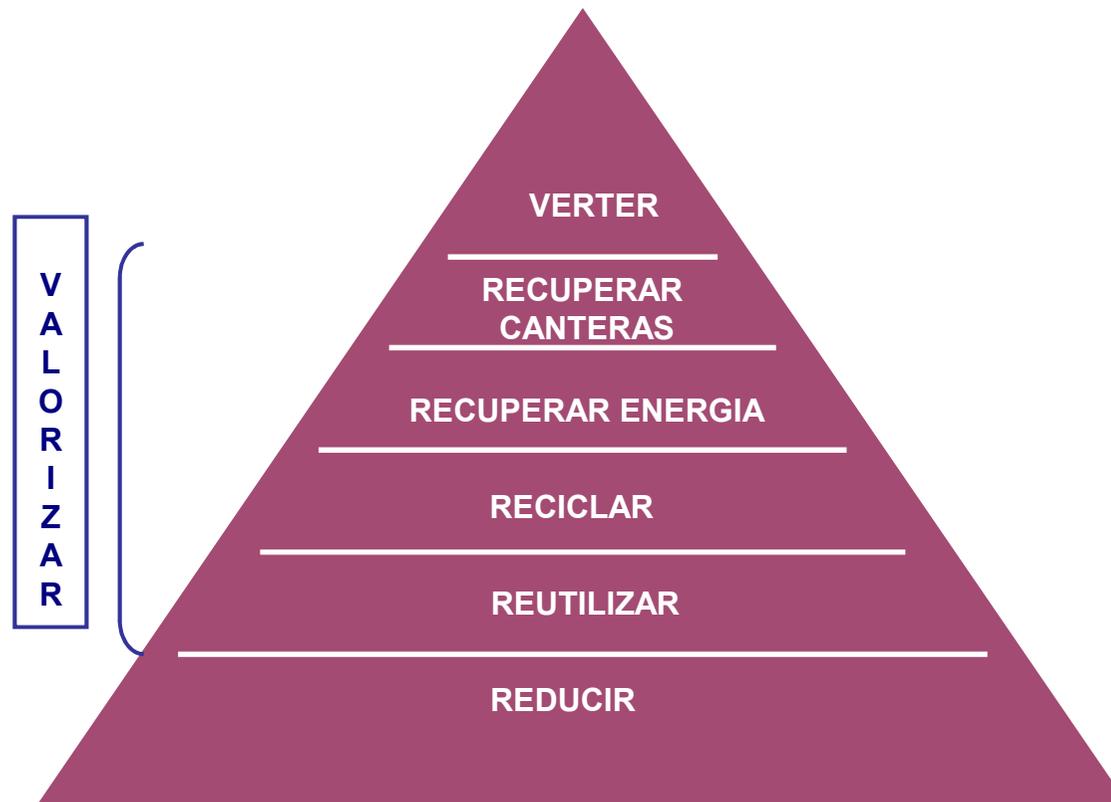
MATERIALES CON ASBESTO, riesgosos para la salud humana por inhalación.

## QUE ES LA GESTIÓN DE RESIDUOS???

- Es el manejo y control de los mismos en las distintas etapas del ciclo de vida del flujo de los residuos: recogida, transporte, tratamiento y disposición final.



# ALTERNATIVAS DE GESTIÓN JERARQUÍA



# REDUCIR

ACCIÓN DE PREVENCIÓN QUE CONSISTE EN MINIMIZAR LA  
GENERACIÓN DE RCD

- ◉ Reducción en la fuente: dos aspectos
  - Cuantitativo:** Menor cantidad de residuos a tratar
  - Cualitativo:** Menor proporción de materiales residuales especiales
- ◉ Se debe comenzar por el **proyecto mismo**: mejora en el diseño y elección de materiales
- ◉ Uso de **tecnologías** alternativas. Dificultades
- ◉ Ventajas de la reducción: – disminución de los gastos de gestión : recogida, transporte, tratamiento y disposición final.  
– ahorro en materia prima

*“El residuo mejor gestionado es el que no se genera”*

# VALORIZAR:

ACTIVIDAD QUE CONSISTE EN EL APROVECHAMIENTO MATERIAL O ENERGÉTICO DE UN MATERIAL RESIDUAL

## ◉ **Aspectos económicos**

- La disponibilidad o escasez de la materia prima condiciona la valorización
- El producto secundario obtenido con la valorización debe ser competitivo respecto al original en precio y calidad
- La existencia de vertederos controlados favorece la valorización

## ◉ **Aspectos ambientales**

- Ahorro de materia prima
- Menor cantidad de residuos



## REUTILIZAR

Es una actividad que involucra la re-aplicación de un material de modo que mantiene su forma e identidad original → uso posterior

- Hay residuos reutilizables procedentes de los materiales y otros de los materiales auxiliares
- Embalajes y silos
- Reuso en demolición

## RECICLAR

Operación que incorpora a los residuos en un proceso en el que el material residual requerirá ser tratado, y luego sometido a un proceso de elaboración junto con otros insumos → proceso posterior

El **reciclaje potencial** de materiales componentes de los RCD **permite diferenciar:**

- El abundante volumen de la **fracción mineral** susceptible de ser tratada para la producción de **áridos reciclados**.
- **Fracciones menores** de residuos, con especial atención a **plásticos, vidrio, metales y madera**.

## RECUPERAR ENERGÍA

Consiste en la recuperación o valorización energética de los residuos, a la vez que se elimina o reduce su toxicidad

Inconvenientes: emisiones tóxicas o contaminantes al aire

## RECUPERAR MATERIA

Consiste en la utilización de residuos para la restauración de áreas degradadas

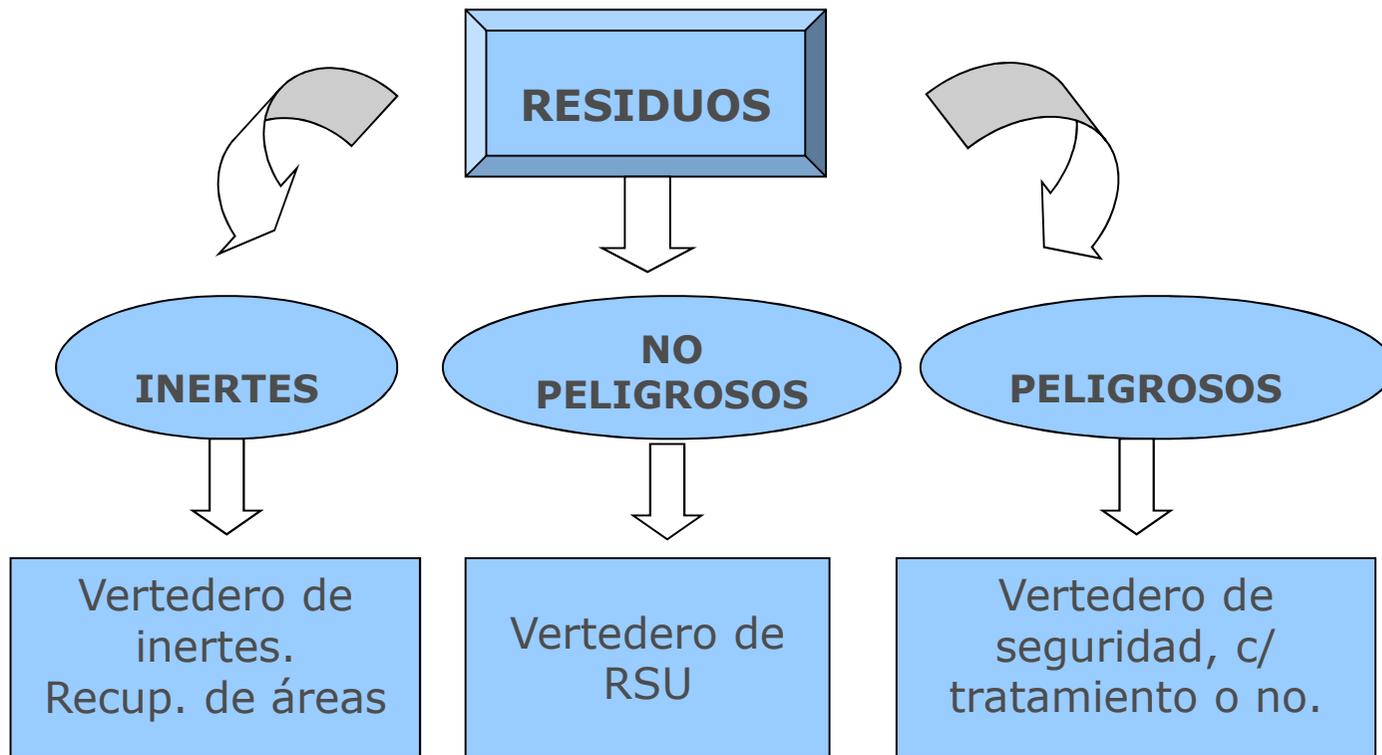
Los materiales ideales son los RCD mezclados que no tienen residuos peligrosos.



## VALORIZACIÓN

<b>Tierra limpia</b>	Reutilizar en la recuperación de paisajes y jardines
<b>Ladrillos</b>	Reciclado: Ladrillos rotos pueden ser triturados y utilizados como agregado
<b>Madera</b>	Molido y utilizado p/ compost Combustible Nuevos proyectos de construcción Conglomerado
<b>Asfalto</b>	P/ producción de asfalto nuevo P/ agregado
<b>Plásticos</b>	Reciclaje si están limpios
<b>Hormigón</b>	Triturado y usado: como agregado en hormigón P/ base de caminos P/ material de relleno
<b>Cartón y papel</b>	Introducido al proceso como materia prima (reciclado )
<b>Metales</b>	Introducido al proceso como materia prima (reciclado )

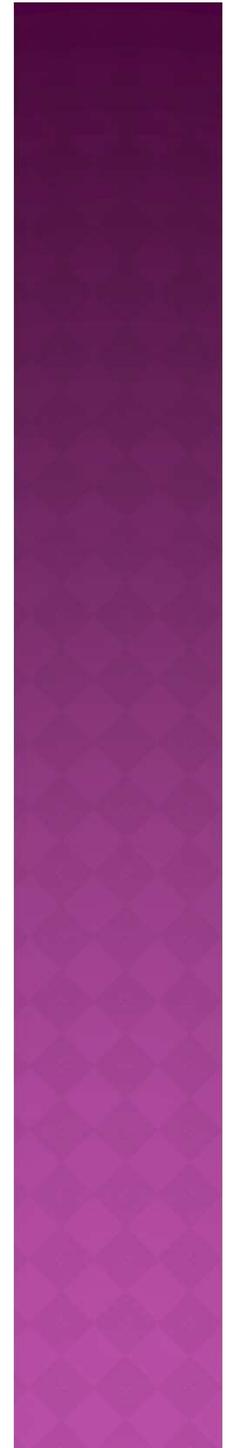
## DISPONER EN VERTEDERO CONTROLADO



# GESTIÓN DE RCD - MENDOZA

- ◉ Las etapas por las que pasa el flujo de residuos podrían resumirse en las siguientes:
  - Recogida
  - Transporte
  - Disposición final
- ◉ La recuperación de RCD es una actividad más usual en la demolición que en la construcción propiamente dicha.
- ◉ El reciclaje se practica de manera informal, condicionado por la comercialización de los materiales recuperados, siendo el mercado para ello muy limitado o inexistente.
- ◉ El sistema de transporte utilizado en la disposición de los RCD es independiente del sistema de recolección de residuos domiciliarios y en condición de actividad privada.

# VERTIDO INCONTROLADO EN PROPIEDAD PARTICULAR



## TECNOLOGÍAS DE GESTIÓN INSTALACIONES DE PROCESAMIENTO FIJAS O MÓVILES S/ PRODUCCIÓN

Dado que los RCD tienen un alto índice de materiales recuperables y reciclables es posible procesarlos en plantas de clasificación y tratamiento, cuyo objetivo principal es la desviación de dichos materiales que de otro modo irían al vertedero.

Para que una central de clasificación y tratamiento sea rentable, es imprescindible conseguir un producto útil y disponer de las salidas adecuadas para los materiales recuperados.

Los mercados potenciales para la venta de materiales de producto reciclado pueden ser:

- Bases y sub-bases para carreteras, urbanizaciones, y parques industriales.
- Áridos o residuos de ladrillos para drenajes y rellenos de zanjas.
- Áridos o residuos de ladrillos para bases de patios y azoteas.
- Áridos para hormigones secundarios.



## **Planta de reciclaje de escombros en Burgos, España**

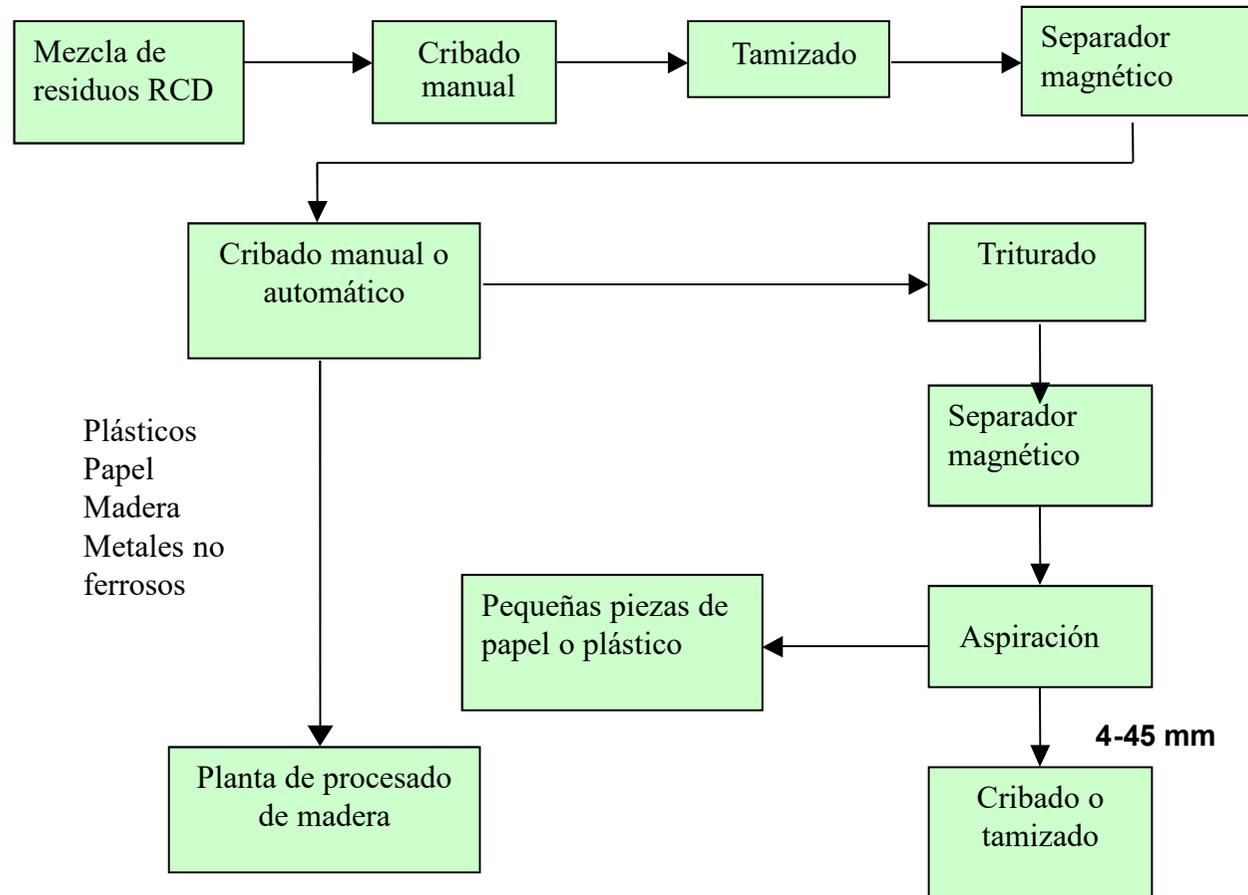
*Fuente: Revista Residuos, N° 90*





·Planta en Belo Horizonte (Brasil) AIDIS 2008

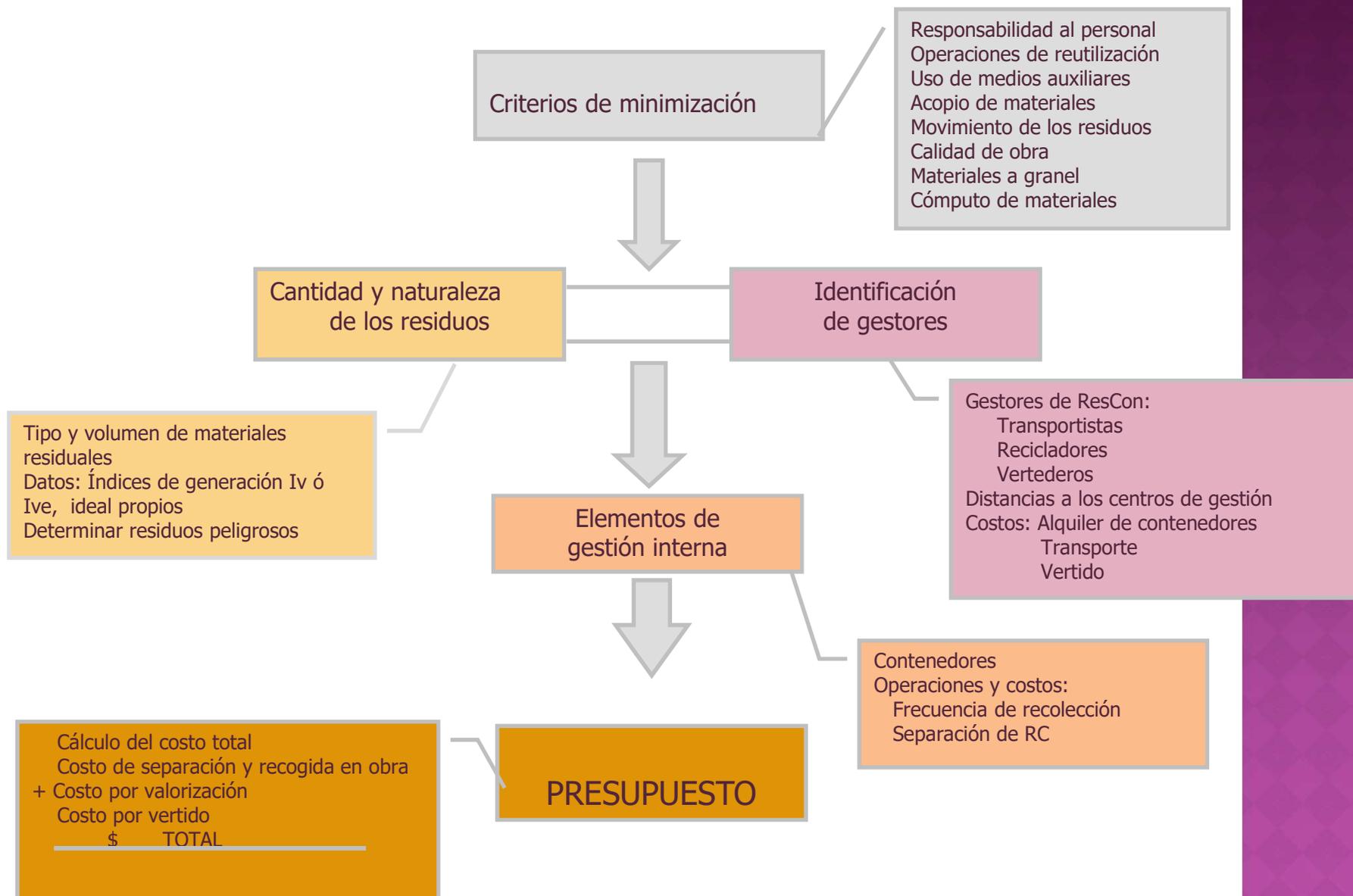
## Proceso de gestión de los residuos inertes de Construcción y Demolición (mezclados s/ peligrosos)



# QUÉ PODEMOS HACER EN LAS OBRAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL?



# PLAN DE GESTIÓN EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN



## APLICAR CRITERIOS DE MINIMIZACIÓN (1)

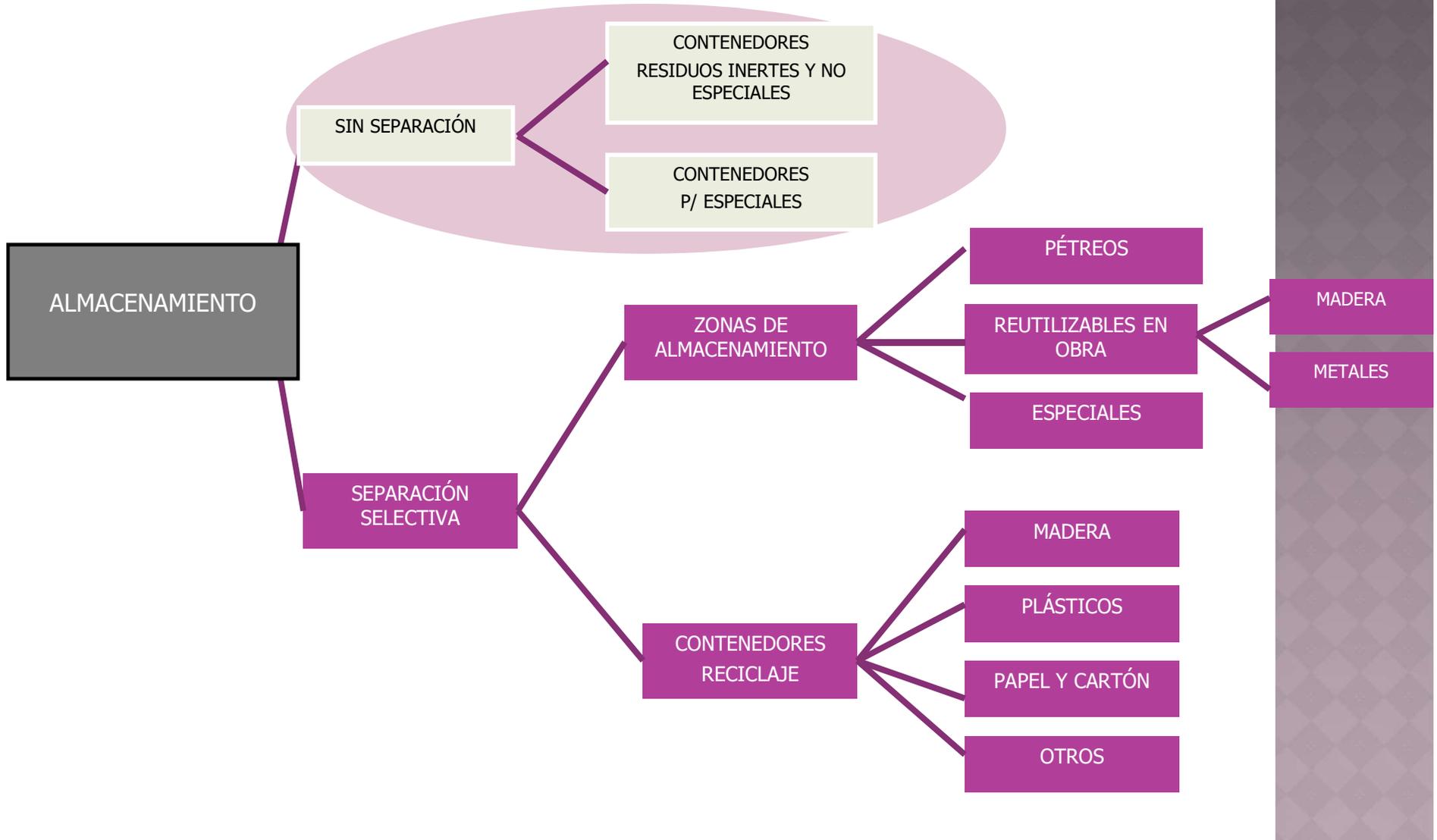
- ◉ Proyectar las dimensiones de los locales de forma modular acorde a los materiales que se utilizarán
- ◉ Fomentar mediante reuniones informativas periódicas con el personal de la obra el interés por reducir los recursos utilizados y el volumen de los residuos generados.
- ◉ Controlar la calidad de los materiales empleados.
- ◉ Utilizar en lo posible materiales a granel y con la menor cantidad de embalajes. Manejarlos con cuidado a fin de evitar roturas, especialmente en cerámicos y ladrillos.
- ◉ Supervisar el movimiento de los residuos, de forma que no queden restos incontrolados.
- ◉ Aplicar en la obra las operaciones de reutilización que se hubieren previsto en fase de proyecto.

## APLICAR CRITERIOS DE MINIMIZACIÓN (2)

- ◉ Incrementar, en lo posible, el número de veces que se utilizan los medios auxiliares, tales como encofrados y moldes.
- ◉ Realizar cálculos de materiales ajustados al proyecto
- ◉ Controlar la ejecución de la obra según planos y proyecto, evitando errores en la misma.
- ◉ Coordinar las distintas etapas de obra con los especializados en instalaciones sanitarias y eléctricas a fin de evitar roturas.
- ◉ Establecer una zona protegida de acopio de materiales, a resguardo de acciones que puedan inutilizarlos, tanto mecánicas como meteorológicas.

# SEGREGAR RCD EN OBRAS

MINIMO!!



## SITIOS DE ALMACENAMIENTO DE RP: CRITERIOS DE DISEÑO

- Acceso limitado
- Localización adecuada dentro de la planta
- El piso debe ser impermeable a los derrames y con pendiente hacia algún sumidero
- Los contenedores deben ser resistentes y acordes a la normativa
- Debe contarse con una superficie que permita almacenar residuos en caso de problemas con el tratamiento
- Debe existir un plan ante fugas e incendio en la zona de almacenamiento.

## RECOGIDA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS

### *\*PARA MEJORAR LA MANIPULACIÓN DE LOS RESIDUOS:*

- almacenar los residuos de la misma naturaleza en el mismo contenedor.
- designar las zonas donde se almacenarán los residuos mediante un plano de la obra con un esquema de distribución de los espacios de almacenamiento y del recorrido de la maquinaria.
- identificar claramente los contenedores.

### *\*SOBRE EL TRANSPORTE INTERNO Y EXTERNO DE LOS RCD:*

- los elementos de almacenamiento deben estar cerca de los accesos.
- los contenedores deben salir de la obra cubiertos, pues pueden originar accidentes durante el transporte, producirse vertidos y molestias de polvos.
- el transporte debe ser realizado por gestores autorizados