



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

COMUNICACIÓN TÉCNICA

La nueva gestión sostenible de los residuos municipales

Autor: Ramon Sans Fonfria

Institución: Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Politécnica de Cataluña
E-mail: Ramon.Sans@upc.edu



RESUMEN:

Objetivo: Realizar una gestión más sostenible de los residuos municipales. ¿Cómo? Incrementando el porcentaje de recogida selectiva, especialmente la fracción orgánica. Valorizando las fracciones recogidas selectivamente. Mediante tratamiento mecánico de la fracción resto. Realizando una valoración de las fracciones rechazo (fracción que procede del tratamiento mecánico de la fracción orgánica y de la fracción resto). El estudio se basa en las siguientes pruebas piloto: 1. Estudio de la composición y cantidades de las fracciones (rechazos) generadas en el tratamiento mecánico de la orgánica y del resto. 2. Seguimiento en depósito controlado del 'rechazo de resto' y 'rechazo mixto' embalado. 3. Seguimiento de la utilización del 'rechazo de resto' embalado como material de restauración de espacios degradados. 4. Seguimiento en depósito controlado de la fracción 'resto' embalado. 5. Estudio de la posible valorización de las fracciones 'finos' y 'gruesos' procedentes del tratamiento mecánico de las balas de 'rechazo resto' y 'rechazo mixto' después de un cierto tiempo de estar embaladas en el depósito controlado. Para el estudio del punto 1 se consideran 6 escenarios de actuación en cuanto a la calidad y cantidad de la fracción orgánica recogida, aplicando estudios estadísticos y generando finalmente una tabla comparativa de los costes ambientales, económicos y sociales de cada uno de estos escenarios- Los estudios de los puntos 2 y 3 (tiempo del experimento 3 años) han dado como resultado de las pruebas experimentales los siguientes resultados: Evolución rápida del residuo hacia la estabilización, prácticamente ausencia de lixiviados, la medida de los gases (con escasa generación de biogás) generados y la caracterización de las balas confirman la estabilización. El estudio del punto 4 (prueba a 3 años pero proceso experimental en el primer año) presenta el siguiente resultado: Se generan lixiviados, elevada producción de biogás en el vaso, lo que implica un proceso anaerobio importante. El estudio del punto 5 nos permite sacar las siguientes conclusiones: Fracción gruesa que representa aproximadamente el 75% de la bala y formada básicamente en un 95% por plástico, papel, ropa y envases compuestos con un PCI de 16 MJ/kg. Fracción susceptible de ser valorizada como CDR (Combustible derivado de los residuos). Fracción fina 25% de la bala, formada por pequeños trozos de plástico, papel, inertes y biodegradables muy estabilizados.

OBJETIVO: REALIZAR UNA GESTIÓN MÁS SOSTENIBLE DE LOS RM. ¿CÓMO?

- Incrementado el porcentaje de recogida selectiva, especialmente la fracción Orgánica.
- Valorizando las fracciones recogidas selectivamente
- Mediante tratamiento mecánico de la fracción “resto”
- Realizando una valorización de la fracción “rechazo” (fracción que procede del tratamiento mecánico de la fracción orgánica recogida selectivamente y de la fracción resto).

1. PRUEBAS PILOTO EN LAS QUE SE BASA EL ESTUDIO

1.1 Estudio de la composición y cantidades de las fracciones (rechazos) generadas en el tratamiento mecánico de la FORM y de la RFORM*

1.2 Seguimiento del “rechazo de resto” y “rechazo mixto” embalado**.

1.3 Seguimiento de la utilización del “rechazo de resto” embalado como material de restauración de espacios degradados***.

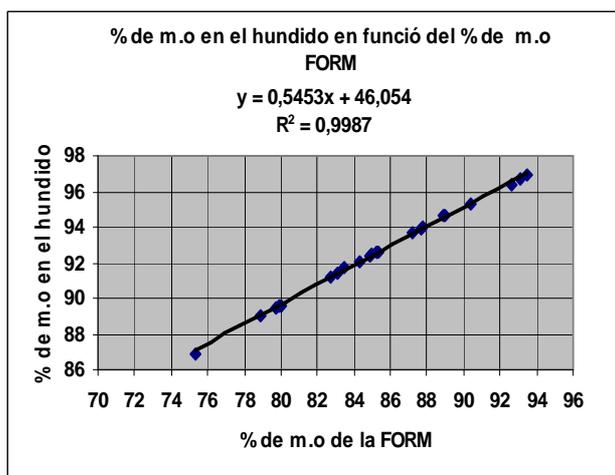
1.4 Seguimiento de la fracción resto embalada y en deposito**.

1.5 Estudio de la composición y cantidades de las fracciones “finos” y “gruesos” procedentes del tratamiento mecánico de las balas de “rechazo mixto y de resto” después de un cierto tiempo de estar embaladas**.

2. TRATAMIENTO MECÁNICO DE LOS RESIDUOS: RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN*

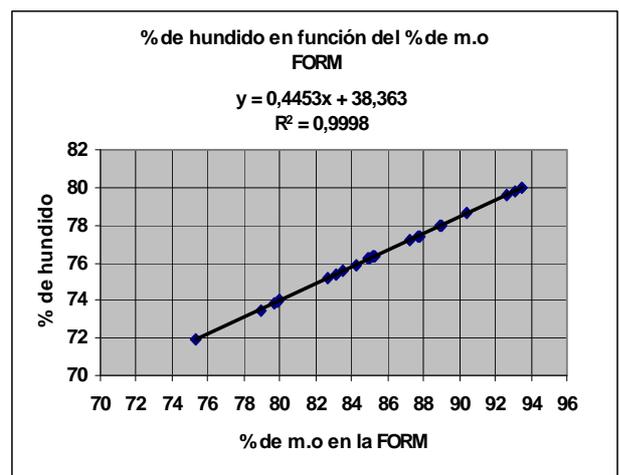
Tratamiento mecánico mediante un tromel de 90x90 mm de la fracción orgánica (FORM) de los residuos municipales recogida selectivamente.

Gràfica 1

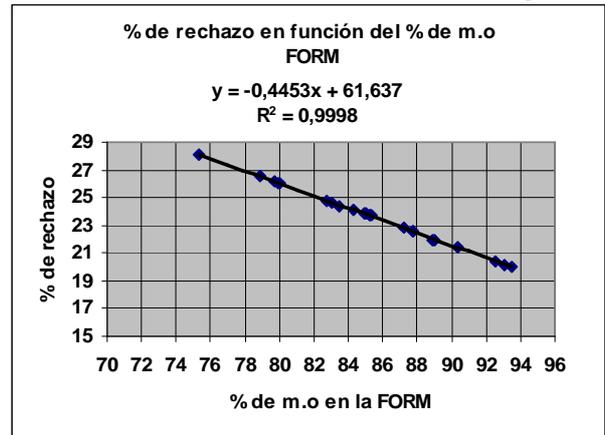
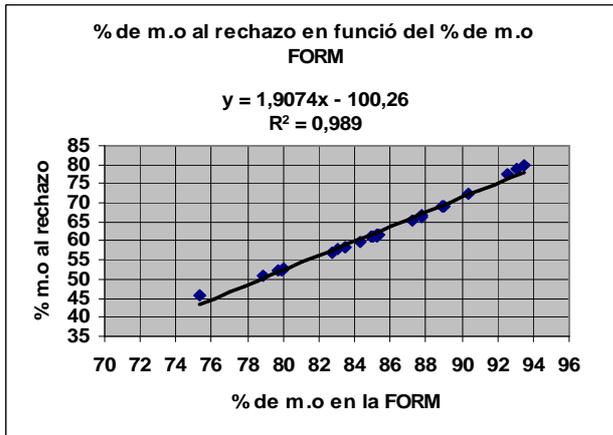


Gràfica 3

Gràfica 2



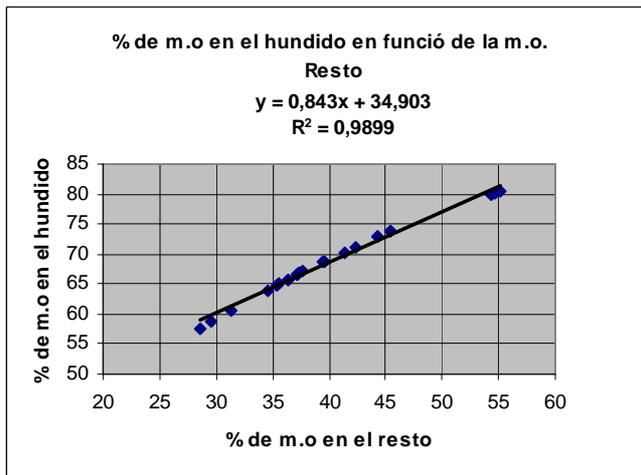
Gràfica 4



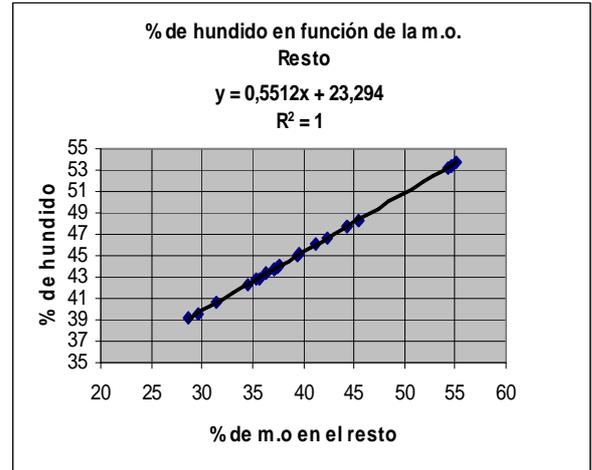
Comentario: Se puede observar la relación lineal entre el % de m.o. de la FORM recogida selectivamente y el % de m.o. en el hundido y el rechazo (gráficas 1 y 3), así como el rendimiento del hundido y rechazo final (gráficas 2 y 4).

Tratamiento mecánico mediante un tromel de 90x90 mm de la fracción Resto (RFORM) de los residuos municipales.

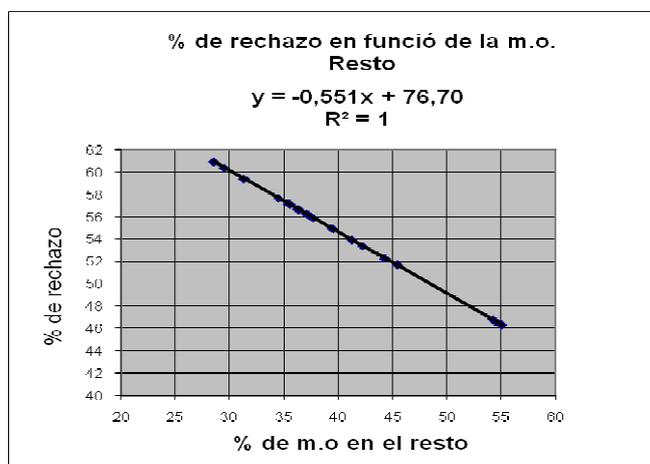
Gráfica 5



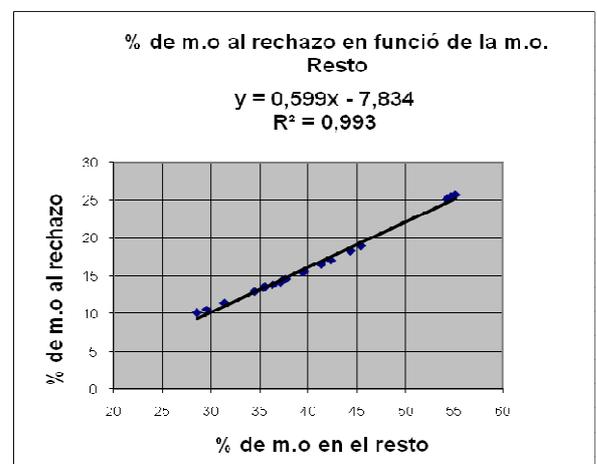
Gráfica 6



Gráfica 7



Gráfica 8



Comentario: Se puede observar la relación lineal entre el % de m.o. del Resto y el % de m.o. en el hundido y el rechazo (gráficas 5 y 8), así como el rendimiento del hundido y rechazo final (gráficas 6 y 7).

Suponiendo la siguiente composición de los residuos municipales y el rendimiento de la recogida selectiva *:

Tabla 2

Podemos considerar diversos escenarios de actuación:

Escenario 1: Alto porcentaje de m.o. en la r.s. de la fracción orgánica y alto porcentaje de la población que realiza la separación.

Escenario 2: Alto porcentaje de m.o. en la r.s. de la fracción orgánica y medio porcentaje de la población que realiza la separación.

Escenario 3: Alto porcentaje de m.o. en la r.s. de la fracción orgánica y bajo porcentaje de la población que realiza la separación.

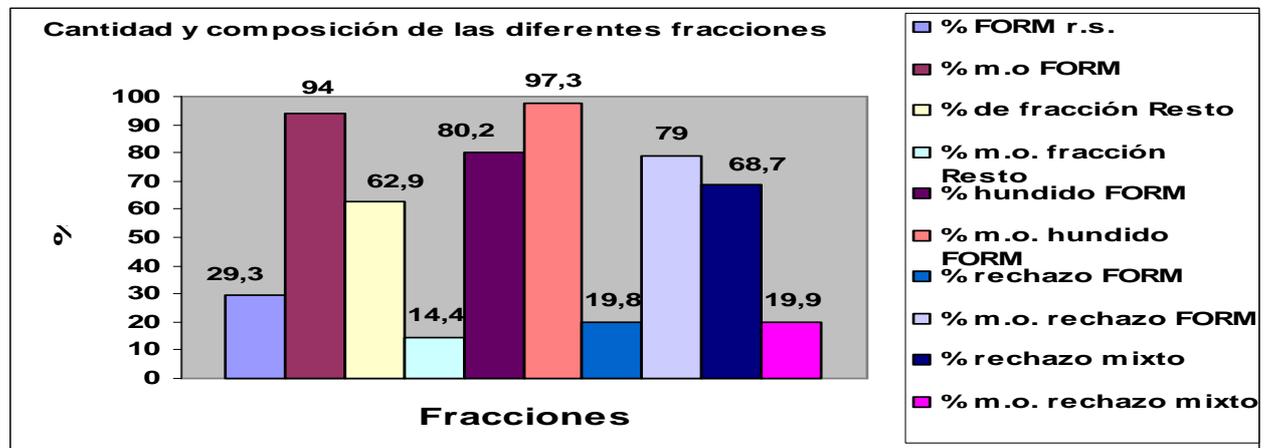
Escenario 4: Bajo porcentaje de m.o. en la r.s. de la fracción orgánica y alto porcentaje de la población que realiza la separación.

Escenario 5: Bajo porcentaje de m.o. en la r.s. de la fracción orgánica y medio porcentaje de la población que realiza la separación.

Escenario 6: Bajo porcentaje de m.o. en la r.s. de la fracción orgánica y bajo porcentaje de la población que realiza la separación.

Escenario 1: 94% de biodegradable en la FORM y 80% de recogida.

Gráfica 9



En este escenario:

- No sería necesario el tratamiento mecánico de la FORM, ni tampoco la fracción resto que contendría un bajo porcentaje de biodegradable (14,4%).
- En el caso de querer una fracción orgánica de alta calidad, el tratamiento mecánico de la FORM nos permitiría obtener una fracción de muy alta calidad

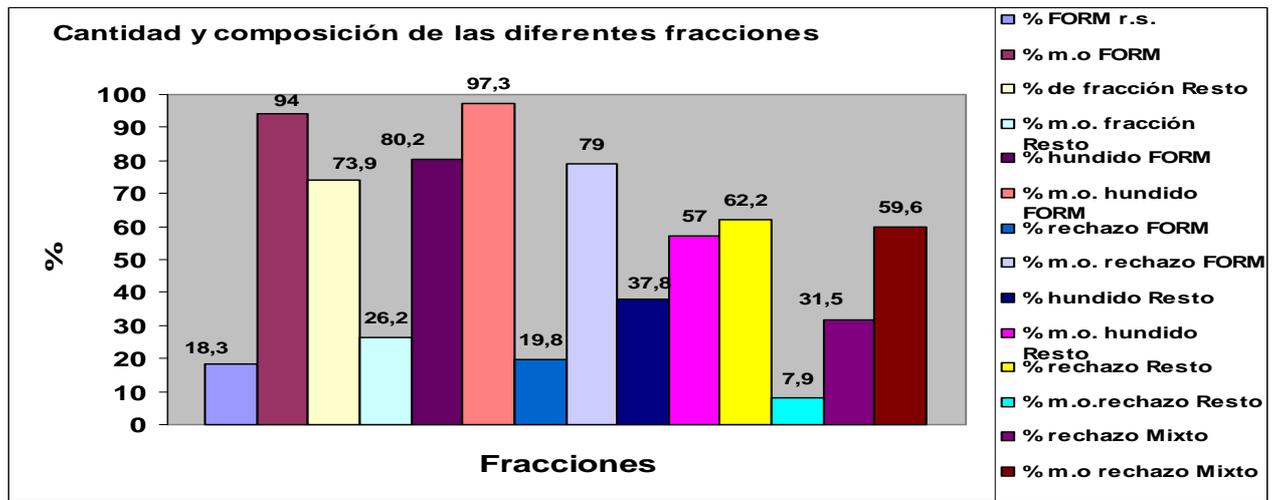
| | % de m.o. | % de papel + cartón | % de vidrio | % de envases ligeros |
|-----------------------|-----------|---------------------|-------------|----------------------|
| Composición de los RM | 36,6 | 18,5 | 7,2 | 15,2 |
| Rendimiento r.s. | | 23,1 | 35,7 | 6,2 |

(97,3% de biodegradable) perdiendo solo el 19,8% de la FORM recogida (que corresponde al 5,8% de todo el RM) con un elevado porcentaje de biodegradable (79%), se puede realizar una estabilización rápida y posterior embalado o juntarla con la fracción resto para darnos un total del 68,7 % de todo el RM con un porcentaje bajo de biodegradable (20%).

- El 92,2% del RM es valorizable (sin considerar las otras recogidas selectivas).

Escenario 2: 94% de biodegradable en la FORM y 50% de recogida

Gráfica 10

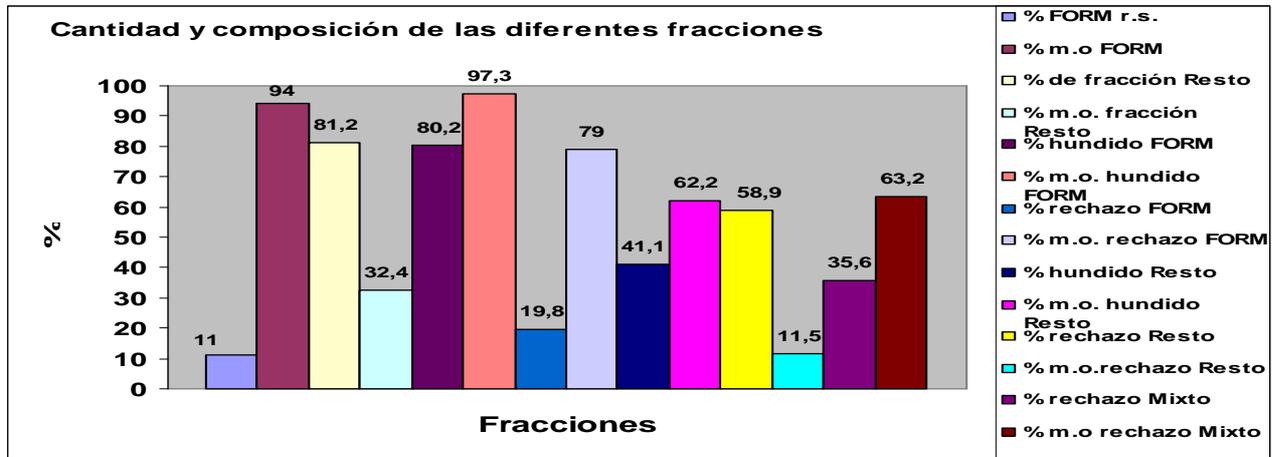


En este escenario:

- No sería necesario el tratamiento mecánico de la FORM
- En el caso de querer una fracción orgánica de alta calidad, el tratamiento mecánico de la FORM nos permitiría obtener una fracción de muy alta calidad (97,3% de biodegradable) perdiendo solo el 19,8% de la FORM recogida con un porcentaje elevado de biodegradable (79%).
- Si que sería necesario el tratamiento de la fracción resto (contiene el 26,2% de m.o.), obteniendo: un 37,8% del total del resto en forma de hundido con un contenido del 57% de m.o. y un rechazo del 62,2% del total del resto con un bajo contenido de m.o. (7,9%).
- El rechazo de la FORM y hundido del resto representa el 31,5% de todo el RM con un contenido en biodegradables del 59,6% debería ser tratado mediante una estabilización rápida y embalado posterior.
- El 64,3% del RM es valorizable (sin considerar las otras recogidas selectivas).

Escenario 3: 94% de biodegradable en la FORM y 30% de recogida

Gráfica 11

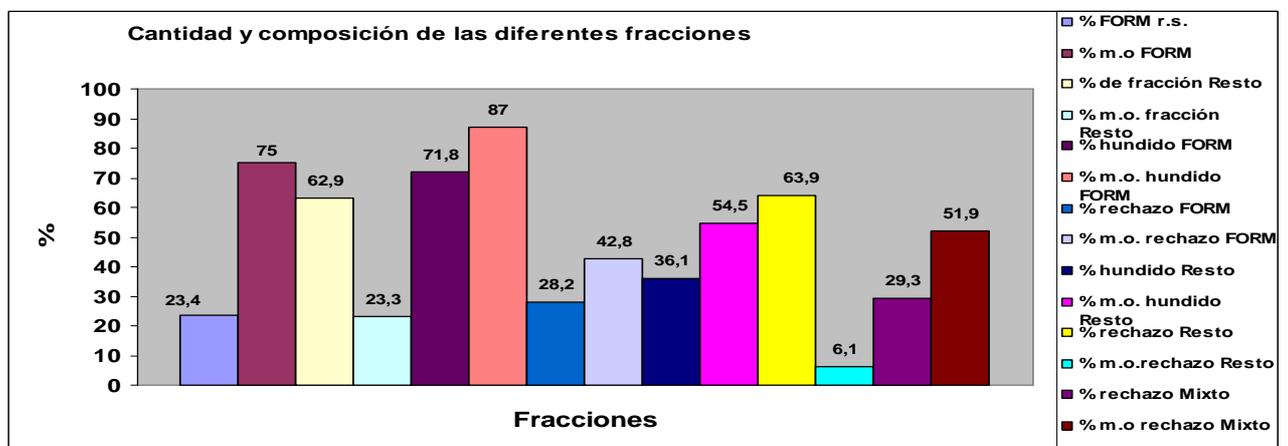


En este escenario:

- No sería necesario el tratamiento mecánico de la FORM
- En el caso de querer una fracción orgánica de alta calidad, el tratamiento mecánico de la FORM nos permitiría obtener una fracción de muy alta calidad (97,3% de biodegradable) perdiendo solo el 19,8% de la FORM recogida con un porcentaje elevado de biodegradable (79%).
- Si que sería necesario el tratamiento de la fracción resto (contiene el 32,4% de m.o.), obteniendo: un 41,1% del total del resto en forma de hundido con un contenido del 62,2% de m.o. y un rechazo del 58,9% del total del resto con un bajo contenido de m.o. (11,5%).
- El rechazo de la FORM y hundido del resto representa el 35,6% de todo el RM con un contenido en biodegradables del 63,2% debería ser tratado mediante una estabilización rápida y embalado posterior.
- El 58,8% del RM es valorizable (sin considerar las otras recogidas selectivas)

Escenario 4: 75% de biodegradable en la FORM y 80% de recogida

Gráfica 12



En este escenario:

- Sería necesario el tratamiento mecánico de la FORM
- El tratamiento mecánico de la FORM nos permitiría obtener una fracción de media calidad (87% de biodegradable) perdiendo el 28,2% de la FORM recogida con un 42,8% de biodegradable
- Si que sería necesario el tratamiento de la fracción resto (contiene el 23,3% de

| | Tra. mecá. FORM | Gestión rechazo FORM | % RM en Rechazo FORM | Compost alta calidad | % RM a compost | Utilizaci. directa Resto | Trata. mecán. Resto | % RM Valoriz. |
|--------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|--------------------------|---------------------|---------------|
| Esce.1 | No | | | Si | 29,3 | Si | No | 92,2 |
| Esce.2 | No | | | Si | 18,3 | No | Si | 64,3 |
| Esce.3 | No | | | Si | 11 | No | Si | 58,8 |
| Esce.4 | Si | Difícil | 6,6 | Si? | 16,8 | No | Si | 57 |
| Esce.5 | Si | Difícil | 4,1 | Si? | 10,5 | No | Si | 54,6 |
| Esce.6 | Si | Difícil | 2,5 | Si? | 6,3 | No | Si | 53 |

| | Utilización hundido Resto | Gestión hundido Resto | % RM a hundido | Utilización rechazo Resto | % RM a rechazo | Costes económicos | Cumplimiento escenario |
|--------|---------------------------|-----------------------|----------------|---------------------------|----------------|-------------------|------------------------|
| Esce.1 | | | | | | Muy elevados | Muy difícil |
| Esce.2 | No | Difícil | 27,9 | Si | 46 | Elevados | Medio |
| Esce.3 | No | Difícil | 33,4 | Si | 47,8 | Bajos | Fácil |
| Esce.4 | No | Difícil | 22,7 | Si | 40,2 | Elevados | Muy difícil |
| Esce.5 | No | Difícil | 29,8 | Si | 44,1 | Bajos | Fácil |
| Esce.6 | No | Difícil | 34,6 | Si | 46,7 | Nulos | Muy Fácil |

m.o.), obteniendo: un 38,1% del total del resto en forma de hundido con un contenido del 54,5% de m.o. y un rechazo del 63,9% del total del resto con un bajo contenido de m.o. (6,1%).

- El rechazo de la FORM y hundido del resto representa el 29,3% de todo el RM con un contenido en biodegradables del 51,9% debería ser tratado mediante una estabilización rápida y embalado posterior.
- El 57% del RM es valorizable (sin considerar las otras recogidas selectivas)

Tabla 3

Los escenarios 5 y 6 son mucho peores que los 4 anteriores y no los considero, aunque si serán considerados en la tabla siguiente.

3. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DEL RESIDUO EMBALADO (RECHAZO)

3.1 BALAS DE RECHAZO EN DEPOSITO CONTROLADO (25.948 BALAS → 37.242 TONELADAS)**

- La fracción biodegradable evoluciona rápidamente hacia su estabilización biológica (mediante un equilibrio entre procesos aerobios y anaerobios).
- Prácticamente ausencia de lixiviados (o lo podríamos llamar aguas percoladas) debido a:
Bajo contenido en materia orgánica en el residuo depositado
Por el sistema de depósito mediante balas plastificadas
Por el conjunto de actuaciones de impermeabilización i aislamiento del vaso.
- Las medidas de gases efectuadas confirman el proceso de estabilización biológica en el interior de las balas que se alcanza aproximadamente al cabo de 1 año.
- La caracterización de las balas en distintos intervalos de tiempo también confirman el proceso de estabilización biológica del residuo.

Vistas del depósito de balas



Visión de las distintas fracciones una vez caracterizada la bala





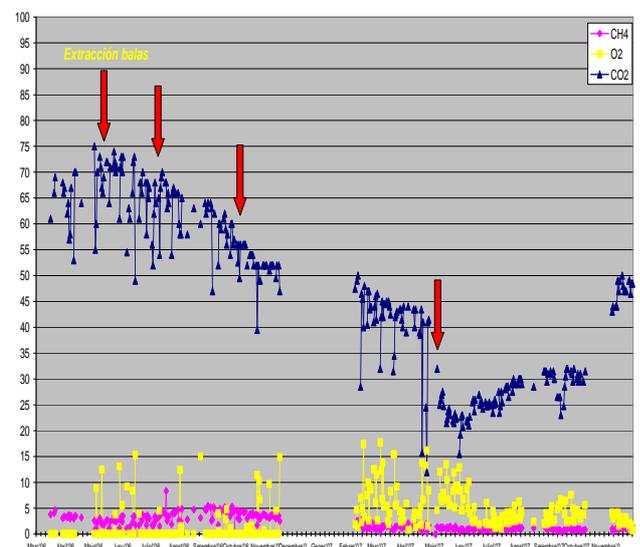
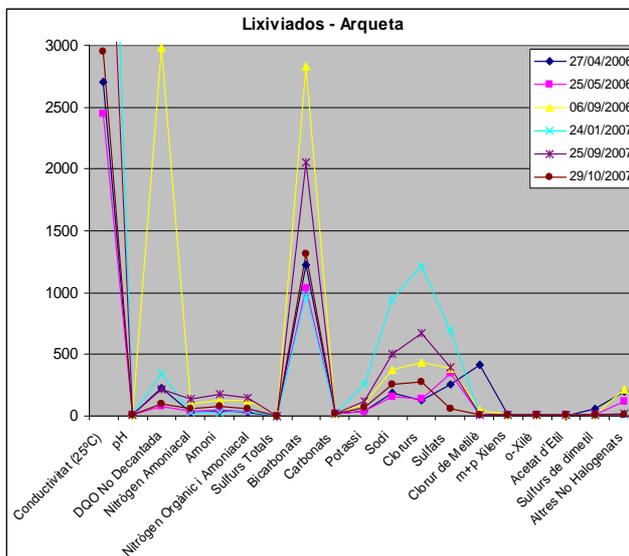
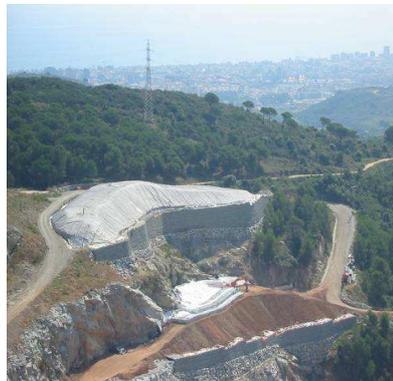
3.2 BALAS DE RECHAZO UTILIZADAS COMO MATERIAL DE RESTAURACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS (8.595 balsas 13.086 toneladas)***

- La fracción biodegradable evoluciona rápidamente

hacia su estabilización biológica (mediante un equilibrio entre procesos aerobios y anaerobios).

- Prácticamente ausencia de lixiviados (o lo podríamos llamar aguas percoladas) debido a:
 - Bajo contenido en materia orgánica en el residuo depositado
 - Por el sistema de depósito mediante balsas plastificadas
 - Por el conjunto de actuaciones de impermeabilización i aislamiento del vaso.
- Las medidas de gases efectuadas confirman el proceso de estabilización biológica en el interior de las balsas que se alcanza aproximadamente al cabo de 1 año.

La caracterización de las balsas en distintos intervalos de tiempo también confirman el



proceso de estabilización biológica del residuo

3.3 BALAS DE RESTO EN DEPOSITO CONTROLADO (5.805 toneladas)*

9.939

Este estudio piloto se esta empezando ha hacer (1er año de un total de 3 años de seguimiento). No obstante ya se pueden sacar algunas conclusiones iniciales:

- Se generan lixiviados.
- Las fracciones caracterizadas presentan una cierta degradabilidad biológica.
- Elevada producción de biogás en el vaso, lo que implica un proceso anaerobio importante.

a. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DEL TRATAMIENTO MECÁNICO DE LAS BALAS DE RECHAZO DESPUÉS DE MÁS DE UN AÑO EN EL DEPOSITO.**

Tratamiento mediante tromel de 60*60 con los siguientes resultados:

- Fracción gruesa que representa aproximadamente el 75% de la bala y formada básicamente en el 95% por plástico, papel, ropa y envases compuestos, exenta de finos y materia orgánica con un poder calorífico inferior (PCI) del orden de 16 MJ/kg. (4000 kcal/kg). Fracción susceptible de ser valorizada como Combustible derivado de los residuos (CDR)
- Fracción fina que representa aproximadamente el 25% de la bala y formada por pequeños trozos de plástico, papel, inertes y biodegradable estabilizado.

Textil, papel. Fracción gruesa Metales, inertes. Plásticos.



Fracción fina



Fracción fina





CONCLUSIONES

1. Es necesario incentivar la recogida selectiva de las fracciones y especialmente la fracción biodegradable, con la participación activa de la ciudadanía, los actores económicos y la sociedad civil
2. Para contenidos de impuros en la fracción orgánica superiores al 5% sería necesario el tratamiento mecánico de esta fracción para conseguir un compost o procesos de biometanización de calidad
3. Básicamente en todos los escenarios es necesario el tratamiento mecánico de la fracción resto y el embalado de esta fracción.
4. La fracción rechazo procedente del tratamiento mecánico de la resta, es valorizable de forma directa, bien como material de restauración de espacios degradados o valorizando la fracción gruesos (después de un cierto tiempo en el depósito) como CDR.
5. A la fracción rechazo del tratamiento mecánico de la FORM, así como a la fracción hundido del tratamiento mecánico del resto, se le debe realizar un proceso de estabilización rápido y a continuación el embalado para su deposición en depósitos controlados.
6. La fracción gruesa del tratamiento mediante procesos mecánicos (tromel) del rechazo de resto, después de un tiempo de estabilización puede ser utilizada como combustible derivado de los residuos.
7. La fracción fina del tratamiento mediante procesos mecánicos (tromel) del rechazo de resto, después de un tiempo de estabilización, altamente estabilizada, correspondería a aquella parte de todo el residuo que se debería depositar en un depósito controlado.

EMPRESA Y ADMINISTRACIONES PARTICIPANTES EN LOS PROYECTOS

El estudio que se presenta ha sido posible a los convenios de transferencia de la investigación entre la Universitat Politècnica de Catalunya (grupo de investigación *Sostenibilitat, Tecnologia i Humanisme: Recursos Naturals i Residus* (Ramon Sans) y *Modelización y Tecnología Ambiental* (José Maria Baldasano) y las instituciones y empresas que se detallan:

*

- Agencia de Residus de Catalunya.
- Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulic i Tractament de Residus(EMSHTR)

**

- Agencia de Residus de Catalunya.
- Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulic i Tractament de Residus
- TIRSSA
- GEOCISA

- Agencia de Residus de Catalunya.
- Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulic i Tractament de Residus
- TIRSSA
- GEOCISA
- Gestora de Runes de la Construcció