

# Curso de Posgrado: Uso sustentable de residuos sólidos y geomateriales



**Prof. Irma Mercante, Dra. Ing.**

12 de marzo, 2024

## Unidad 3

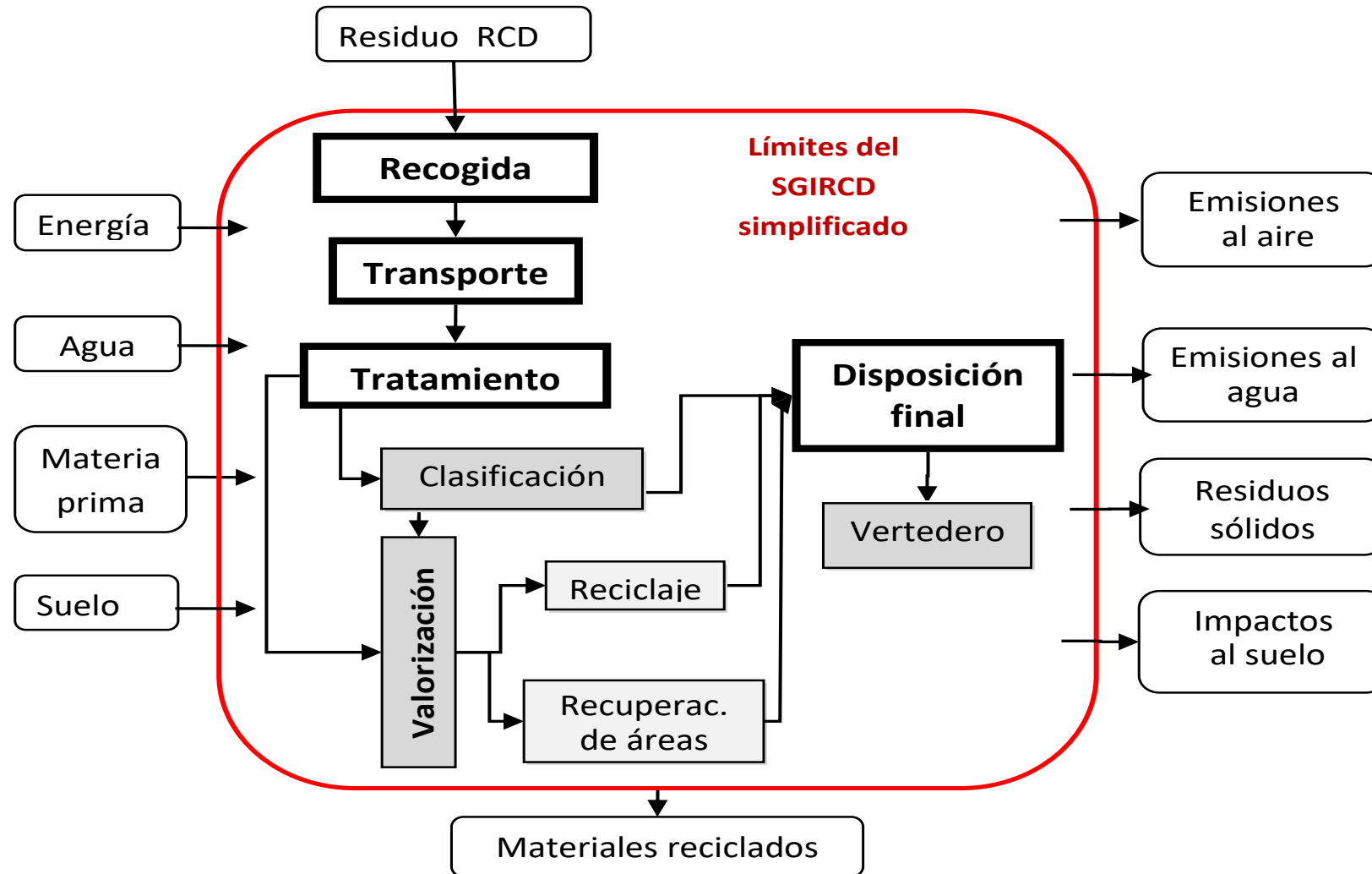
a) Tecnologías de reciclaje de los RCD. Maquinarias y equipos. Etapas del proceso de reciclado (generación, tratamiento, transporte y venta).

b) Plantas fijas y móviles. Casos nacionales y/o internacionales del tratamiento de RCD.

c) Productos y Mercado de los RCD reciclables.  
Aspectos legales.

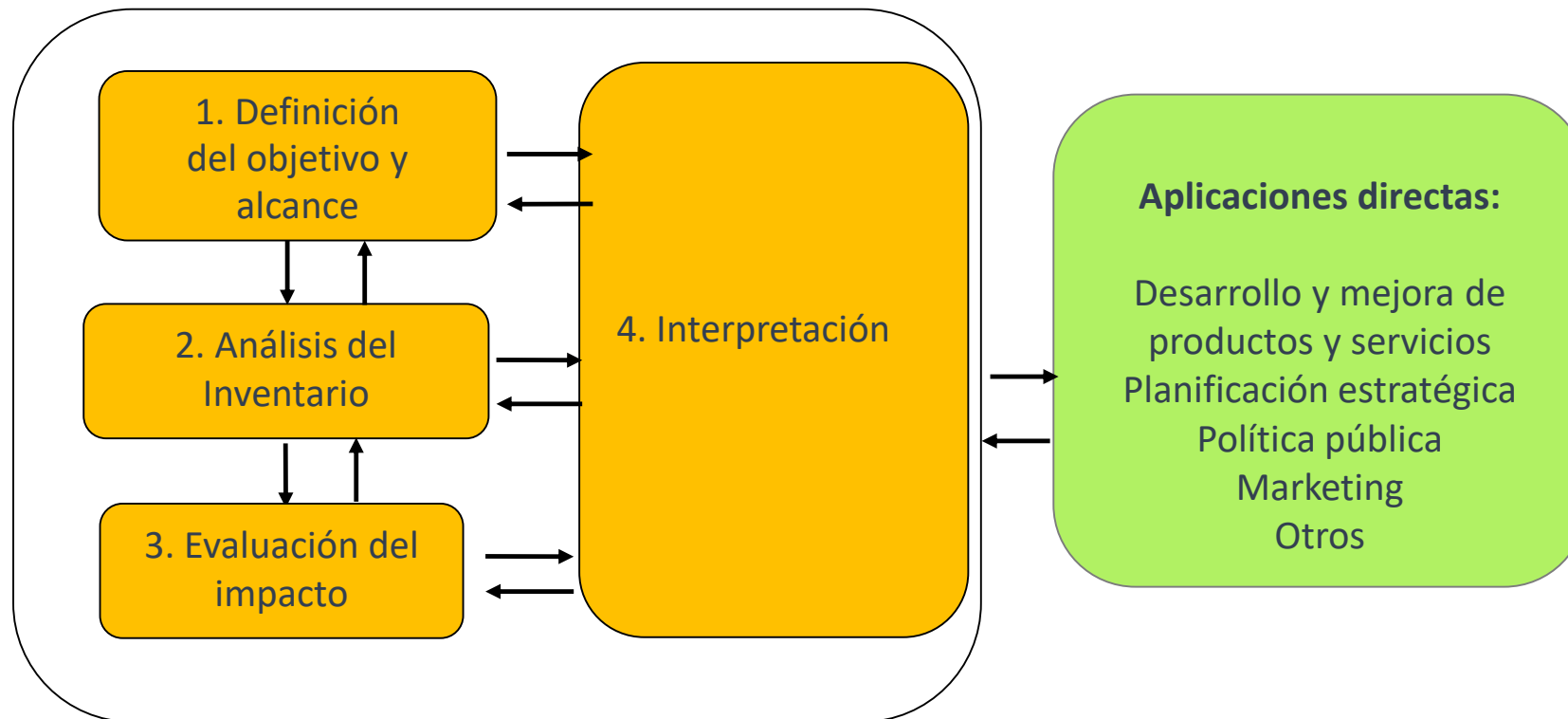
d) Estudios de caso Unidad 2 y Unidad 3.

## Ciclo de vida del sistema de gestión de RCD



# Metodología ACV

## Etapas según ISO 14040 y 14044- 2006

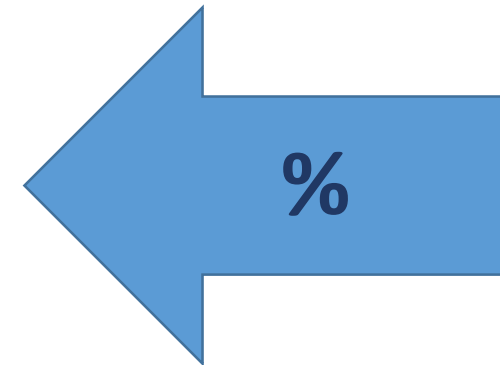




## Entrada de residuos: datos de generación

El primer paso para realizar el análisis de ciclo de vida de la gestión de los residuos de construcción y demolición es definir la **composición** de los RCD a gestionar.

Tipo	Fracción	Nomenclatura
<b>Inertes (IN)</b>	Inerte mezclado	<b>IM</b>
	Hormigón	<b>IH</b>
	Asfalto	<b>CA</b>
	Vidrio	<b>VD</b>
<b>No especiales (N-Es)</b>	Madera	<b>MD</b>
	Cartón-Papel	<b>CP</b>
	Plásticos	<b>PL</b>
	Metales	<b>MT</b>
	Yeso	<b>YS</b>
<b>Rechazo</b>	Varias	<b>Re</b>
<b>Mixtos</b>	<b>Todas</b>	<b>Total</b>



## Fase 1 del ACV . Definición de objetivo y alcance

### ✚ OBJETIVO

Evaluar la carga ambiental de sistemas de gestión de RCD

### ✚ UNIDAD FUNCIONAL

**1 tn de RCD**

### ✚ ALCANCE: límites del sistema

Delimitación de un área de generación de RCD determinada y periodo de tiempo considerado

Etapas del proceso que se consideran

Tipos de residuos a incluir en el estudio

Tipo de tecnologías

Fuente de datos (primaria, secundaria)

## Sub-sistema: Recogida

### *Objetivo*

El objetivo es identificar y evaluar las cargas ambientales que se vinculan con la etapa de Recogida.

### *Alcance y límites del subsistema*

Las cargas ambientales vienen dadas por el consumo de materiales y recursos energéticos por la producción y uso de contenedores.

### *Unidad Funcional*

La unidad funcional es **la recogida de 1t de RCD** con la composición que corresponda



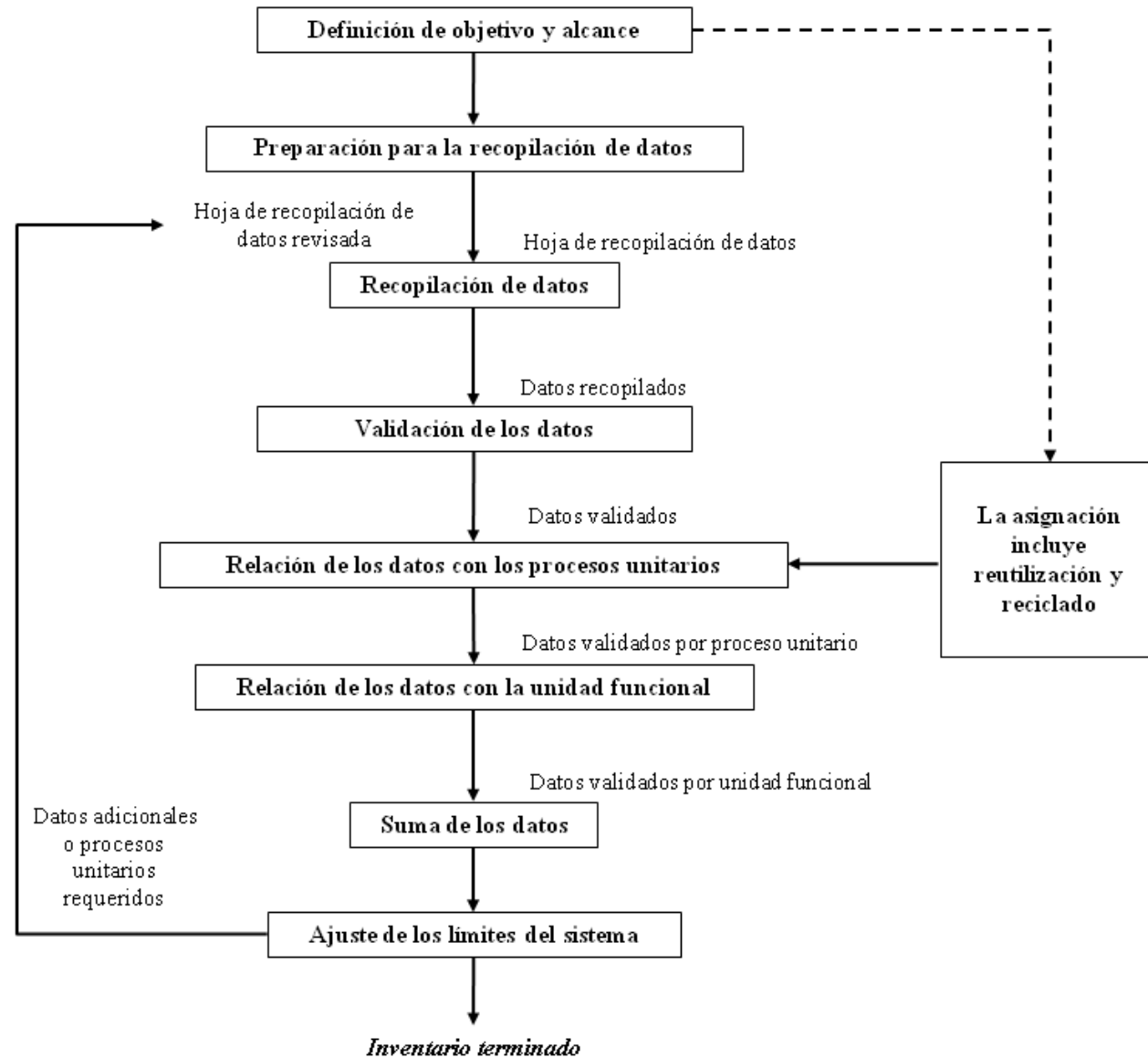


## Fase 2 del ACV. Análisis del inventario de ciclo de vida (ICV)



Es una lista cuantificada de todos los **flujos entrantes y salientes del sistema** durante todo el ciclo de vida, los cuales son extraídos del ambiente natural o bien emitidos en él, calculando los requerimientos energéticos y materiales del sistema, así como las emisiones producidas

# Elaboración del inventario



## Para todas las etapas: Datos del inventario

### • Bases comerciales

- Buwal / Suiza
- Idemat/ Holanda
- Ecoinvent/ Suiza
- Boustead/ Reino Unido
- Franklin/ EE. UU.

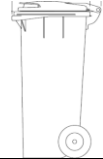
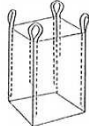



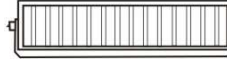
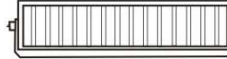
### • Datos de campo:

- Comunicaciones personales
- Medidas directas
- Documentos publicados

**El proceso de recopilación de datos es el que más recursos consume dentro del ACV y es la etapa más crítica**

**Los datos de ICV se obtienen de forma mixta por combinación de datos primarios y secundarios.**

## ICV Recogida : Datos de entrada contenedores de RCD

Tipo de contenedor	Capacidad $V_c$ (m <sup>3</sup> )	Material-Proceso	Peso (kg)	Número de usos (n)
Plástico <sup>a</sup> 	0,09	Polietileno alta densidad-Inyección	9,00	100
Saco de rafia <sup>b,e</sup> 	1	Fibras de polipropileno-Extrusión	1,12	4
Metálico 1 <sup>c,d,f</sup> 	3	Placa de acero ST 37 Laminado Soldado <sup>g</sup>	300,00	5000
Metálico 2 <sup>c,d,f</sup> 	5		650,00	5000
Metálico 3 <sup>c</sup> 	8		800,00	5000
Metálico 4 <sup>c</sup> 	20		1000,00	5000
Metálico 5 <sup>c</sup> 	30		1200,00	5000

<sup>a</sup>Catálogo Contener (España)

<sup>b</sup>Agromarc, comunicación vía e-mail (Buenos Aires, Argentina)

<sup>c</sup>Grupo Ravi, entrevista personal (Castellón, España)

<sup>d</sup>Lucio Agnic, entrevista personal y vía e-mail (Mendoza, Argentina)

<sup>e</sup>Cubas Llopiz, contacto telefónico (Sevilla, España)

<sup>f</sup>Empresa Palumbo, entrevista personal (Mendoza, Argentina)

<sup>g</sup>Jimeca S. L., contacto telefónico (Sevilla, España)

## Cálculo de contenedores referidos a cada fracción residual j, para 1 ton. de residuo j

$$N_{i,j} \left( \frac{N^{\circ} \text{ de cont.}}{t} \right) = \frac{1}{\delta_j \left( \frac{t}{m^3} \right) * V_i (m^3) * n_i}$$

Fracción de RCD	Densidad aparente (t/m <sup>3</sup> )	Cantidad de contenedores N (N° de cont./t)					
		Cont. Plástico	Saco de Rafia	Contenedor Metálico 1	Contenedor Metálico 2	Contenedor Metálico 3	Contenedor Metálico 4
Cartón/papel	0,070	1,587	-----	-----	5,714 E-04	-----	1,429 E-04
madera	0,200	0,556	-----	-----	2,000 E-04	-----	5,000 E-05
metales	0,330	0,337	-----	-----	1,212 E-04	-----	3,030 E-05
plásticos	0,060	1,852	-----	-----	6,667 E-04	-----	1,667 E-04
vidrio	0,400	0,278	-----	1,667 E-04	2,667 E-05	-----	-----
yeso	0,637	0,174	0,392	1,047E-04	6,279 E-05	3,920E-05	-----
inerte mezclado	1,200	-----	0,208	5,556 E-05	3,333 E-05	2,083 E-05	-----
hormigón	1,500	-----	-----	4,444 E-05	2,667 E-05	1,667 E-05	-----
asfalto	1,500	-----	-----	-----	2,670E-05	1,67E-05	-----
total	1,000	-----	0,255	6,667 E-05	4,000 E-05	2,500 E-05	-----
rechazo	0,500	0,222	-----	1,333 E-04	3,809 E-05	2,381 E-05	-----

## ICV de datos de salida por contenedor

Se modelan los datos de entrada y se obtiene el ICV de salida por contenedor



Inventario de consumo de recursos y emisiones/contenedor							
Recursos		Emisiones al aire		Emisiones al agua		Residuos sólidos	
Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad

## Fase 3 del ACV .Evaluación de impactos del ciclo de vida (EICV)

### Sub-etapas Obligatorias

*3.1 Selección de categorías de impacto*

*3.2 Clasificación de los datos de ICV según categorías*

*3.3 Caracterización:* contribución de cada contaminante a las categorías.

## Resultados del inventario de ciclo de vida

Se obtiene la **cuantificación de las entradas** de materiales y energía del ambiente; y de las **salidas** al ambiente, diferenciando entre emisiones atmosféricas, vertidos al agua y suelos, residuos sólidos y otros aspectos ambientales (ruido, radiactividad, etc.), para el sistema en su conjunto y/o para cada proceso unitario que lo compone.



# Resultados del ICV

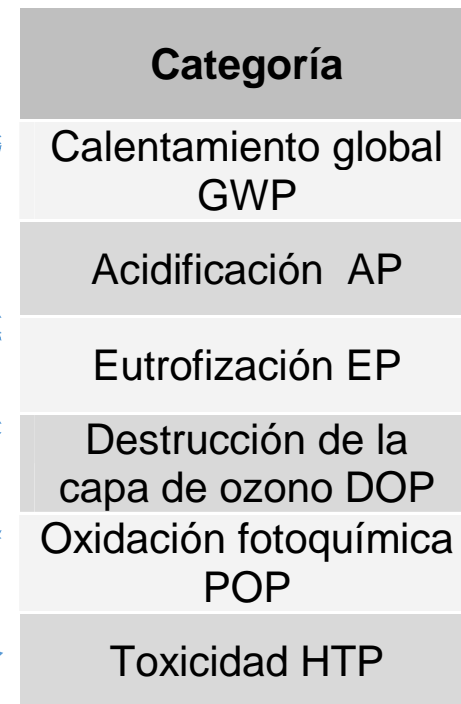
## Ejemplo:

- Entrada: 0,5 kg gas oil
- Salida: Ejemplo: Emisiones de la combustión de 0,5 kg de gas oil

<b>Emissions to air</b>			
Carbon dioxide, fossil		0,69233	kg
Sulfur dioxide		0,000021898	kg
Cadmium		2,4058E-09	kg
Copper		7,6343E-07	kg
Chromium		1,6749E-08	kg
Nickel		2,0313E-08	kg
Zinc		6,1448E-07	kg
Lead		2,826E-08	kg
Selenium		2,1898E-09	kg
Mercury		4,3795E-12	kg
Chromium VI		2,1898E-11	kg
Carbon monoxide, fossil		0,0014421	kg
Nitrogen oxides		0,0068832	kg
Particulates, < 2.5 um		0,00020828	kg
Particulates, > 10 um		0,00005664	kg
Particulates, > 2.5 um, and < 10um		0,000061589	kg
NM VOC, non-methane volatile organic c		0,00031913	kg
Methane, fossil		9,6036E-06	kg
Benzene		1,2805E-06	kg
Toluene		6,6825E-06	kg
Xylene		3,2012E-06	kg
Formaldehyde		0,000032806	kg
Acetaldehyde		0,000017848	kg
Ammonia		0,000005	kg
Dinitrogen monoxide		8,8345E-06	kg
PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons		0,000000001	kg
Heat, waste		9,8759	MJ
<b>Emissions to water</b>			
Zinc, ion		5,0189E-06	kg
Copper, ion		1,1893E-07	kg
Cadmium, ion		1,7771E-09	kg
Chromium, ion		8,4754E-09	kg
Nickel, ion		2,2966E-08	kg
Lead		7,3135E-08	kg
<b>Emissions to soil</b>			
Zinc		5,0189E-06	kg
Copper		1,1893E-07	kg
Cadmium		1,7771E-09	kg
Chromium		8,4754E-09	kg
Nickel		2,2966E-08	kg
Lead		7,3135E-08	kg

### 3.2 Clasificación de emisiones según categorías. Ejemplo ilustrativo

Carbon dioxide, fossil	0,69233	kg
Sulfur dioxide	0,000021898	kg
Nickel	2,0313E-08	kg
Zinc	6,1448E-07	kg
Lead	2,826E-08	kg
Selenium	2,1898E-09	kg
Mercury	4,3795E-12	kg
Chromium VI	2,1898E-11	kg
Carbon monoxide, fossil	0,0014421	kg
Nitrogen oxides	0,0068832	kg
Particulates, < 2.5 um	0,00020828	kg
Particulates, > 10 um	0,00005664	kg
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	0,000061589	kg
NMVOC, non-methane volatile organic c	0,00031913	kg
Methane, fossil	9,6036E-06	kg
Benzene	1,2805E-06	kg
Toluene	6,6825E-06	kg
Xylene	3,2012E-06	kg
Formaldehyde	0,000032806	kg
<b>Emissions to water</b>		
Zinc, ion	5,0189E-06	kg
Copper, ion	1,1893E-07	kg
Cadmium, ion	1,7771E-09	kg
Chromium, ion	8,4754E-09	kg
Nickel, ion	2,2966E-08	kg
Lead	7,3135E-08	kg
<b>Emissions to soil</b>		
Zinc	5,0189E-06	kg
Copper	1,1893E-07	kg
Cadmium	1,7771E-09	kg
Chromium	8,4754E-09	kg
Nickel	2,2966E-08	kg
Lead	7,3135E-08	kg



### 3.3 Caracterización. Ej. Indicador CG

SUSTANCIA	FACTOR DE CARACTERIZACION
Dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	1
Metano CH <sub>4</sub>	24
Halon 1301 CF <sub>3</sub> Br	6900
Oxido de Nitrógeno N <sub>2</sub> O	360
Tetrafluoruro de carbono CF <sub>4</sub>	5700

$$CCI = \sum_1 GWP_i \times m_i$$

CCI: Indicador de calentamiento global [kg eq. CO<sub>2</sub>]  
m<sub>i</sub> : cantidad de emisión de la sustancia

## 3.1 Categorías de Impacto más utilizadas

<b>Categoría</b>	<b>Unidad</b>	<b>Alcance espacial</b>
Calentamiento global GWP	g CO <sub>2</sub>	Global
Acidificación AP	g SO <sub>2</sub>	Regional
Eutrofización EP	g NO <sub>3</sub>	Regional y local
Destrucción de la capa de ozono DOP	g CFC-11	Global
Oxidación fotoquímica POP	g de ethene	Regional y local
Toxicidad HTP	g 1,4 dicloro-benceno	Local y global
Uso del suelo	ha-año	Regional y local

## EICV: Indicador para una ton. de fracción residual j

$$Ind. C_{it} = Ind. C_i \times N_{i,j}$$

*Ind. C<sub>it</sub>*: Indicador de categoría de impacto del contenedor C<sub>i</sub> referido a 1 t de RCD

*Ind. C<sub>i</sub>*: Indicador de categoría de impacto para el contenedor C<sub>i</sub>

*N<sub>ij</sub>*: Cantidad de contenedores C<sub>i</sub> necesarios para cada fracción A<sub>j</sub> de RCD

Indicador C <sub>i</sub>	Unidad	Contenedor* 90l	Saco de rafia*	Contenedor* 3 m <sup>3</sup>	Contenedor* 5 m <sup>3</sup>	Contenedor* 8 m <sup>3</sup>	Contenedor* 20 m <sup>3</sup>
ADP	kg Sb eq.	3,72E-01	4,04E-02	6,60E+00	1,38E+01	9,17E+00	2,41E+01
AP	kg SO <sub>2</sub> eq.	8,71E-02	9,23E-03	3,59E+00	8,05E+00	3,44E+00	1,42E+01
EP	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq.	7,45E-03	8,82E-04	5,59E-01	1,22E+00	7,95E-01	1,93E+00
GWP	kg CO <sub>2</sub> eq.	2,49E+01	2,68E+00	8,54E+02	1,79E+03	1,05E+03	3,17E+03
PCOP	kg de C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq.	7,05E-03	5,75E-04	3,67E-01	7,99E-01	6,22E-01	1,30E+00

\*Valores referidos a un contenedor

## EICV: Indicadores de la Etapa Recogida para la unidad funcional

$$Ind. R_{t,s} = \sum Ind. C_{i,t} \times \left[ \sum N_{i,j} \times \frac{\% A_j}{100} \times Es_j \right]$$

$Ind. R_{t,s}$  : valor total del indicador de la etapa de Recogida en obra de tipo selectiva.

## Fase 4 del ACV . La interpretación de resultados

Es una combinación de resultados de la etapas 2 y 3:

Análisis de inventario

Evaluación del impacto

Que se obtiene de la interpretación?

- Recomendaciones de mejora del sistema  
Cambios en el proceso  
Cambios en el diseño

Análisis de sensibilidad de los resultados

Inclusión- exclusión de datos

Exclusión de etapas del proceso no significativas

Omisión de entradas- salidas



## Usos de ACV en SGIRCD

- Atribucionales
  - Conocer el desempeño ambiental de un sistema y optimizar
- Consecuenciales
  - Conocer el efecto de cambios en el proceso
- Comparativos
  - Comparar dos sistemas /tecnologías

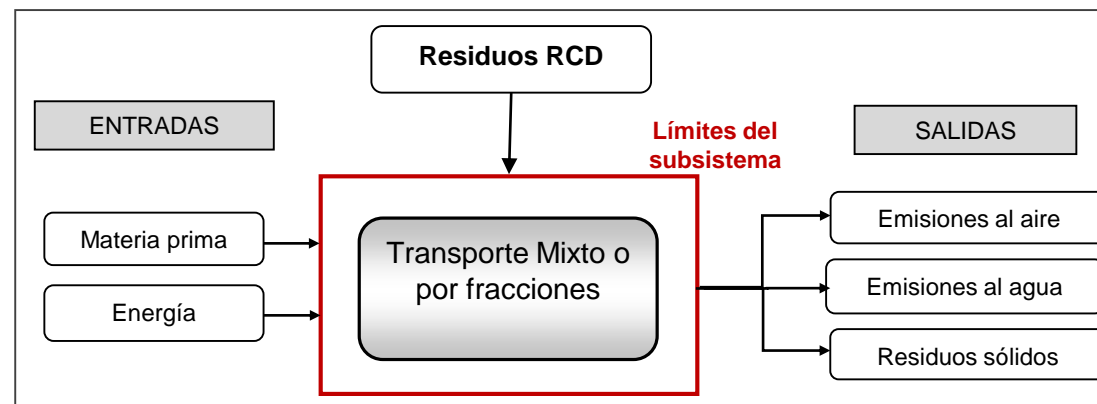


## Sub-sistema: Transporte

### *Objetivo*

El objetivo en esta etapa es evaluar las cargas ambientales vinculadas al transporte

### *Alcance y límites del subsistema*



### *Unidad Funcional*

La unidad funcional de esta etapa es el **transporte de 1 t.km de RCD** (transporte de 1 t de RCD en una distancia de 1 km), ya sea mixto (total) o separadamente en las distintas fracciones.

## Datos de entrada del ICV: Ejemplo de datos de consumos de diesel

Volumen de carga (m <sup>3</sup> )	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)	Fracción de RCD	Consumo medio Cm (kg diesel/t.km) <sup>a</sup>
3	1.00	3.0	total	0.065
5		5.0		0.039
7-8		7-8		0.024
15		15		0.016
25		25		0.013
3	0,5	1.5	rechazo	0.129
5		2.5		0.077
7- 8		3.5-4		0.051
15		7.5		0.032
25		12.5		0.026
3	1.2	3.6	inerte mezclado	0.054
5		6.0		0.032
7-8		8.4-9.6		0.024
15		16*		0.015
25		25*		0.013
3	1.5	4.5	asfalto- hormigón	0.043
5		7.5		0.026
7-8		12-10*		0.023
15		16*		0.016
25		25*		0.013

## Entrada de ICV: Ecuación de cálculo del consumo

$$C_{m_{i,j}} = \frac{C_{diesel_u} \left( \frac{l}{km} \right) \times f \left( \frac{kg}{l} \right)}{V_i (m^3) \times \delta_j \left( \frac{t}{m^3} \right)} \left[ \frac{kg \text{ diesel}}{t \cdot km} \right]$$

$C_{diesel_u}$ : Consumo de diesel promedio según la potencia del vehículo

$V_i$ : volumen de la carga

$\delta_j$ : densidad aparente de la fracción residual  $A_j$

$f$ : factor de equivalencia del diesel en kg/l

## Salida del ICV : ndicadores para un kg de Diesel

Unidad de combustible	Indicadores de categoría de impacto diesel					
	ADP / kg diesel	EP/ kg diesel	AP/ kg diesel	GWP/ kg diesel	ODP/ kg diesel	POCP/ kg diesel
1 kg diesel						



De bases de datos comerciales

## Salida del ICV: Indicadores de la Etapa Transporte

$$Ind. T_{Vi,t} = Ind. diesel \times \sum C_{m_{ij}} \times \frac{\% A_j}{100} \times Es_j \times d_j$$

*Ind. T<sub>Vi,t</sub>: Indicador de categoría de impacto de transporte para el volumen de carga Vi referido a 1 tonelada de RCD transportada*

*Esj: eficiencia en la clasificación*

*C<sub>m<sub>ij</sub></sub>: consumo medio de combustible para V<sub>i</sub> y fracción A<sub>j</sub>*

*dj: distancia a las plantas de tratamiento para cada fracción A<sub>j</sub>*

## Sub-sistema: Planta de Clasificación y Reproceso de Inertes (PCRI)

### *Objetivo*

*El objetivo en esta etapa es evaluar las cargas ambientales vinculadas a la clasificación y reproceso de RCD.*

### *Unidad funcional*

*La unidad funcional de esta etapa es la clasificación de 1t de RCD y el reproceso de la fracción inerte.*

Planta Fija



Planta Móvil



## Definición alcance de las PCRI

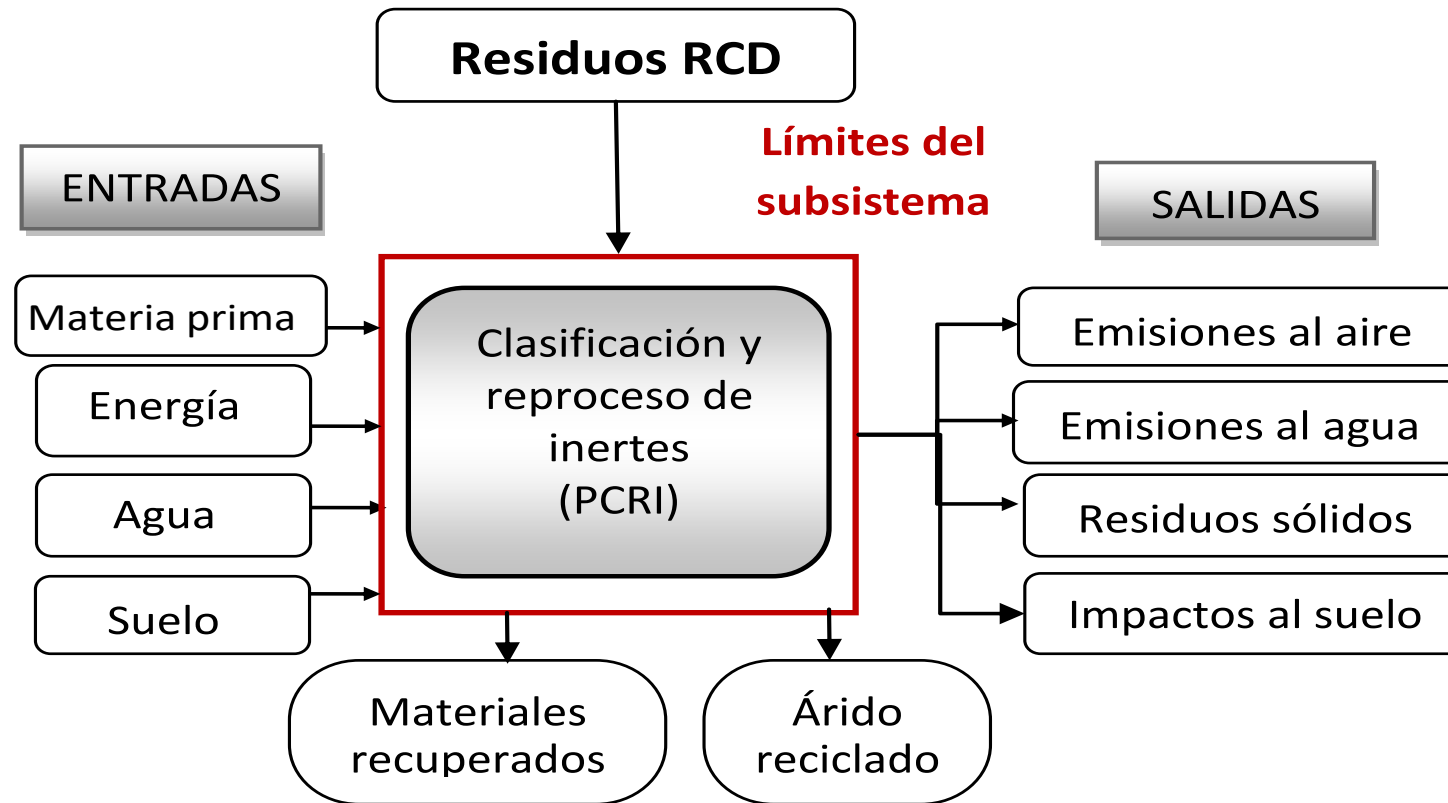


Figura. Límites del subsistema en la etapa de clasificación y reproceso de inertes

## Inventario de ciclo de vida (ICV) de las PCRI

1. contacto con empresas de PCRI
2. visita a las PCRI contactadas: análisis del proceso, cuestionarios sobre el funcionamiento de las instalaciones, identificación de procesos unitarios
3. recopilación de datos anuales de procesamiento de RCD y consumos energéticos y de combustible
4. asignación de cargas a la unidad funcional
5. definición de criterios de asignación
6. asignación de cargas a procesos unitarios
7. resumen de datos de inventario

Ítem de consumo	Unidad
Combustible diesel	(l/t)
Energía eléctrica	(kWh/t)
Agua	(l/t)
Superficie ocupada	(ha)



## Ejemplo Plantas de Nivel I- México- Producción y consumos

	Planta México		
Capacidad en volumen	125 m <sup>3</sup> /h		
Densidad media RCD	1.300 kg/m <sup>3</sup>		
Capacidad en peso	162, 5 t/h		
		Consumo diesel (l/h)	Consumo diesel (l/t RCD)
Maquinarias	Cargadora-Excavad.	16	9,85E-02
	Trituradora C-12	40	2,46E-01
	Clasificadora S-5	20	1,23E-01
	Cono de trituración	16	9,85E-02
	Cargadora frontal	22	1,35E-01
Consumo total		114	7,02E-01

## Evaluación del impacto de ciclo de vida (EICV)

$$Ind.SectorPCRI_{ti} = Ind.diesel \times C_{di} + Ind.EE \times E_{ei}$$

- Pre-tratamiento: cargas por clasificación
- Sector primario: cargas de reproceso de inertes en su mayoría, pudiendo restarse de los consumos que corresponden al electroimán.
- Sector terciario: corresponde a cargas de reproceso de inertes con algunos procesos unitarios de clasificación o no.

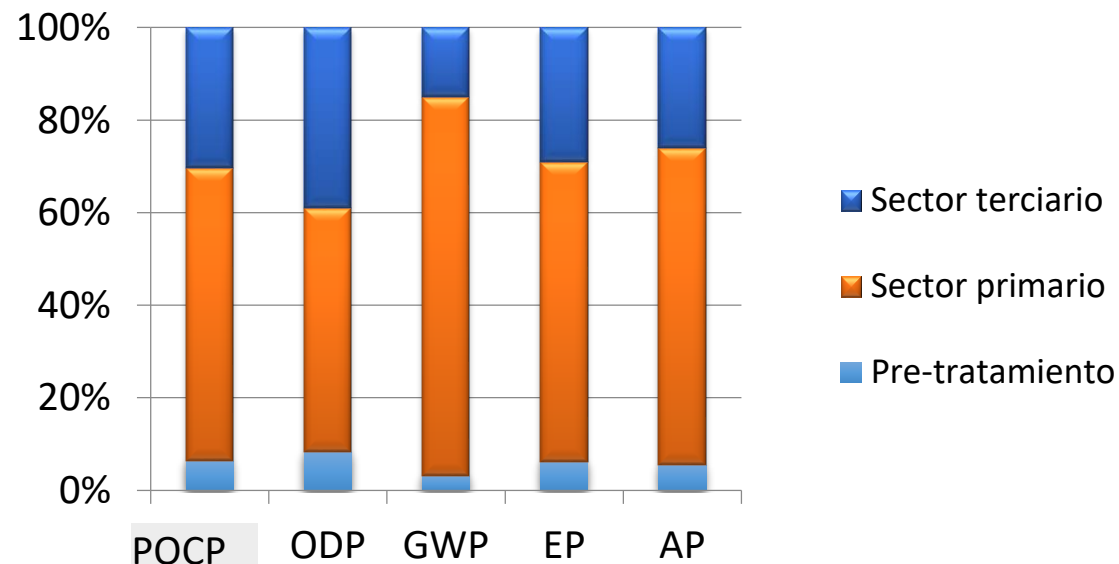


Figura. Ejemplo de gráfica del perfil ambiental de una PCRI

## Sub- Etapa : Reciclaje

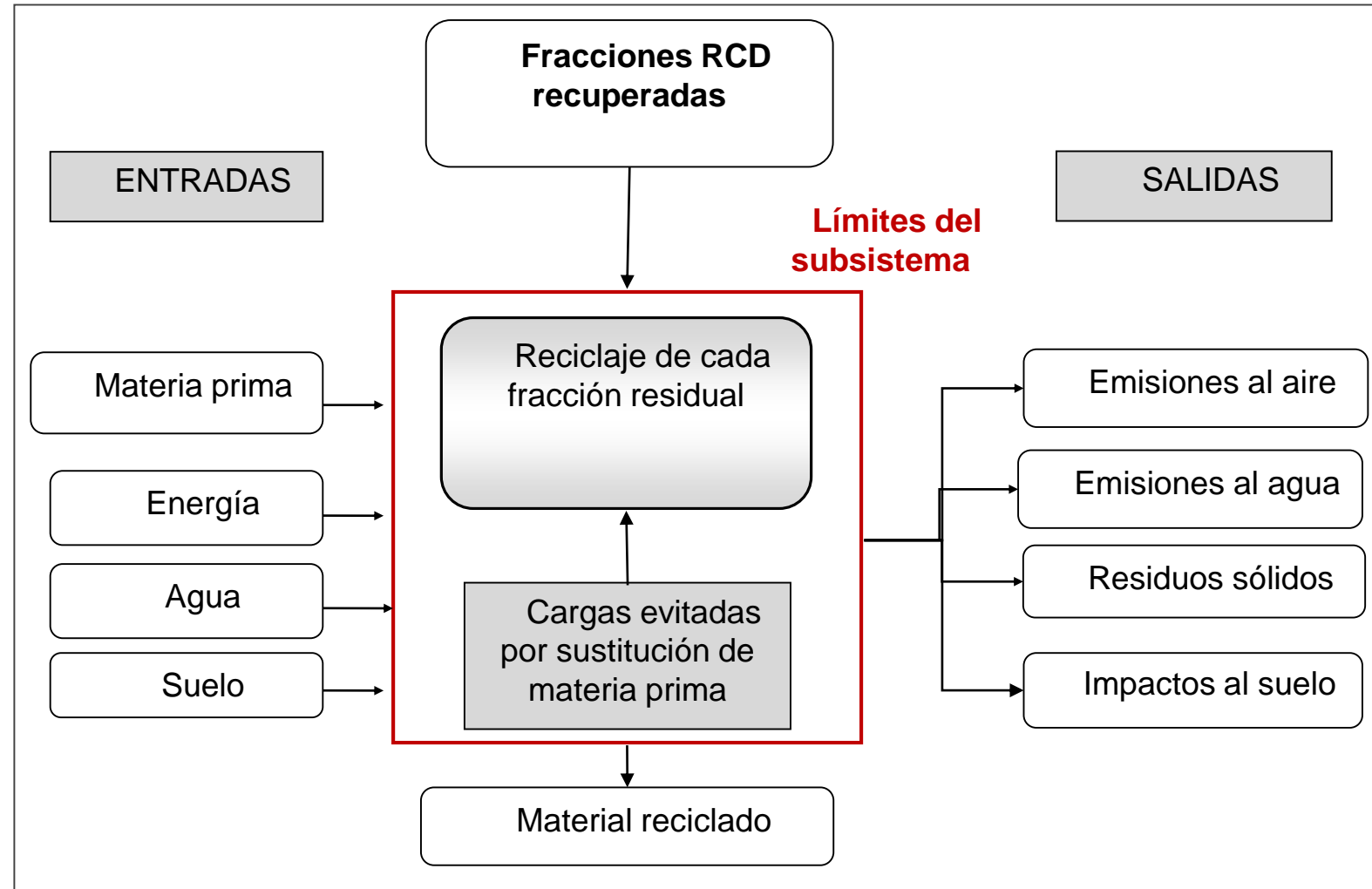
### *Objetivo*

El objetivo es evaluar las cargas ambientales que se vinculan con la etapa del Reciclaje de las fracciones residuales recuperadas. Asimismo se contabilizan las cargas evitadas por sustitución de material virgen.

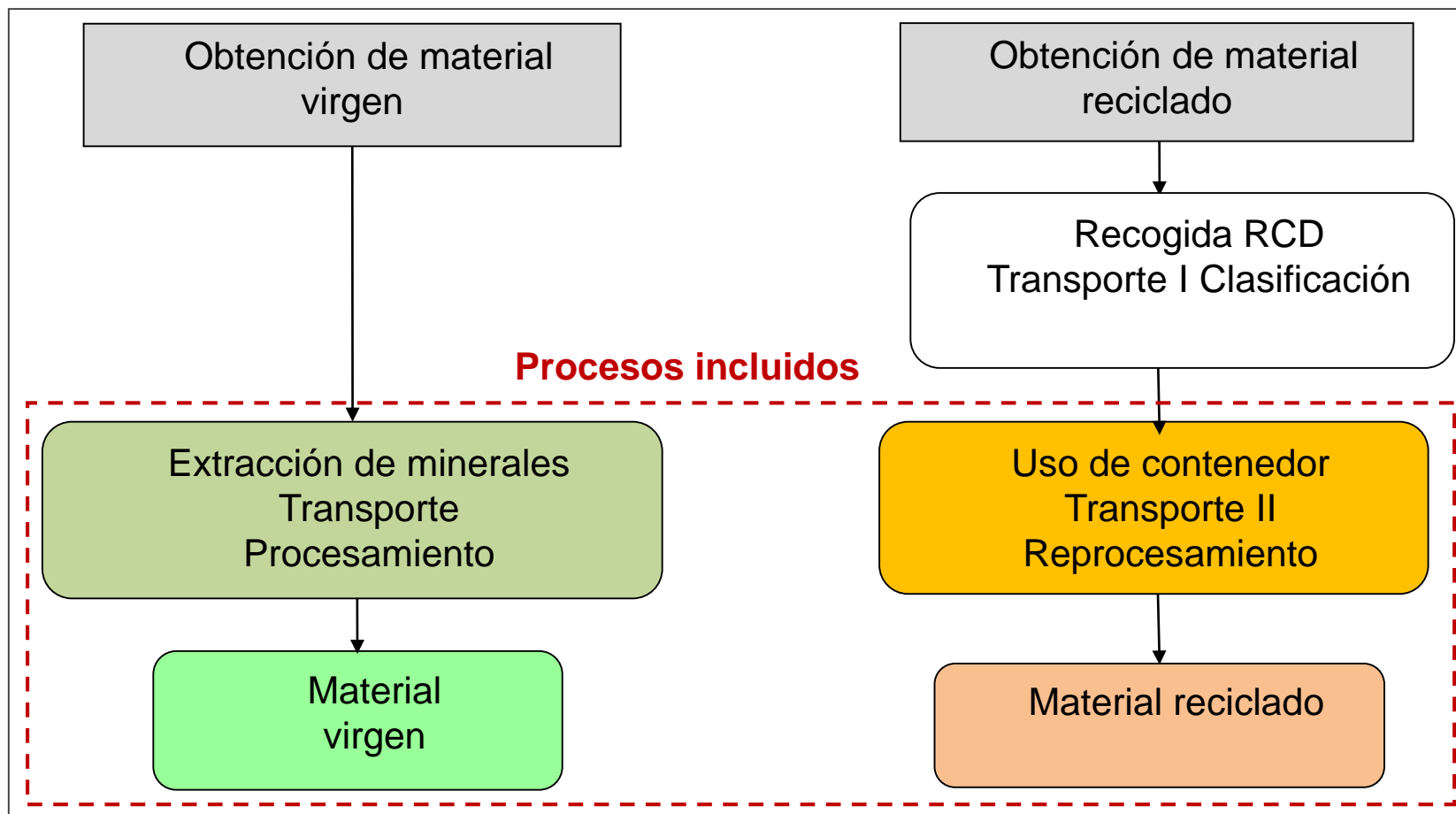
### *Unidad funcional*

La unidad funcional es el reciclado de 1 tonelada de material recuperado, es decir de cada fracción residual separada en origen o en planta de clasificación.

## Límites del sub-sistema

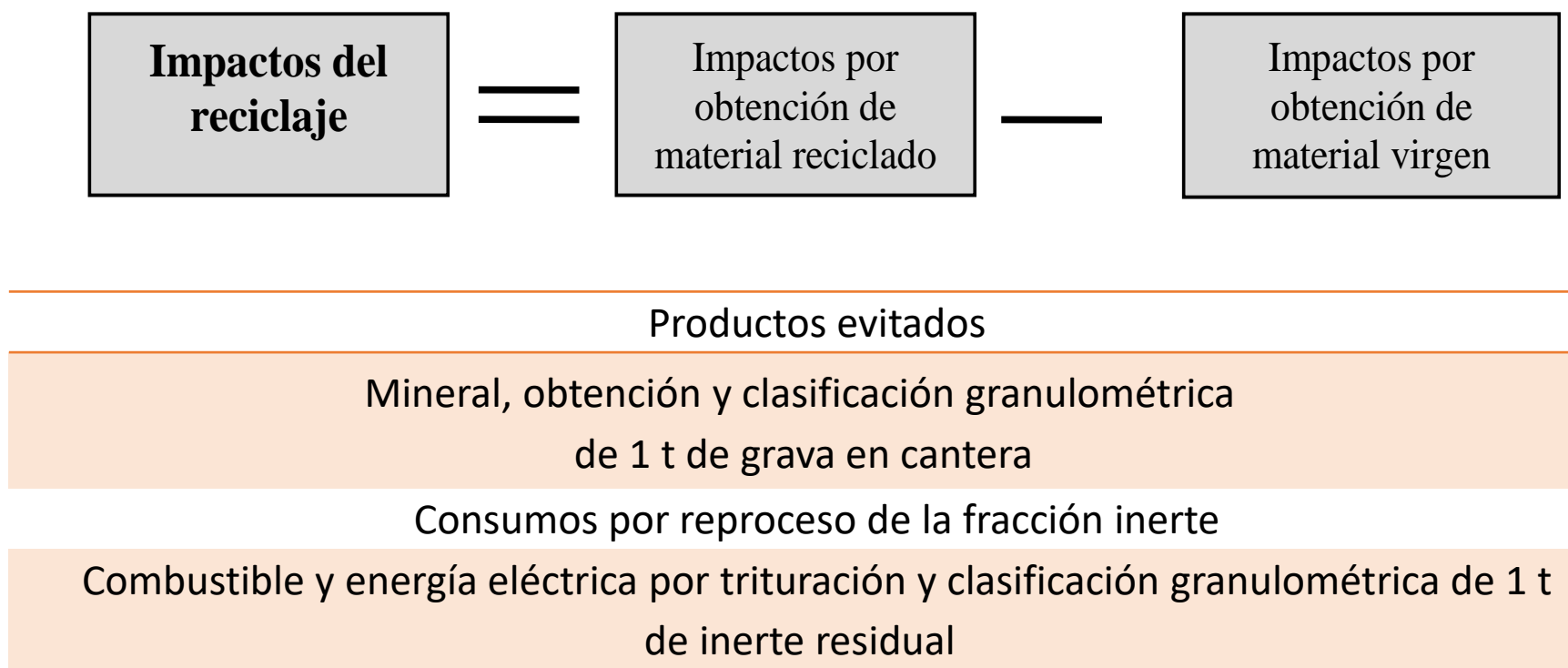


## Procesos incluidos en la obtención de material virgen y reciclado



## ICV del Reciclaje

Los datos de inventario contabilizados en esta etapa consideran las cargas ambientales debidas al reciclaje y la carga evitada por el ahorro del reemplazo de material virgen para cada fracción



## Fracciones residuales, productos evitados y proporción de sustitución

Material recuperado	Producto evitado	Proporción sustitución
cartón/papel	pasta base de cartón	1: 0,83
inerte	grava en cantera	1:1
metales (férico)	arrabio	1:1
madera	madera triturada	1:1
plástico	plástico granulado	1: 0,81
vidrio	vidrio virgen	1:1

## Evaluación del impacto de ciclo de vida (EICV)

$$IndRE_{jt} = [[Ind. C_{itj} + Ind. T_{itj}] \times Es_j + [Ind. Rep_{jt} - Ind. PE_{jt}] \times Ep_j \times Ps_j] \times \frac{\% A_j}{100}$$

*Ind. C<sub>it</sub>*: Indicador de categoría de impacto del contenedor para la fracción residual j

*Ind. T<sub>it</sub>*: Indicador de categoría de impacto del transporte de la fracción residual j

*Ind. Rep<sub>tj</sub>*: Indicador de categoría de impacto del reproceso de la fracción residual j

*A<sub>j</sub>*: porcentaje de la fracción residual A<sub>j</sub>

*Ep<sub>j</sub>*: Eficiencia de la fracción j

*Ps<sub>j</sub>*: Proporción de sustitución de la fracción residual j

*Ind. PE<sub>tj</sub>*: Indicador de categoría de impacto del producto evitado que sustituye a la fracción residual j



## Sub- Etapa : Vertido

### *Objetivo*

El objetivo es evaluar las cargas ambientales que se vinculan con la etapa de vertido en terreno.

### *Unidad funcional*

La unidad funcional es el vertido de 1 t de RCD. En este caso podría ir a vertido el total de los RCD o por fracciones desechadas.



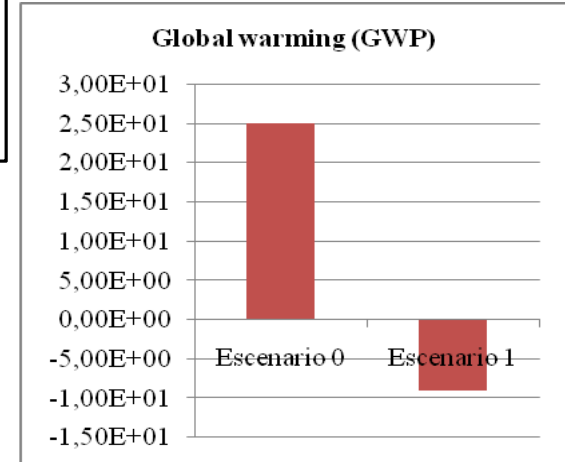
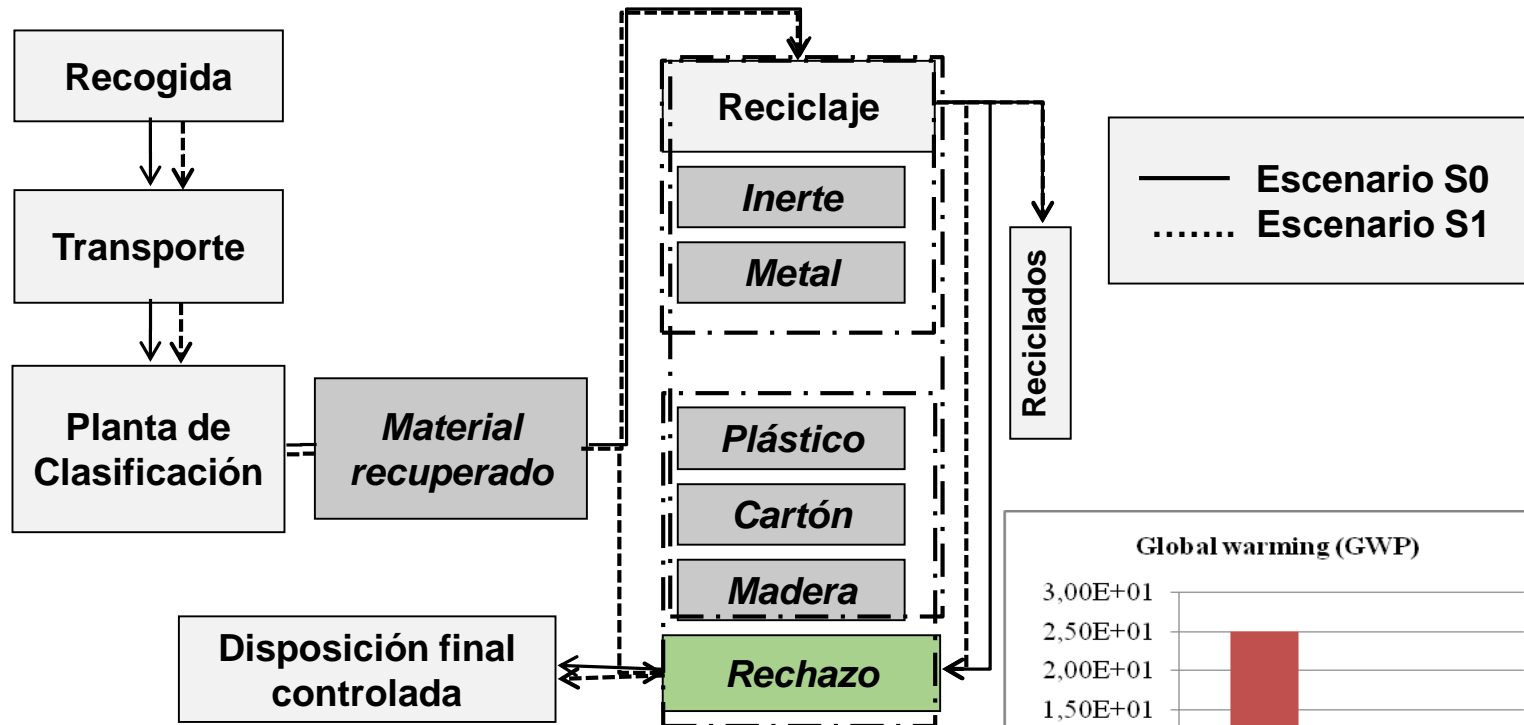
## Datos de entrada del ICV: Vertido

Item de consumo	Unidad
Combustible diesel	(l/t)
Energía eléctrica	(kWh/t)
Agua	(l/t)

## EICV: Vertido

$$Ind.SectorPCRI_{ti} = Ind.diesel \times C_{di} + Ind.EE \times E_{ei}$$

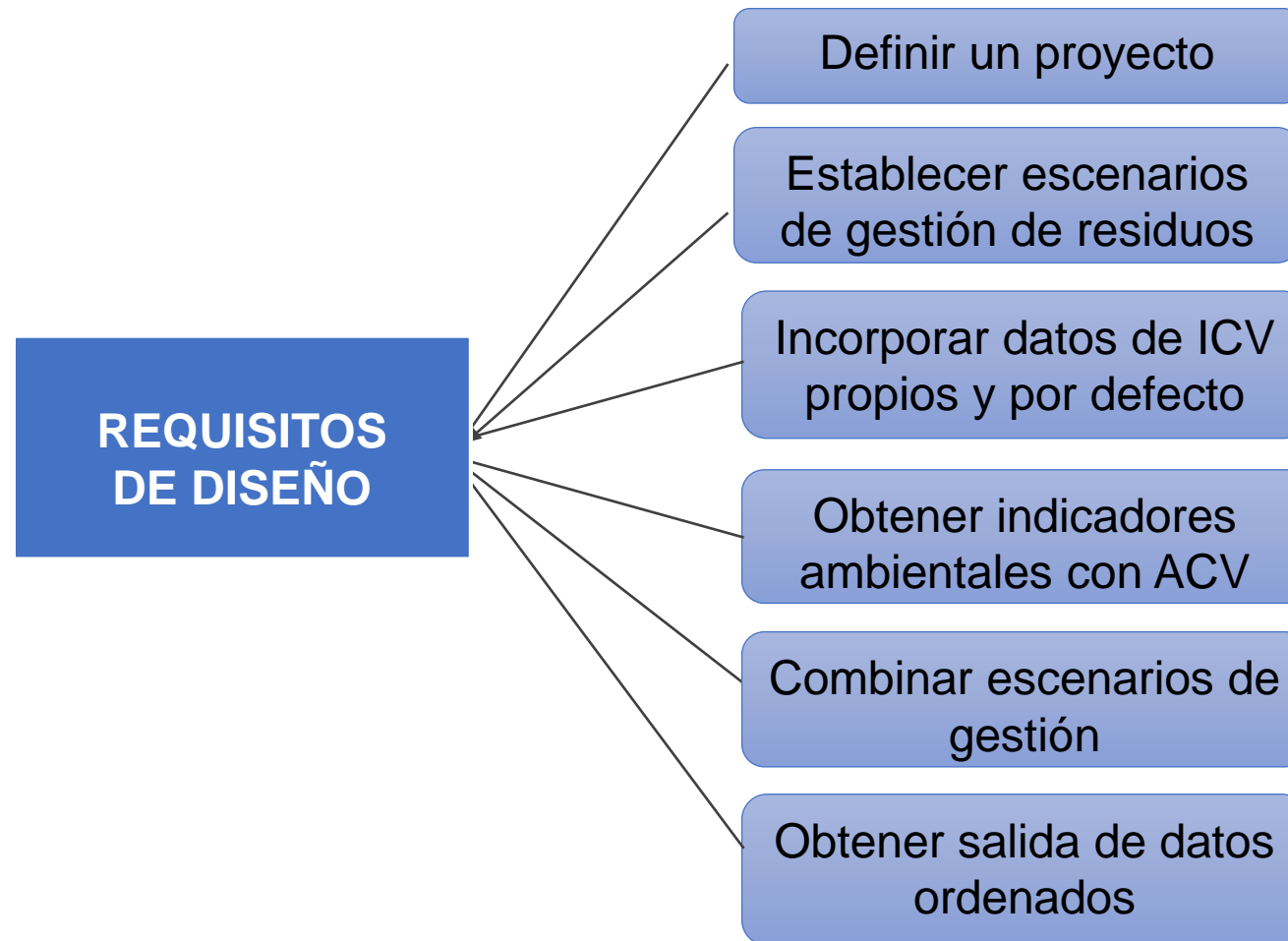
# Creación y evaluación ambiental de escenarios



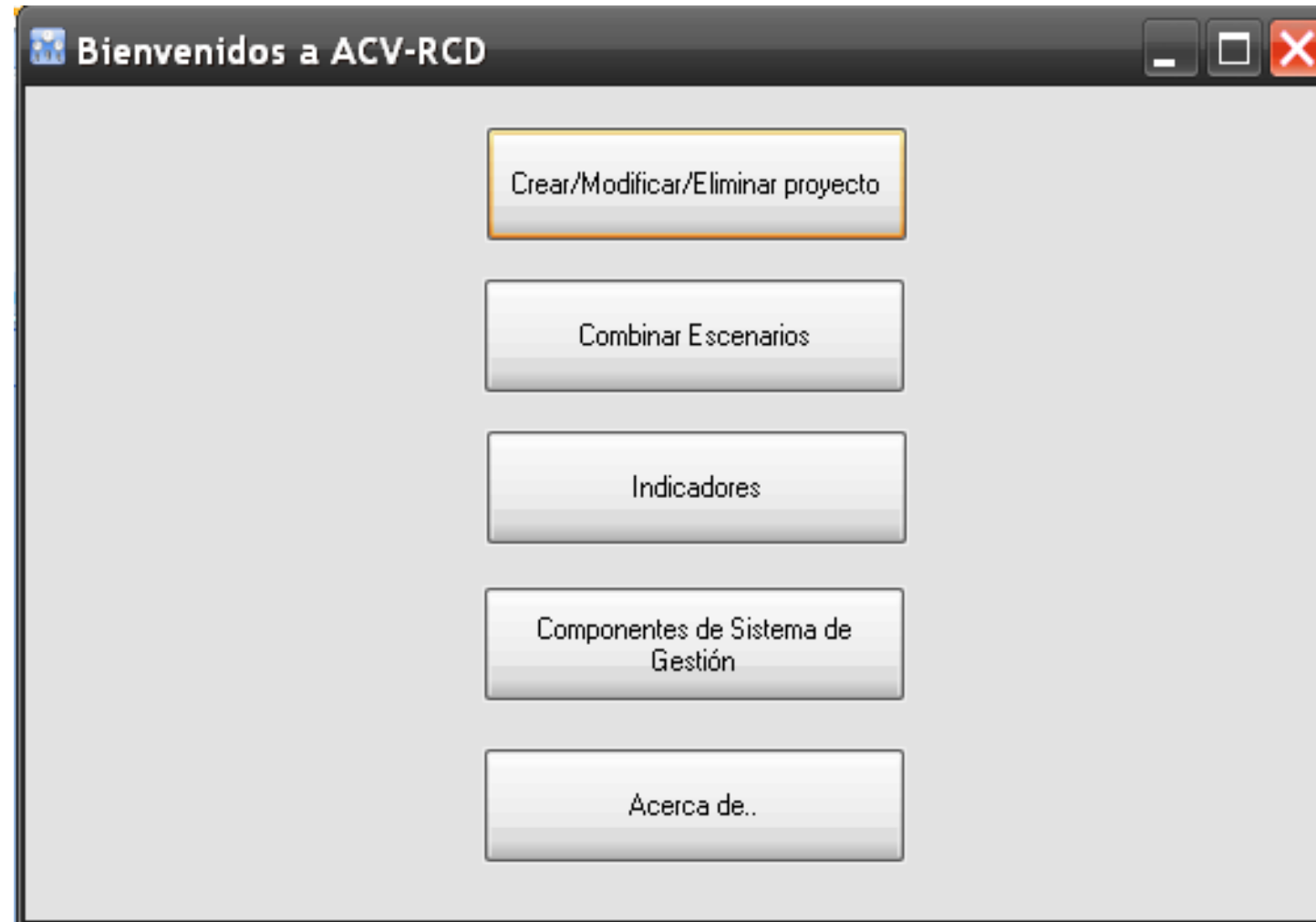
## Resumen de características de la metodología de evaluación ambiental de SGIRCD

- Establece relación y dependencia entre las etapas del sistema y sus variables.
- Visualiza integralmente el sistema de gestión.
- Aplica ACV por etapas y posibilita creación de escenarios.
- Es una metodología flexible a casos existentes o nuevos.
- Permite incluir categorías de impacto e indicadores regionales.
- Es aplicable a cualquier región o país.
- Es una herramienta de selección de alternativas.

## Herramienta informática ACV-RCD



## Pantalla principal del programa ACV- RCD



# Datos Generales

ACV-RCD

Proyecto Capital

Inicio Datos Generales Escenarios Etapas de Gestión Resultados

Fecha  Nombre

Descripción

Sistema de Gestión Regional  Obra Civil

**Cantidad RCD**

Por generación per cápita

Población (hab.)

Generación RCD (kg/hab./año)

Cantidad total RCD (t/año)

Por superficie construida -demolida

Índice de generación RCD construcción ( kg/m<sup>2</sup> )

Índice de generación RCD demolición ( kg/m<sup>2</sup> )

Superficie construida ( m<sup>2</sup> /año)

Superficie demolida ( m<sup>2</sup> /año)

Cantidad total RCD (t/año)

**Composición RCD**

	FracciónRCD	Porcentaje (%)
Inerte		75
Vidrio		0,5
Madera		4
Metales		2,5
Papel		0,3
Plastico		1,5
Yeso		0,2
Asfalto		5
Rechazo		11
Total		100
Hormigón		0

## Lineas de trabajo I+D+i

- ACV de sistemas de gestión de RCD
- Caracterización de RCD en obras civiles
- Residuos plásticos en materiales de construcción
- ACV de organizaciones industriales

<http://ingenieria.uncuyo.edu.ar/centro-de-estudio-de-ingenieria-de-residuos-solidos>



@ceirs.uncuyo

COMPANY WITH  
QUALITY SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV GL  
= ISO 9001 =

