

Curso de Posgrado: Uso sustentable de residuos sólidos y geomateriales



Prof. Irma Mercante, Dra. Ing.

19 de marzo, 2024

Unidad 3

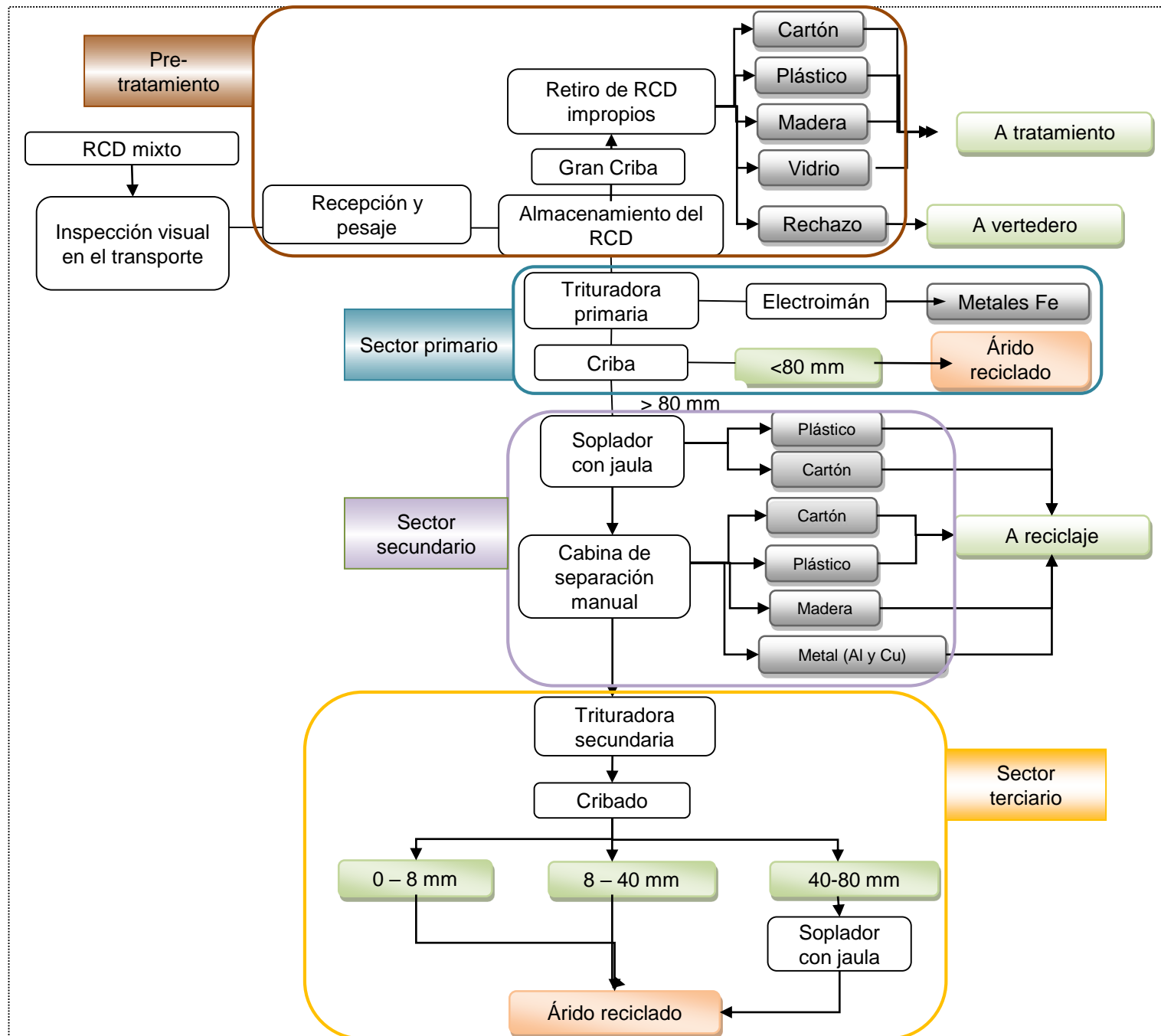
a) Tecnologías de reciclaje de los RCD. Maquinarias y equipos. Etapas del proceso de reciclado (generación, tratamiento, transporte y venta).

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.

Plantas de procesamiento
Nivel III
Madrid,
Buenos Aires



Plantas de procesamiento Nivel III: Esquema de instalaciones





Planta
Buenos
Aires
(2013)



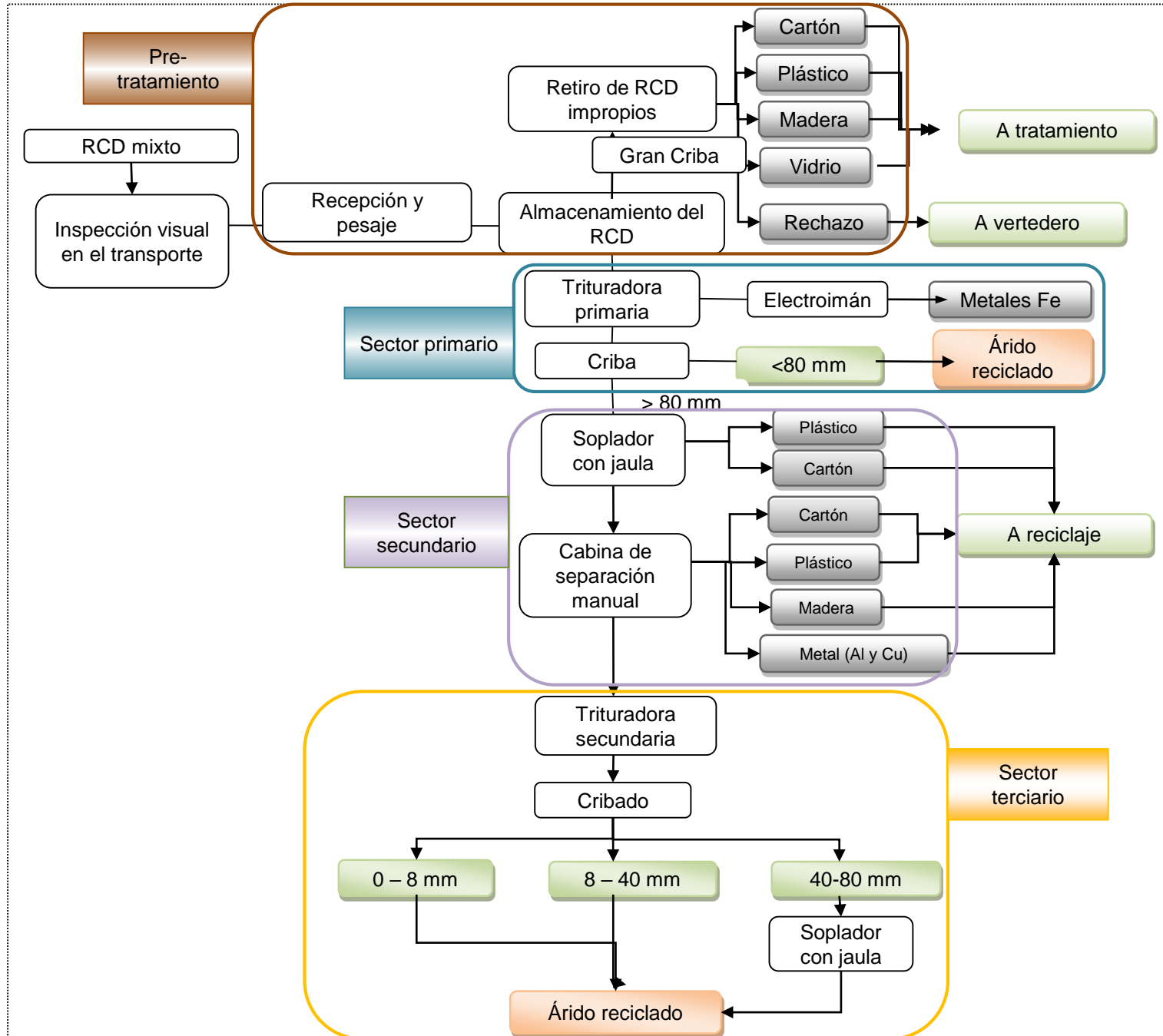
Planta Nivel III:
Planta Buenos
Aires (2013)



Planta Nivel III:
Planta Buenos
Aires (2013)



Plantas de procesamiento Nivel III



Plantas Nivel III: España. Báscula



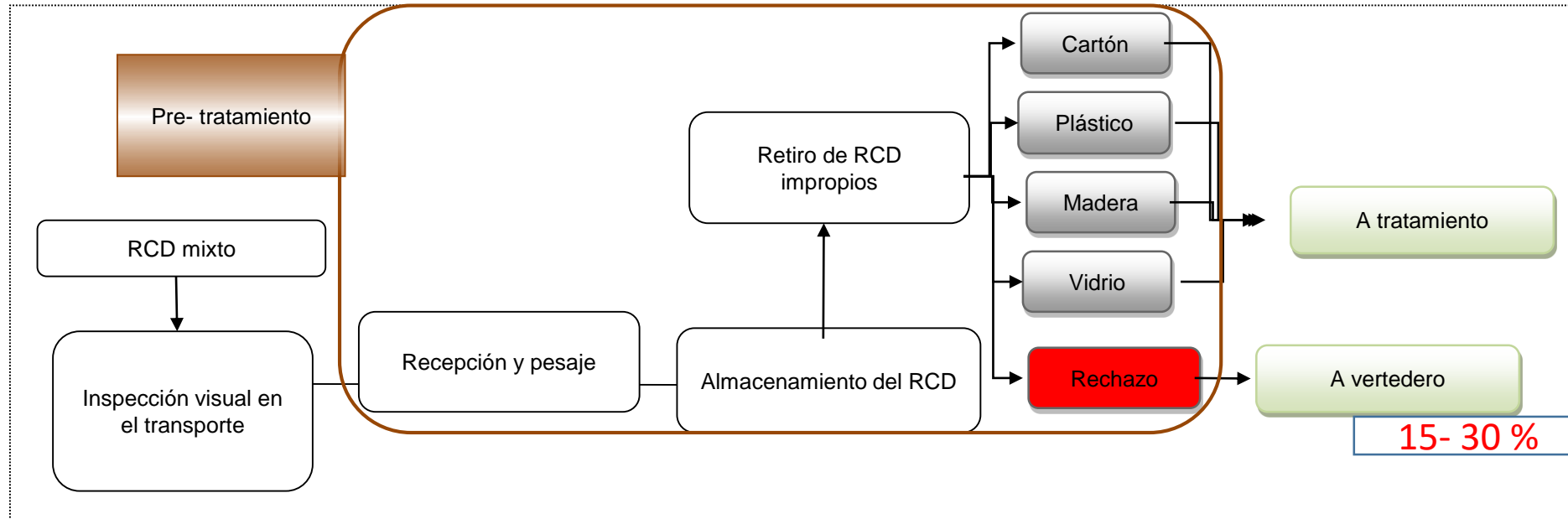
Sitios (4) de descarga a criba (> 300-500 mm)

Línea Mixto: 3000-4500 t/día

Línea hormigón: 2500 t/día



Pre-tratamiento



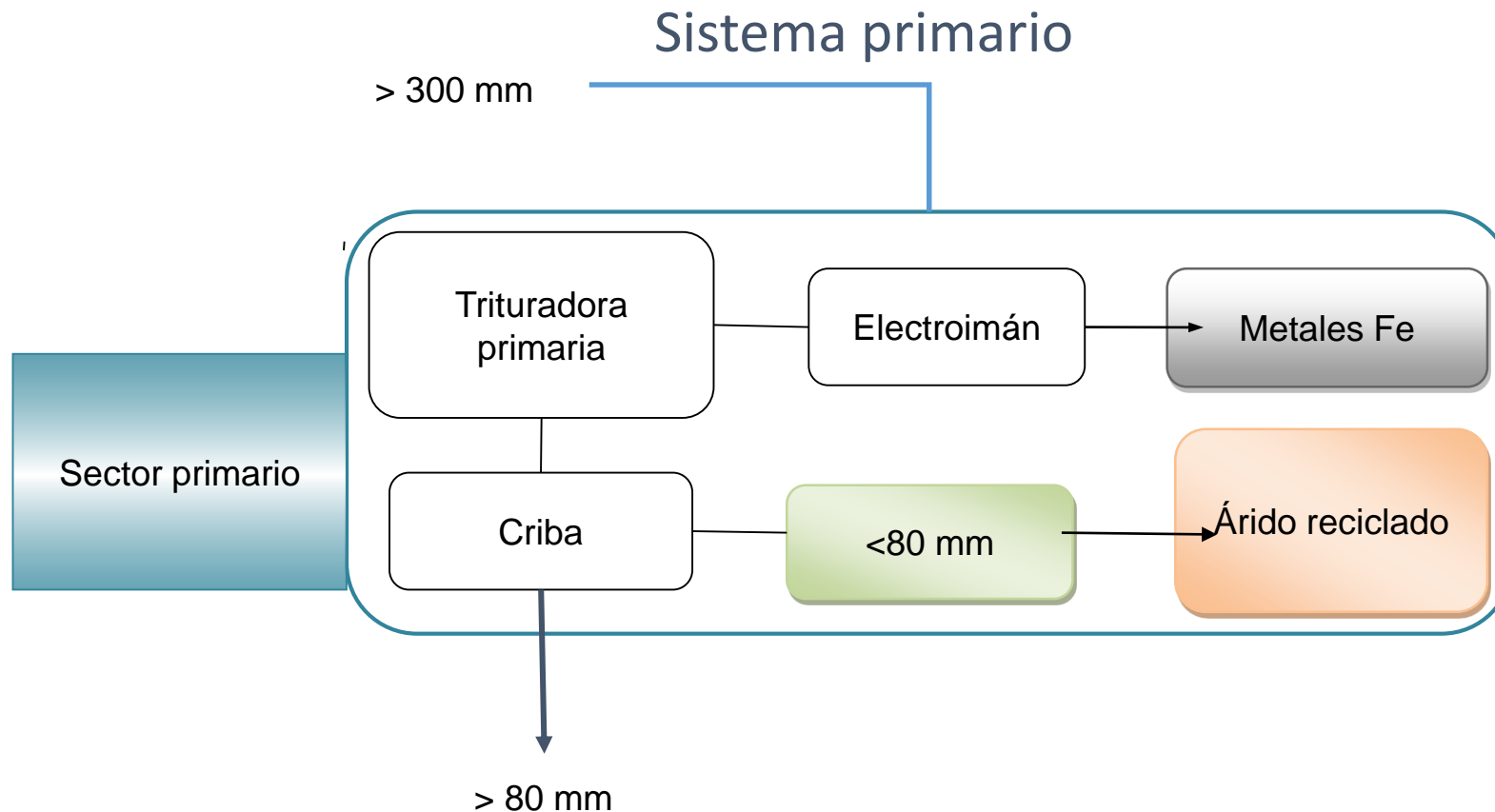
El proceso se inicia en una báscula de recepción en la cual se registra el peso del camión de transporte y se realiza una **primera inspección visual**, diferenciando si el RCD está compuesto predominantemente de inertes, o si se trata de RCD mezclado. La densidad del material define la calidad del residuo y por tanto su **tarifa para el tratamiento**. En el primer caso, el residuo inerte pasa al siguiente proceso o sector primario. En el segundo caso, se realiza una limpieza manual del residuo mezclado con ayuda de una retroexcavadora o retropinza a fin de eliminar materiales de gran tamaño, tales como hierros, plásticos, madera o cartón, que puedan dañar el circuito de clasificación o perjudiquen la calidad del material. Los materiales rechazados son acopiados para ser valorizados por otro gestor o destinados a vertido.

Pre-tratamiento: Criba de gran tamaño vibrante

Fuente: Visita Técnica, 2010.



Irma Mercante



Es una **línea fija de tratamiento**. En este sector el material entra al circuito de clasificación mecánica por medio de una tolva.

El RCD que pasa la criba de 300-500 mm pasa por electroimán que retendrá los metales ferrosos, luego se tritura y se somete a cribado o trommel. Se separa el material “fino” y se obtiene un producto final.

Electroimán

Fuente: Visita Técnica, Salmedina 2010.



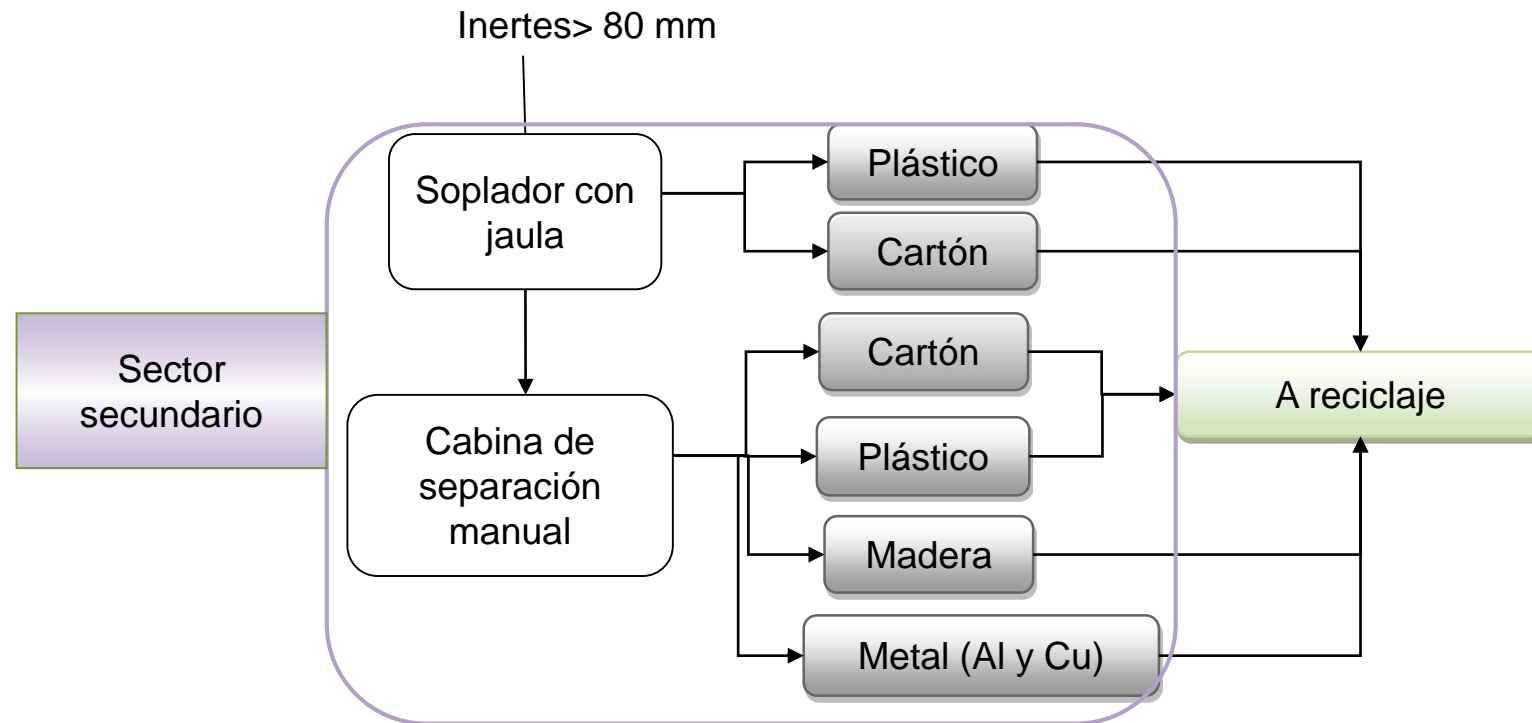
Irma Mercante

Doble línea de producción: mixto y hormigón

Fuente: Visita Técnica, 2010.



Sector secundario



En este sector se agrega **un segundo electroimán**, una cabina de selección manual de materiales impropios y separación de materiales ligeros.

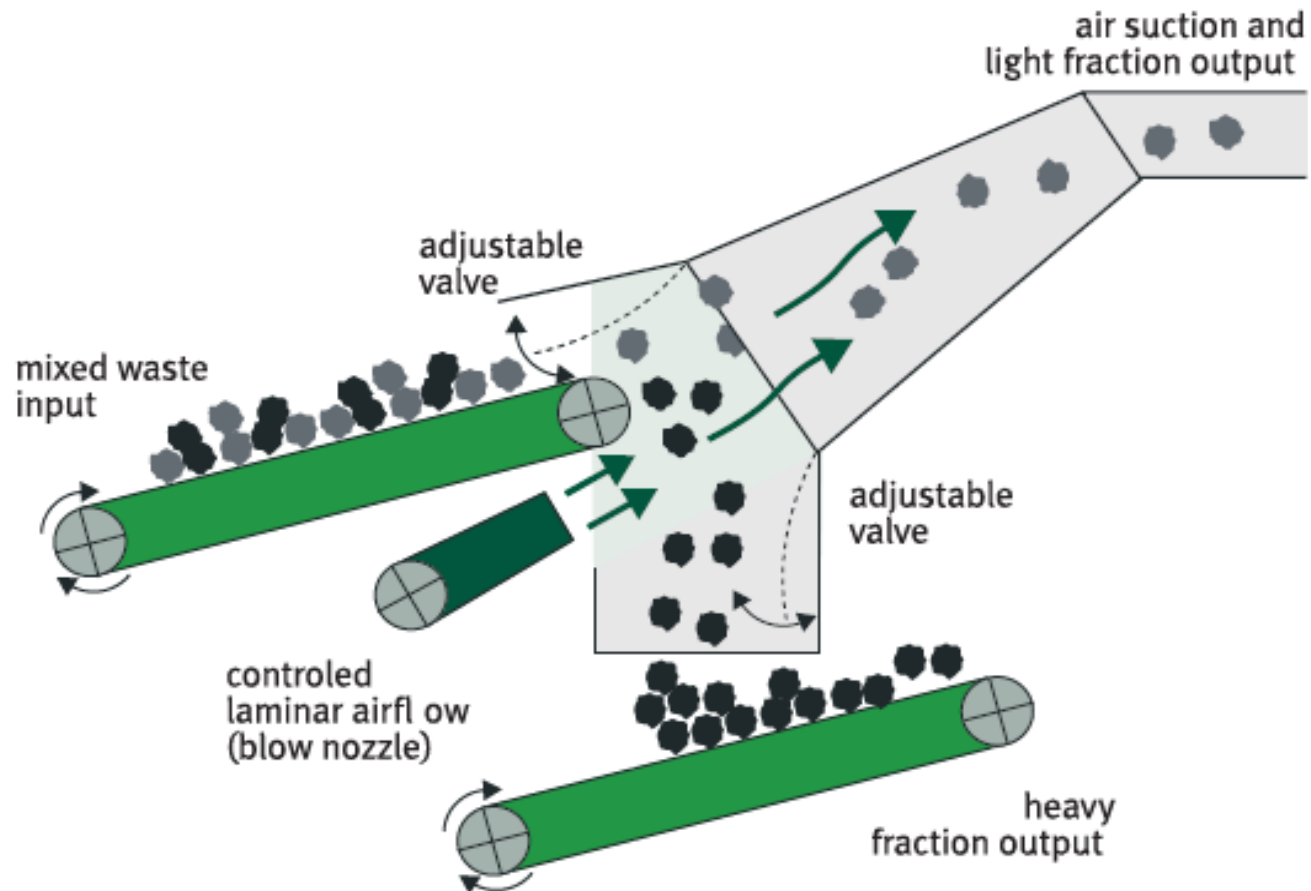
Cabina de triaje manual, Madrid. España

Fuente: Visita Técnica, Salmedina 2010.



Irma Mercante

Por aire: se puede plantear un *windshifter*, túnel de viento, o simplemente un soplado con ventilador centrífugo y jaula de retención de ligeros.



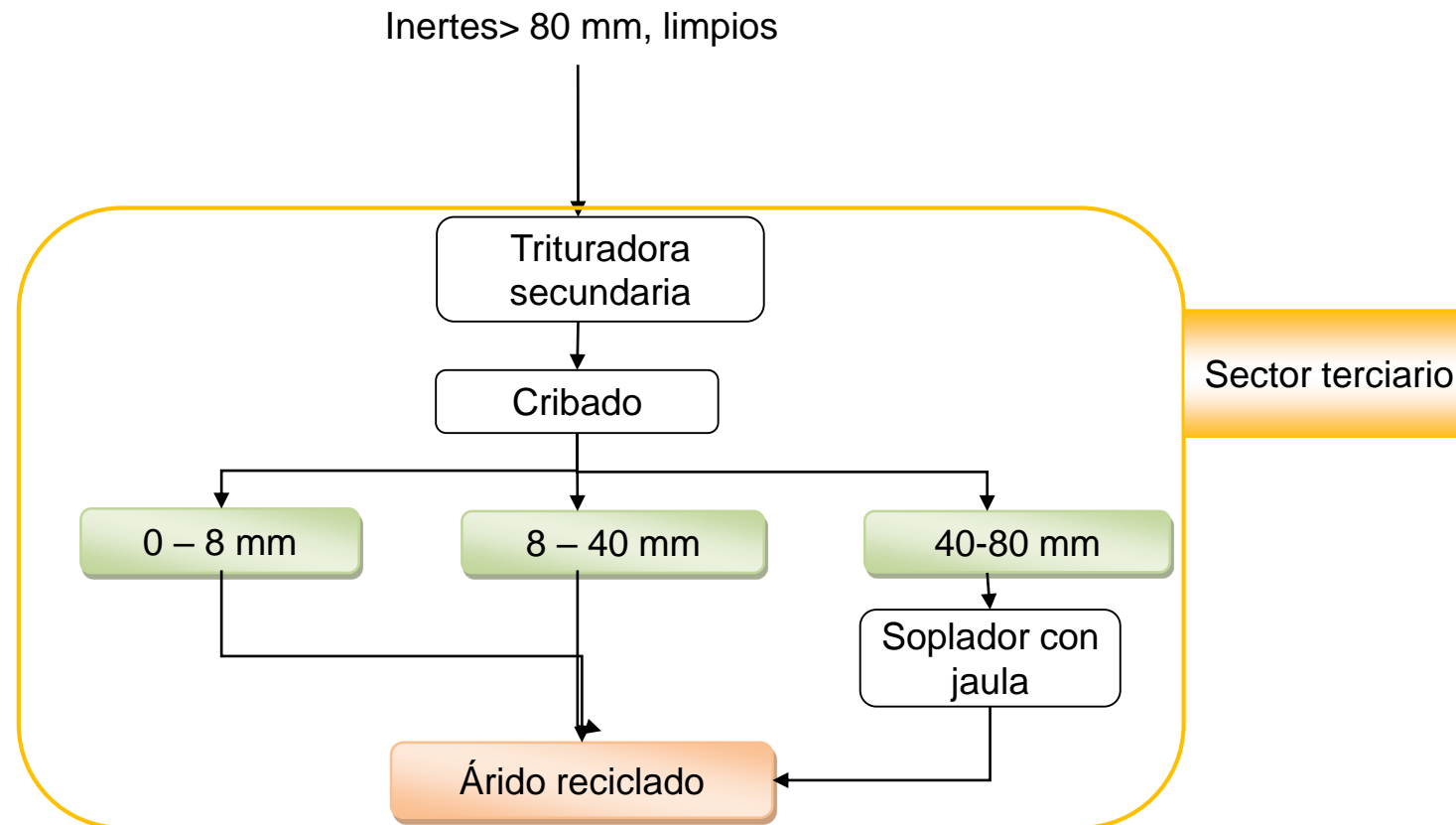
Separador de material ligero vía húmeda

Fuente: Visita Técnica, 2010.

Por agua: el material entra en un separador hidráulico que consiste en una cuba de agua de nivel constante, donde el material de menor densidad flota en la superficie y es arrastrado hacia una banda de cepillos que lo sacan hacia el contenedor de ligeros. El agua utilizada en estos procesos trabaja en circuitos cerrados a fin de minimizar el consumo.



Sector terciario



El RCD de tamaño grueso ya limpio (por ejemplo, 80-500 mm) se tritura en planta fija o móvil obteniéndose agregado secundario de distintas granulometrías.

Mercado:
Acumulación
de áridos
reciclados

*Fuente:
Visita
Técnica,
2010.*



Incentivos

Compra y Contratación Pública Verde

- La **Compra y Contratación Pública Verde** es un proceso de **compra** o **contratación** de bienes y servicios por parte de administraciones, organismos y entidades **públicas**, en el que se valoran tanto los aspectos económicos y técnicos como los ambientales.



Selección de la fracción metales en planta

Fuente: Propia, visita empresa TEC REC, Madrid.



Selección de la fracción plásticos en planta

Fuente: Propia, visita empresa TEC REC, Madrid.



Datos de caracterización: RESIDUOS GESTIONADOS EN EL PROCESO		
Descripción del residuo	Cantidad anual gestionada (t)	Código LER
Hormigón	438.238	170 101
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintos de las especificadas en el código 170 106	537.956	170 107
Ladrillos	2.140	170 102
Tejas y Materiales cerámicos	39	170 103
Madera	2.033	170 201
Vidrio	121	170 202
Plástico	446	170 203
Otros residuos (incluidas mezclas de materiales) procedentes de tratamiento mecánico de residuos distintos de los especificados en el código 191 211	804	191 212
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 170 301	7.402	170 302
Hierro y Acero	2	170 405
Metales Mezclados	13	170 407
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 170 503	575	170 504
Materiales de la construcción y demolición distintos de los especificados en el código 170 801	687	170 802
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 170 601 y 170 603	1.408	170 604
Residuos mezclados de la construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 170 901, 170 902 y 170 903.	215.861	170 904
TOTAL	1.207.725	

Problemas a tener en cuenta en plantas de Reciclaje

Alteración del paisaje

Generación de polvo

Aumento de ruido

Aumento del tránsito

Impacto ambiental: Generación de polvos

Estudiar condiciones climáticas

Causas de la generación: equipos propios de la planta y de transporte

Impactos: Efectos sobre las personas; Desgaste de los elementos móviles de las maquinarias; Daños a la vegetación; Disminución de la visibilidad

Realizar estudios de emisiones sin y con planta de RCD

Definir medidas ambientales

Cintas transportadoras	Trituradoras, cribas y almacenamiento
Cargar el material en el centro de la cinta	Aspersores con sensores
Escudos de protección a la entrada y en el extremo final	Campanas de extracción
Bandas de gomas laterales	Cortinas y barreras antipolvo
Cortinas antipolvo	Tolvas de descarga con mínima abertura
Agua con aditivo tensoactivo	Control de la altura de descarga en zonas de almacenamiento

Control de polvos

Fuente: Visita Técnica, 2010.



Impacto ambiental: Aumento de niveles sonoros

Causas de la generación: equipos propios de la planta y de transporte

Impactos: Efectos sobre las personas; impactos sobre la fauna

Realizar estudios de ruidos para determinar condiciones sin y con planta de RCD

Fuentes de ruido en planta de RCD (bases bibliográficas).

Equipos	Nivel de ruido (dB)	Punto de medida (m)
Machacadora	90	10
Molino de impactos	90	10
Cribas	75	10
Camión pesado	80	10

El sonido se atenúa en campo abierto de la distancia: 26 dB(A) en los primeros 40 metros y 6 dB(A) cada vez que se duplica la distancia.

SE REQUIERE INDEFECTIBLEMENTE UN ESTUDIO DE RUIDOS

Impacto ambiental: Norma NBR

NORMA BRASILEIRA

ABNT NBR 15114:2004

5 Condições de implantação

5.1 Generalidades

A fim de assegurar a instalação adequada de uma área de reciclagem de resíduos da construção civil classe A, são estabelecidas as exigências de 5.2 a 5.7.

5.2 Critérios para localização

O local utilizado para a implantação de área de reciclagem de resíduos da construção civil classe A deve ser tal que:

- a) o impacto ambiental a ser causado pela instalação da área de reciclagem seja minimizado;
- b) a aceitação da instalação pela população seja maximizada;
- c) esteja de acordo com a legislação de uso do solo e legislação ambiental.

5.2.1 Para a avaliação da adequabilidade de um local aos critérios descritos em 5.2, devem ser observados os aspectos relacionados a:

- a) hidrologia;
- b) vegetação;
- c) vias de acesso.

Criterios técnicos para la localización de sitios de vertido de RCD

1. Definir los criterios de exclusión que se van a adoptar:

- a) *Criterios de exclusión*: los cuales introducen restricciones en el proceso de toma de decisión. :
- las restricciones de carácter general, que surgen de los criterios aceptados internacionalmente.
 - las restricciones particulares, que surgen de condicionantes propias del lugar.

Tabla 1: Criterios de Exclusión

Aspecto	Criterio de exclusión
Zonas urbanizadas o con proyecto de urbanización	Franja de exclusión de 4 km de los principales centros urbanos, incluyendo el crecimiento estimado para los próximos 10 años
Humedales	Excluir áreas de humedales y zonas de influencia
Cuerpos de agua superficial y zonas potencialmente inundables	Franja de 500 m en torno a los cursos de agua superficial importantes. Franja de 100m de la línea de costa correspondiente a una creciente cuyo período de recurrencia sea de 100 años.
Tomas de agua superficial	Distancia mínima de 5 km a tomas de agua con destino a potabilización
Zonas de recarga de acuíferos	Excluir áreas de recarga
Tomas de agua subterráneas	Distancia recomendada a los pozos para suministro de poblaciones mayor a 5km

Criterios técnicos para la localización de sitios de vertido de RCD

2. Criterios de aptitud:

Aspecto	Criterio de aptitud
Uso del suelo	Seleccionar predios en áreas con baja densidad de población y escasa tasa de crecimiento poblacional. Evitar zonas con suelos de alta productividad.
Distancia a viviendas	Se recomienda una distancia de 400 m a la vivienda más cercana.
Distancias a Edificios públicos	Se recomienda una distancia mínima de 1.5 km a escuelas.
Topografía	Evitar zonas topográficas muy pronunciadas, se recomienda pendientes menores al 5%.
Ocurrencia de agua subterránea	Evitar zonas de alta productividad.
Profundidad de agua subterránea	Elegir zonas con importante profundidad de agua subterránea
Estrato geológico	Evitar zonas con formaciones de alta permeabilidad. Elegir preferentemente predios donde exista arcilla natural.
Vientos	Evitar zonas que se alineen con los centros poblados en la dirección predominante de los vientos.
Accesibilidad	Elegir zonas que cuenten con vías de circulación adecuadas para el tránsito de camiones.
Zonas de interés turístico y social	Elegir zonas alejadas de centros de interés social
Proximidad	Evitar distancias excesivas a los principales centro de generación.
Sensibilidad social	Evitar zonas donde existan antecedentes de fuertes rechazos sociales a este tipo de emprendimientos.

Disposición final: Condiciones de protección

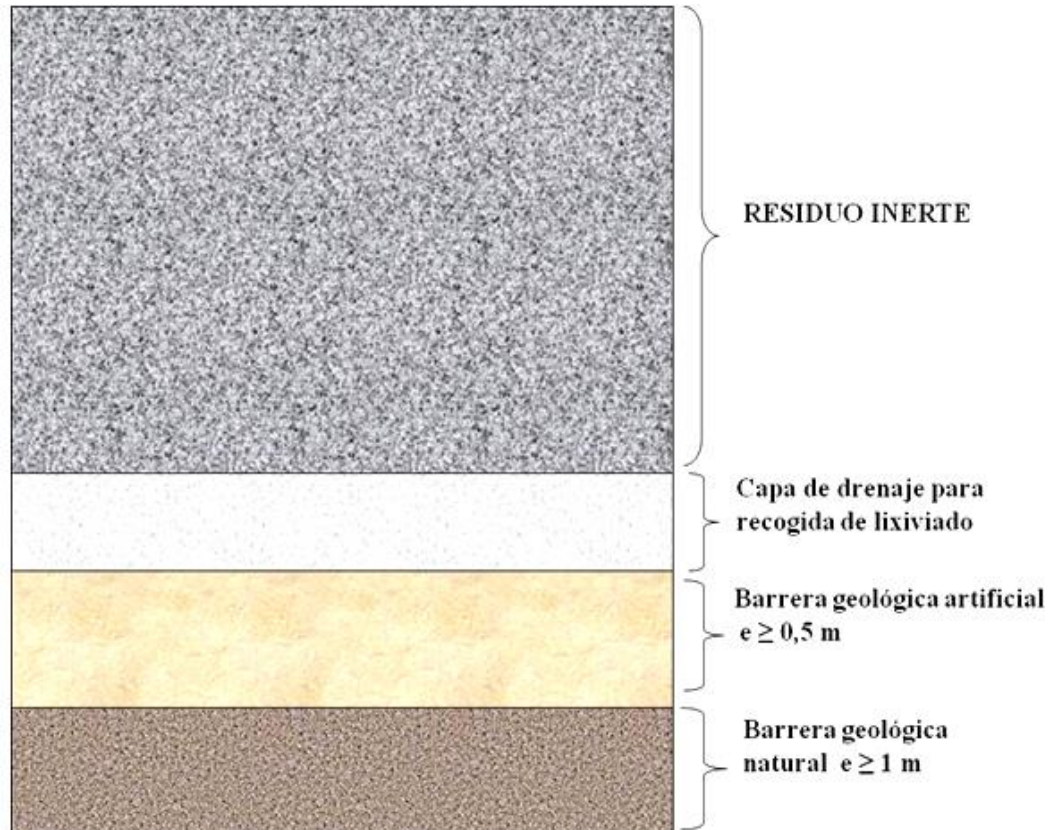
- La base y los lados del vertedero deben cumplir con requisitos de permeabilidad y espesor cuyo efecto combinado sea por lo menos equivalente a:
 - $k \leq 1,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
 - espesor $\geq 1 \text{ m}$
- Cuando la barrera geológica natural no cumpla las condiciones, se puede complementar con barrera geológica artificial
 - Capa mineral de un espesor $e \geq 0,5 \text{ m}$

**Condiciones
regionales o locales?**

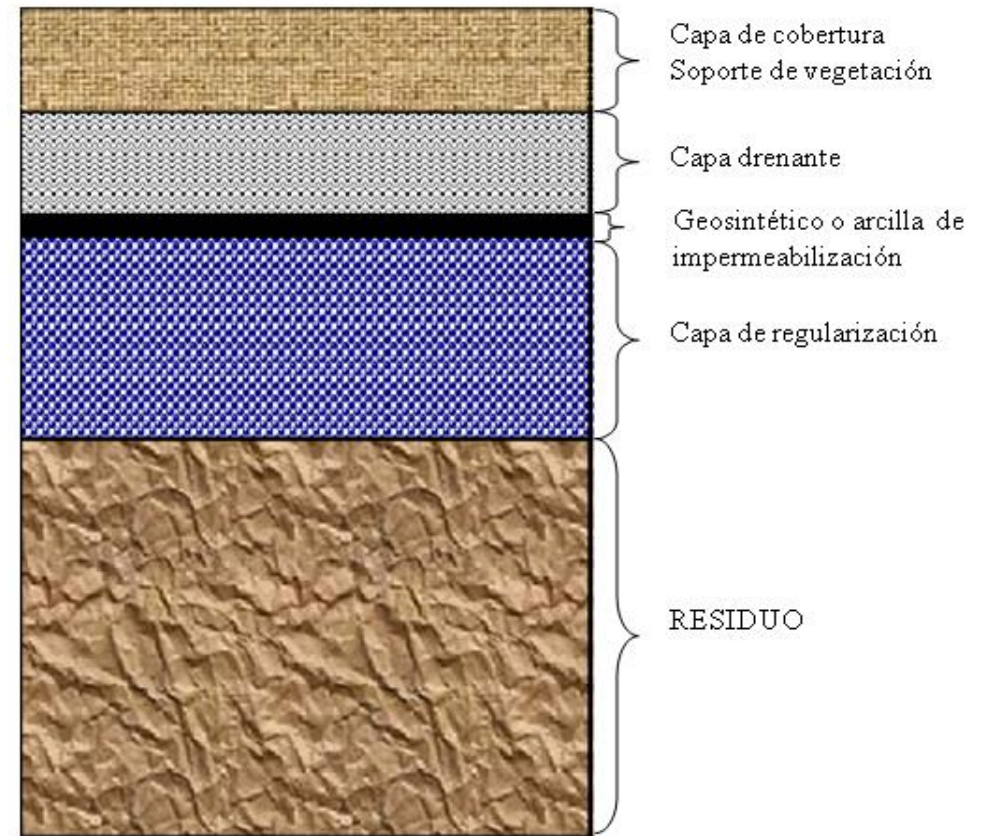
Disposición final: Diseño de barreras

Directiva Europea

Barrera inferior



Barrera superior



Brasil: CONAMA Nº 307/2002

Normas Técnicas relativas a los RCC

Norma	Título
NBR 15.112/04	RCC y residuos voluminosos. Áreas de transferencia y triaje. Directrices para proyecto, implantación y operación.
NBR 15.113/04	RCC y residuos inertes. Vertederos. Directrices para proyecto, implantación y operación.
NBR 15.114/04	RCC. Áreas de reciclaje. Directrices para proyecto, implantación y operación.
NBR 15.115/04	Agregados reciclados de RCC. Base de pavimentos. Procedimientos
NBR 15.116/04	Agregados reciclados de RCC. Pavimentos y preparación de hormigones sin función estructural.

Norma IRAM 1531:2016

Agregado Grueso para hormigón de cemento

• Agregado Grueso reciclado:



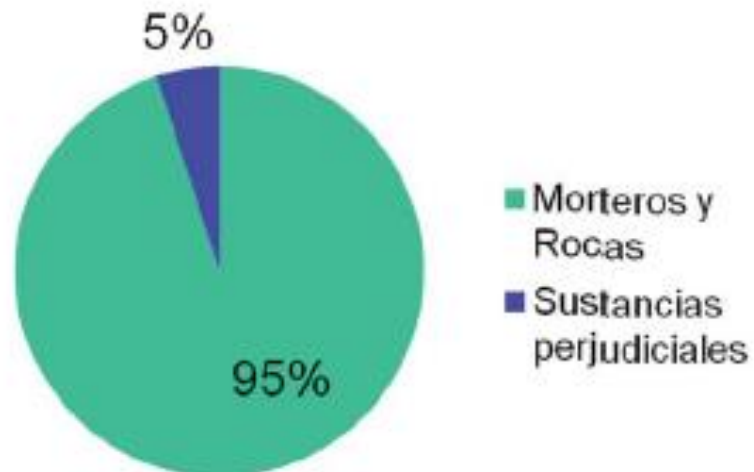
-demolición de obras de hormigón.

-trituration en planta de elementos prefabricados

-trituration de restos de hormigón elaborado endurecido

-recuperados por lavado de los restos de hormigón fresco elaborado con agregados gruesos mixtos.

Composición Agregado Grueso Reciclado



Condiciones

-20% de agregado grueso reciclado.

-Aplicación: hormigones en masa o armados de clase H30 o menor

Requisitos normativos para áridos reciclados

(Moya M. L., Mercante, I.)

Requisitos	RILEM [1]			Japón [2] [3]			Bélgica [4]		Hong Kong [5]	Alemania [6] [7]				Inglaterra [8]		Australia [9] [10]	Holanda [11]	Brasil [12] [13]	España [14] [15]	
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	GBSB I	GBSB II		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	RCA	RA					
Densidad seca (Kg/m ³)	≥1500	≥2000	≥2400	≥2200			≥1600	≥2100	≥2000	≥2000		≥1800	≥1500	-	-	≥2100	-	-	-	
Absorción (%)	≤20	≤10	≤3	≤3	≤5	≤7	≤18	≤9	≤10	≤10	≤15	≤20	-	-	-	≤6	-	≤12	≤7	
Contenido de materia de densidad <2200 kg/m ³ (%)	-	≤10	≤10	-	-	-	-	≤10	-	-	-	-	-	-	-	-	≤10	-	-	
Contenido de materia de densidad <1800 Kg/m ³ (%)	≤10	≤1	≤1	-	-	-	≤10	≤1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Contenido de materia de densidad <1000 Kg/m ³ (%)	≤1	≤0,5	≤0,5	-	-	-	≤1	≤0,5	≤0,5	-	-	-	-	≤0,5	≤1	-	-	-	≤1	
Contenido de materiales extraños (metales, vidrios) (%)	≤5	≤1	≤1	Cont. de yeso e impurezas de 5 <1950 kg/m ³ = 10 Kg/m ³ Cont. de asfalto, madera, plásticos, papel, y partículas retenidas en tamiz 1,2mm o 5 <1200 kg/m ³ = 2 kg/m ³			≤1	≤1	Ver norma DIN 4223				≤1	≤1	≤2	-	≤3	≤1		
Índice de lasjas	-	-	-	-	-	-	-	-	≤40	-	-	-	-	-	-	-	≤40	-	-	
Índice del 10% de finos	-	-	-	-	-	-	-	-	100kN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Contenido de metales (%)	≤1	≤1	≤1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Contenido de materia orgánica (%)	≤1	≤0,5	≤0,5	-	-	-	≤0,5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Contenido de finos (<0,063mm) (%)	≤3	≤2	≤2	-	-	-	≤5	≤3	≤4	≤4				≤5	≤3	-	≤3	-	-	
Resistencia a las heladas (%)	-	-	-	≤12	≤40/≤12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤5	
Contenido de arenas <4mm (%)	≤5			-	-	-	-	-	≤5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤5	
Contenido de sulfatos (%)	≤1			-	-	-	≤1		≤1	-	-	-	-	≤1	≤1	-	≤1	≤1	≤0,8	
Contenido de cloruros (%)	-	-	-	-	-	-	≤0,06		≤0,05	≤0,04			≤0,15		-	-	-	≤1	≤1	≤0,05
Contenido de asfalto (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤1			-	≤5	≤10	-	-	-	≤1	
Contenido de cerámico (%)	≤100	-	-	-	-	-	≤100	-	-	-	≤30	≤80	-	≤100	≤100	-	-	-	≤5	

Resultados

Requisitos para elaboración de normativa regional de acuerdo a los usos

Aplicaciones	Hormigón No Estructural	Base y sub-base de caminos
Requisitos		
Absorción	X	X
Densidad	X	X
Contenido de materiales extraños	X	-
Cloruros	X	X
Sulfatos	X	X
Contenido de finos	X	X
Contenido de material cerámico	X	-

De un total de 10 reglamentaciones que contienen 17 especificaciones, los parámetros más comunes son siete

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 =

