



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA

# ESTUDI PREDICTIU SOBRE LA PRODUCCIÓ DE BIOGÀS A L'ABOCADOR DE COLL CARDÚS

Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola  
de Barcelona. UPC

Alumna: Núria Antia Nart Barba  
Enginyeria tècnica agrícola  
esp.Hortofructicultura i Jardineria

Tutora: Montserrat Pujolà

Desembre del 2006



## ÍNDEX

Resums .....	6-8
Agraïments .....	9

### **1. INTRODUCCIÓ**

---

1.1 Gestió dels Residus Sòlids Urbans a Catalunya .....	11
1.2 Problemàtica social dels abocadors .....	14
1.3 Fluxos d'entrada i sortida en un abocador .....	15
1.4 Legislació catalana de residus .....	16
1.4.1 Classificació abocadors .....	16
1.4.2 Criteris d'acceptació de residus .....	16
1.4.3 Legislació catalana .....	18

### **2. OBJECTIUS**

---

Objectius .....	22
-----------------	----

### **3. CARACTERITZACIÓ DE L'ABOCADOR COLL CARDÚS**

---

3.1 Característiques de l'abocador de Coll Cardús .....	24
3.1.1 Descripció .....	24
3.1.2 Complex i instal·lacions .....	25
3.2 Cicle del residu dins l'abocador .....	27
3.2.1 Procés d'acceptació del residu .....	27
3.2.2 Tipus de residus entrants acceptats .....	28
3.2.2.1 Residus sòlids urbans .....	29
3.2.2.2 Residus industrials assimilables a Residus sòlids urbans .....	33
3.2.3 Distribució del residu: Abocament .....	36
3.3 El gas d'abocador: Biogàs .....	38
3.3.1 Generació i característiques del gas de l'abocador .....	39
3.3.2 Factors que afecten la producció de biogàs .....	43
3.3.3 Anàlisi tipus del gas d'abocador de Coll Cardús .....	44
3.3.4 Procés de recollida i captació de biogàs .....	44
3.3.4.1 Tecnologia de l'extracció del biogàs .....	46
3.3.4.2 Procés de valorització del biogàs .....	48

## **4. ESTIMACIÓ DE LA PRODUCCIÓ DE BIOGÀS A L'ABOCADOR DE COLL CARDÚS**

---

4.1 Càlcul del volum de producció de biogàs .....	51
4.1.1 Descripció del residu entrant .....	51
4.1.2 Residu sòlid urbà .....	53
4.1.3 Residus de Fustes i Embalatges .....	59
4.1.4 Residus amb Elevada Càrrega Orgànica .....	60
4.1.5 Residus industrials .....	61
4.2 Càlcul de la distribució del volum de biogàs al llarg del temps .....	64
4.2.1 Residus sòlids urbans .....	65
4.2.1.1 Biogàs produït pels RSU ràpidament biodegradables .....	65
4.2.1.2 Biogàs produït pels RSU lentament biodegradables .....	67
4.2.1.3 Correcció dels valors obtinguts .....	68
4.2.2 Resum dels càlculs finals .....	70

## **5. RESULTATS**

---

5.1 Producció de biogàs dels residus sòlids urbans .....	76
5.2 Producció de biogàs dels residus de fustes i embalatges .....	78
5.3 Producció de biogàs dels residus amb elevada càrrega orgànica .....	80
5.4 Producció de biogàs dels residus industrial .....	82
5.5 Producció global de biogàs .....	84
5.6 Comparació entre les teòriques i la realitat .....	89

## **6. CONCLUSIONS**

---

Conclusions .....	91
-------------------	----

## **BIBLIOGRAFIA**

---

## **ANNEX A**

---

## **ANNEX B**

---



## Resum

Com a conseqüència de la política europea sobre tractament de residus municipals, que prioritza la gestió d'aquests residus mitjançant la recollida selectiva, s'ha produït un descens en els últims anys del percentatge de residus destinats als abocadors. Tot i així, continua augmentant la quantitat abocada als dipòsits controlats, degut a l'increment en la generació de residus.

A Catalunya, l'any 2005 es van generar prop de **4.200.000** tones de residus municipals, de les que, aproximadament, el 50% en pes s'abocaren en 30 dipòsits controlats de residus no especials en actiu al territori català. D'altra banda, el total de residus industrials produïts al 2005 va ser de **6.400.000** tones de les que un 22% van anar a parar als abocadors adequats depenent de la perillositat del residu.

Per efectes de la descomposició anaeròbia de la matèria fermentable continguda en el rebuig abocat en dipòsits controlats, es produeix un gas anomenat gas o biogàs d'abocador, compost en gran part per una barreja de metà i diòxid de carboni, en proporcions variables pròximes al 50%.

En aquest treball s'ha elaborat un estudi predictiu sobre el potencial de producció de biogàs del total de residus abocats entre el 1994 i 2004 a l'abocador de Coll Cardús. Per a realitzar aquest estudi, s'ha utilitzat la metodologia proposada per G.Tchobanoglous (1994).

Els resultats obtinguts reflecteixen un volum de biogàs produït bàsicament per residus urbans i industrials (93%) i per residus de fustes i embalatges i residus amb elevada matèria orgànica (7%).

La corba de producció de biogàs dels residus urbans i la dels residus industrials, tenen un comportament semblant. És a dir, durant els 10 primers anys s'observa un increment gradual del volum de biogàs produït, però a partir de l'onzè any es produeix un descens marcat d'aquest, fins a arribar a una producció nul·la 24 anys després del primer abocament .

La corba de producció de biogàs dels residus de fustes i embalatges, formats en gran part per fraccions de matèria orgànica lentament biodegradables, arriba a la taxa màxima de producció de biogàs 3 anys després de que ho facin els residus urbans i els industrials. Al cap de 24 anys es considera que els residus de fustes i embalatges no produeixen biogàs.

Ben al contrari, la corba de producció de biogàs dels residus amb elevada càrrega orgànica, formats bàsicament per fraccions de matèria orgànica ràpidament biodegradables, aconsegueix el seu màxim 4 anys després del primer abocament. A més, aquests residus difereixen dels altres perquè únicament són susceptibles de produir biogàs durant 15 anys.

**Paraules clau:** Abocador; Residu sòlid; Fermentació; Biogàs; Recurs energètic

Como consecuencia de la política europea sobre el tratamiento de residuos municipales, que prioriza la gestión de estos residuos mediante la recogida selectiva, se ha producido un descenso en los últimos años del porcentaje de residuos destinados a vertederos. No obstante, continúa aumentando la cantidad vertida en los depósitos controlados, debido al incremento en la generación de residuos.

En Catalunya, durante el año 2005 se generaron cerca de **4.200.000** toneladas de residuos municipales, de los que, aproximadamente, el 50% en peso se vertieron en 30 depósitos controlados de residuos no especiales en activo en el territorio catalán. Por otra parte, el total de residuos industriales producidos en el 2005 fue de **6.400.000** toneladas de los que un 22% se depositaron en vertederos adecuados dependiendo de la peligrosidad del residuo.

Por efectos de la descomposición anaerobia de la materia fermentable contenida en el desecho vertido en depósitos controlados, se produce un gas llamado gas o biogás de vertedero, compuesto en gran parte por una mezcla de metano y dióxido de carbono, en proporciones variables próximas al 50%.

En este trabajo se ha elaborado un estudio predictivo sobre el potencial de producción de biogás del total de residuos vertidos entre el 1994 y 2004 en el vertedero de Coll Cardús. Para realizar este estudio, se ha utilizado la metodología propuesta por G.Tchobanoglous (1994).

Los resultados obtenidos reflejan un volumen de biogás producido básicamente por residuos urbanos e industriales (93%) y por residuos de maderas y embalajes y residuos con elevada materia orgánica (7%).

La curva de producción de biogás de los residuos urbanos y la de los residuos industriales, tienen un comportamiento parecido. Es decir, durante los 10 primeros años se observa un incremento gradual del volumen de biogás producido, pero a partir del onceavo año se produce un descenso marcado de éste, hasta llegar a una producción nula 24 años después del primer vertido .

La curva de producción de biogás de los residuos de maderas y embalajes, formados en gran parte por fracciones de materia orgánica lentamente biodegradables, alcanza su tasa máxima de producción de biogás 3 años después de que lo hagan los residuos urbanos y los industriales. Al cabo de 24 años se considera que los residuos de maderas y embalajes no producen biogás.

En cambio, la curva de producción de biogás de los residuos con elevada carga orgánica, formados básicamente por fracciones de materia orgánica rápidamente biodegradables, consigue su máximo 4 años después del primer vertido. Además, estos residuos difieren de los otros porque únicamente son susceptibles de producir biogás durante 15 años.

**Palabras clave:** Vertedero; Residuo sólido; Fermentación; Biogás; Recurso energético

As consequence of the european politics about municipal waste treatment, which purpose is to manage these wastes by means of dust selection, a decrease of waste destined to landfill has been produced in the latest years. However, the amount dumped in a landfill is still increasing due to the increment of waste generation.

In 2005 near **4.200.000** tones of municipal waste have been generated in Catalunya. Aproximely 50% of weigth of these waste has been dumped in 30 non-special-active lanfills in the catalan territory. On the other hand, **6.400.000** tones was the total amount of industrial waste produced in 2005. The 22% of these ended up in adequate landfills depending on the waste dangerousity .

Due to the anaerobic descomposition of fermentable matter contained in the waste dumped in landfill, a gas called gas or landfill gas is produced. It is mainly composed by a mixture of methane and carbone dioxide, in variable proportions close to 50%.

In this project a predictive study about the potential production of landfill gas from the total amount of waste dumped between 1994-2004 in Coll Cardús landfill has been elaborated. To carry it out, it has been used the methodology suggested by G.Tchobanoglous (1994).

The results obtained reflect a landfill gas volume mainly produced by municipal and industrial waste (93%) and also produced by wood and wrapper waste and high organic matter waste (7%).

The municipal and industrial waste landfill gas production curve have a similar behaviour. Concretely, during the first 10 years a gradual increase of landfill gas production is observed, but from the eleventh year on, an important decrease is produced, untill reaching an invalid production after 24 years of the first waste dumped.

The wood and wrapper waste, composed in vast majority of fractions of organic matter slowly biodegradable, have a landfill gas production curve which reaches the maximum production rate 3 years after that municipal and industrial waste do. After 24 years it is considered that wood and wrapper waste are not able to produce landfill gas.

Completely different, high organic matter waste, composed in vast majority of fractions of organic matter rapidly biodegradable, have a landfill gas production curve which reaches the maximum 4 years after the fisrt waste dumped. Moreover, these types of waste are different from the others because they produce landfill gas only during 15 years

**Key words** : Landfill; Solid waste; Fermentation; Landfill gas; Energetic resources



## **Agraïments**

Durant l'últim curs de la carrera se'm va presentar l'oportunitat de realitzar un conveni, entre la Universitat d'Agricultura de Barcelona i l'empresa TRATESA, en concret, dins dels departaments de Gestió de Residus i Biogàs de l'abocador de Coll Cardús de Vacarisses. D'aquesta manera vaig començar el present treball final de carrera.

Durant aquesta estada, he conegut a moltes persones, de les quals he après molt, i que han fet possible aquest treball:

L'Hector Álvarez, que va ser la primera persona que em va donar l'oportunitat de fer el treball a TRATESA.

La Marta Mena que m'ha guiat i supervisat el treball i s'ha encarregat d'ensenyar-me el funcionament de cadascún dels departaments de l'abocador de Coll Cardús.

Al Leonardo, que cada dia m'acompanyava fins a l'abocador i era el meu mitjà de transport.

I cadascún dels treballadors que m'han aportat coneixements i un molt bon ambient de treball.

No em voldria descuidar de la Montserrat Pujolà, que ha estat la meva tutora del projecte i que tot i estar carregada de feina, sempre ha estat disposada a ajudar-me amb molta amabilitat.

Moltes gràcies a tots.

## **1. INTRODUCCIÓ**

## 1.Introducció

### 1.1 Gestió dels RSU a Catalunya

### 1.2 Problemàtica social dels abocadors

### 1.3 Fluxos d'entrada i sortida en un abocador

### 1.4 Legislació catalana de residus

Els residus, conseqüència del model de societat desenvolupada en la que vivim, s'originen en processos productius, de distribució i de consum. El creixement de la població, l'augment de les zones urbanitzades i, en general, el desenvolupament econòmic han anat acompanyats d'un increment en la generació dels diferents tipus de residus (municipals, industrials, agrícoles, sanitaris, etc.). Els nivells de producció que estan assolint i la seva naturalesa impossibiliten que els seus efectes puguin ser assimilats per la natura sense generar problemes ambientals. Per aquesta raó és necessari que estiguin correctament gestionats.

Als països industrialitzats, entre ells Espanya, s'han concebut i adoptat sistemes de gestió que responen al model integral cíclic. És a dir, minimització en la generació, i la recirculació dintre del cicle de consum dels diferents materials, que poden arribar a esdevenir més tard residus. Com veurem més endavant, la implantació del model és creixent però encara incompleta, motiu pel qual a l'abocador hi arriben grans quantitats de residus que haurien de ser destinats a un altre complex.

## 1. 1 Gestió dels residus sòlids urbans a Catalunya

La correcta gestió dels residus a Catalunya, va encaminada, per ordre de prioritats, a:

1. Reducció
2. Reutilització i reciclatge
3. Combustió per a l'obtenció de combustibles
4. Incineració amb recuperació d'energia
- 5. Deposició en abocament controlat**

La idea és minimitzar i revaloritzar els residus per evitar les vies directes d'acumulació de rebuig i reduir el seu impacte ambiental. Una vegada realitzats aquests processos, sempre queden residus que han de tractar-se en un abocador controlat, però és necessari intentar que la majoria d'aquests que arribin a l'abocador siguin rebuig. En aquests moments, malgrat l'ordre de prioritats, les activitats associades a la gestió dels residus a l'Estat Espanyol i a Catalunya segueixen l'ordre següent:

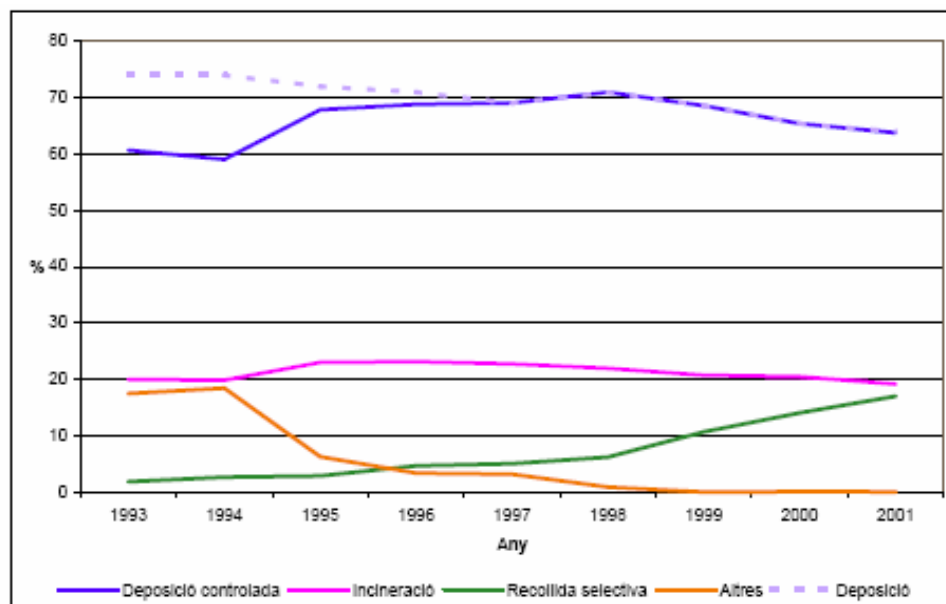
Tractament	Espanya(%)	Catalunya(%)
	18,3 MT	3,7MT
Abocament incontrolat	12,6	0,54
<b>Abocament controlat</b>	<b>59</b>	<b>62,3</b>
Compostatge	18	14,05
Incineració	5,5	21,62
Recollida selectiva	4,8	1,62

Taula 1. Gestió dels RSU a Espanya i Catalunya 1999.  
Font: <http://junres.es> (1999).

L'opció principal de tractament sempre ha estat i continua sent l'abocament (Taula 1), doncs representa un 60% de la gestió final dels residus. La pràctica il·legal, (Gràfic 1), amb un 18% de les tones abocades l'any 1993, ha deixat pas, actualment, a un abocament controlat pràcticament del 100%.

Com es veu a la (Gràfic 1), en els últims anys la tendència ha estat disminuir la proporció de matèria destinada a la deposició en control, del 93% de 1998 al 83% del 2001, degut a que les recollides de fraccions valoritzables (recollida selectiva) han sofert un augment destacat. Cal esmentar que el compostatge forma part de la recollida selectiva.

La incineració de residus s'ha mantingut pràcticament estable, al voltant de les 700.000 tones, que representen a l'actualitat un 22% de la gestió total dels residus.

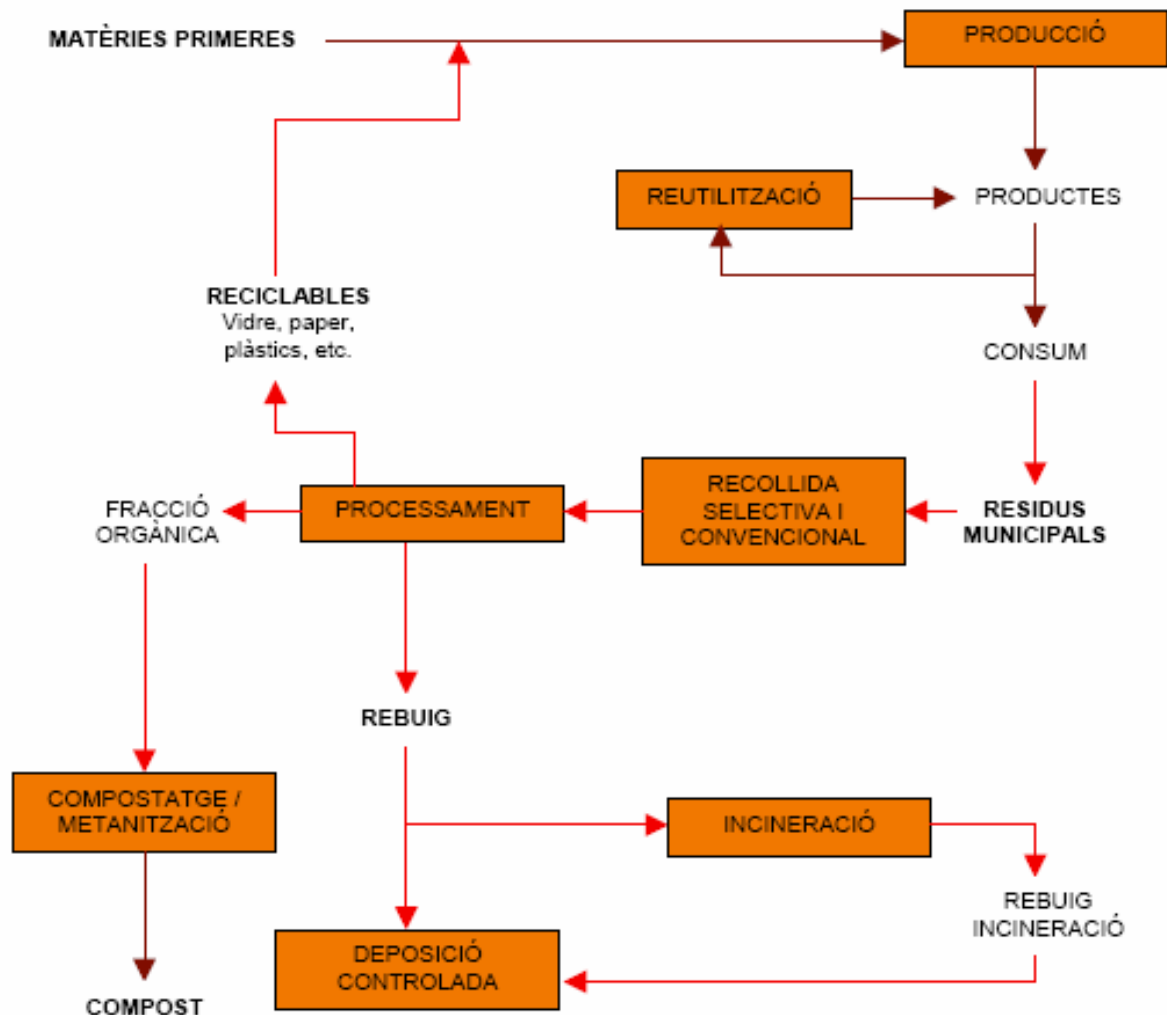


Gràfica 1. Tractament dels residus municipals a Catalunya 1993-2001.  
Font: <http://junres.es> (2002)

Pels RSU generats, es segueix el model de gestió dels residus municipals, tal i com indica l'esquema (Esquema 1). Aquests es classifiquen a les llars i als altres punts de producció. Una part es recullen per separat (recollida selectiva) i

a l'altra (rebuig) s'aplica el triatge en plantes de processament, així s'obtenen una sèrie de materials reciclables, que són reintroduïts al procés de producció. El rebuig final, intentant arribar a un nivell nul d'aquesta classificació, pot ser gestionat en un dipòsit controlat o bé pot ser sotmès a incineració amb recuperació energètica o sense aquesta. Amb una normativa estricta referent a les emissions, l'adopció de la incineració com alternativa a l'abocament controlat depèn de múltiples factors (econòmic, social, etc.). Les cendres formades com a resultat dels processos de combustió en plantes incineradores, representant el rebuig de la incineració, acaben en els dipòsits controlats.

La matèria orgànica procedent de la recollida selectiva rep un tractament de compostatge o metanització. Ambdós produeixen un compost aplicable al sòl; a més, en la segona alternativa, resulta la generació d'un combustible aprofitable com és el metà. Aquests criteris adoptats a la Unió Europea encara estan en procés d'implantació, doncs els tractaments selectius de les diferents fraccions no han arribat a assolir els objectius desitjables.



Esquema 1. Esquema general del model de gestió dels residus municipals a Catalunya  
Font: Junta de residus, Institut Cerdà (1998).

## 1.2. Problemàtica social dels abocadors

Els abocadors existeixen per eliminar els residus que no es poden reutilitzar, per tant són la última destinació a la qual s'han d'enviar i en el cas que arribin a l'abocador, parlaríem de rebuig. Teòricament hauria de ser així, però més endavant, quan ens referim a la tipologia dels residus entrants, veurem que no ho és del tot.

Que els abocadors han d'existir és una realitat, mentre el rebuig no pugui ser reintroduït al cycle de consum. No obstant, no és fàcil trobar una ubicació per als abocadors. Ja no tant per les característiques hidrològiques i geogràfiques que requereix, sinó a causa de la oposició social i l'impacte ambiental que produeix al seu entorn. Si l'abocador compleix la legislació, no hi ha d'haver cap problema pel qual els veïns immediats a l'abocador es vegin afectats més enllà de l'impacte visual. Però, la mala premsa i la por a disminuir la seva qualitat de vida, fan que la oposició per part dels veïns a l'abocador estigui assegurada. Els grups ecologistes també són una part important de la oposició doncs es queixen de la pèrdua de fauna i flora de l'entorn, en definitiva de la diversitat.

De tots els inconvenients que es poden atribuir a l'existència dels abocadors controlats, podem també treure'n alguns avantatges. Un dels quals ens ocupa gran part del treball, l'aprofitament del CH<sub>4</sub>.

Com a conseqüència de la difícil ubicació d'aquests espais al territori català, és encara més difícil trobar sortida als residus no aprofitables. Concretament un dels problemes que preocupen a l'Administració catalana és el fet de que abocadors vells, com és el cas de Coll Cardús, estan arribant a les cotes límit d'abocament de residus, és a dir, que tenen una vida curta i limitada.

Com veiem, malgrat que el nivell de recollida selectiva ha experimentat un avanç molt gran en els últims anys, no és suficient i cada vegada es produeixen més residus urbans i el nivell de residus que arriba als dipòsits també augmenta. Aquest fet, juntament amb la manca de disposició d'espais per abocar aquests residus, comporta un problema greu per al govern català. Per això és necessària una reacció en dos sentits. Per una part, la creació de nous dipòsits de residus i per altra augmentar el nivell de recollida selectiva. Ambdues solucions, però, per ara són complicades.

### 1.3 Fluxos d'entrada i sortida d'un abocador

Es pot definir un abocador de residus sòlids com un reactor bioquímic, amb residus i aigua com entrades principals i amb gasos i lixiviats com principals sortides.

La diferència dels compostos entrants i els sortints, es deu a que els residus sòlids col·locats a l'abocador pateixen una sèrie de transformacions biològiques, químiques i físiques.

Les reaccions biològiques més importants, són aquelles que afecten a la matèria orgànica dels residus. El procés que s'explica amb detall en aquest treball, consisteix en primer lloc en una descomposició biològica aeròbica que succeeix durant un període curt de temps, immediatament després de l'evacuació dels residus, fins que s'esgota l'oxígen inicialment present. Durant la descomposició aeròbia el gas principal produït és diòxid de carboni. En segon lloc i una vegada consumit l'oxígen, la descomposició passa a ser anaeròbia i la matèria orgànica es converteix en diòxid de carboni i metà, i quantitats traça d'amoníac i sulfur d'hidrogen. D'aquesta manera parlem de residu com entrada i biogàs com a sortida.

Les reaccions químiques més importants que es produeixen dins d'un abocador inclouen la dissolució i arrossegament en suspensió de materials dels residus i productes de conversió biològica en els líquids que es filtren a través dels residus. Així, inicialment es parla de residus i finalment de lixiviats.

Més endavant, es descriu detalladament la composició d'aquestes entrades i sortides i el procés de transformació fins a obtenir biogàs. Per ara, només es comenta que la fracció orgànica dels residus industrials, urbans, amb alta matèria orgànica i de fustes i embalatges, representen el substrat a partir del qual s'obté el biogàs i els lixiviats.

## 1.4. Legislació dels abocadors a Catalunya

Amb el terme dipòsit controlat es designa l'abocador que posseeix autorització administrativa (en cas contrari es parla d'abocador no controlat o incontrolat). En la legislació, els termes dipòsit i abocador, emprats per la normativa catalana i europea, respectivament, són sinònims i resulta indiferent fer ús d'un o altre terme.

### 1.4.1 Classificació dels Abocadors

A efectes del **Decret 1/1997**, del 7 de gener de 1997, sobre la disposició del rebuig en dipòsits controlats, els dipòsits controlats, segons la tipologia de residus que s'hi dipositin, es classifiquen en:

- **Dipòsit controlat de classe I per a residus inerts.** Accepten restes de construccions i altres residus que no alteren las propietats de l'aigua.
- **Dipòsit controlat de classe II per a residus no especials.** Accepten residus urbans i industrials no perillosos.

L'abocador de Coll Cardús és descrit pel **DECRET 1/1997**, de 7 de gener de 1997, sobre la disposició del rebuig en dipòsits controlats com a dipòsit controlat de classe II per a residus no especials. És a dir, que es tracta d'un dipòsit equipat específicament per a admetre totes aquelles fraccions dels residus municipals que no es poden valoritzar i els residus industrials assimilables a urbans. Així, es reben residus generals de fàbrica, restes de producció, fangs no perillosos d'estacions depuradores, etc, sempre sota un control estricte documental i analític.

Aquestes instal·lacions, com és el cas de Coll Cardús, reben residus de poblacions properes.

- **Dipòsit controlat de classe III per a residus especials.** Accepten bàsicament residus industrials perillosos.

### 1.4.2 Criteris d'acceptació de residus en els abocadors controlats

La determinació del tipus de residus a dipositar en cada classe de dipòsit controlat es fixarà seguint les directrius del **Decret 34/1996, de 9 de gener** (modificat pel **Decret 92/1992**), pel qual s'aprova el Catàleg de residus de Catalunya i els criteris d'acceptació de residus que determina l'annex 1 del Decret 1/1997, de 7 de gener de 1997, (*Taula 2*).



<b>Paràmetre</b>	<b>C.I</b>	<b>C.II</b>	<b>C.III</b>
Perd. 105° (%)	55	65 (1)	65 (1)
Perd. 500-perd. 105 (%) s.m.s	5 (3)	**15 (2)	**15 (2)
Punt. d'infl. (°C)	55	55	55
Substàncies lipòfiles insaponificables (%)	0'5	4	10
Comp. org. vol. hal. (%)	0,05 (4)	0'1	1
C. org. vol. no hal. (%)	0,15 (5)	0'3	3
Arsènic (mg/kg) s.m.s.	250	2000	-
Cadmi (mg/kg) s.m.s.	50	1000	-
Coure (mg/kg) s.m.s.	6000	6%	-
Crom (mg/kg) s.m.s.	3000	5%	-
Mercuri (mg/kg) s.m.s.	25	250	-
Níquel (mg/kg) s.m.s.	2000	5%	-
Plom (mg/kg) s.m.s.	2000	5%	-
Zinc (mg/kg) s.m.s.	8000	7,50%	-





- (1) El dipòsit controlat no podrà acceptar més del 10 % de residus dipositats mensualment que superin el valor indicat a la taula d'aquest paràmetre. No s'hi podran dipositar residus líquids.
- (2) Quan el dipòsit controlat s'hagi dissenyat especialment per rebre residus orgànics, es podrà superar aquest valor. Així mateix, també es podrà superar quan es tracti d'un residu que no pugui experimentar fermentació.
- (3) Aquest valor es podrà superar quan es tracti d'un residu que no pugui experimentar fermentació.
- (4) Cap compost podrà superar individualment 100 mg/kg. La suma no podrà sobrepassar el valor 0,05 %.
- (5) Cap compost podrà superar individualment 300 mg/kg. La suma no podrà sobrepassar el valor 0,05 %. No es limita el seu contingut màxim.

*Taula 2. Criteris d'acceptació dels residus per als abocadors de classe I, II, III  
Font: DOC (1997)*

### 1.4.3 Legislació catalana de residus

En aquest apartat es recull la legislació catalana vigent en l'àmbit dels residus. Dins d'aquest recull normatiu sectorial cal destacar la **Llei 6/1993**, reguladora de la gestió dels residus en l'àmbit territorial de Catalunya en el marc de les competències de la Generalitat en matèria d'ordenació del territori, de protecció del medi ambient i de preservació de la natura. I també cal fer esment al **Decret legislatiu 2/1991**, que té per objecte regular, per al territori de Catalunya, les activitats de gestió dels residus industrials, establir una sèrie de mesures urgents necessàries per a la reducció dels residus industrials, coordinar la gestió d'aquests residus per assolir una protecció adequada del medi ambient i preservar els recursos naturals i la salut humana.

Les lleis i normes que s'esmenten a continuació, estableixen un seguit de principis rectors en la gestió dels residus per a Catalunya d'acord amb la política medioambiental de la Unió Europea, la qual cosa dóna lloc a la creació dels diferents instruments on es recolza l'execució d'aquesta política medioambiental i les previsions pel seu desenvolupament, tant a nivell de programes generals d'actuació com a nivell de desenvolupament normatiu.

- **Llei 6/1993**, de 15 de juliol, reguladora dels residus. (**Modificada**) 
- **Llei 3/1998**, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental. (**Modificada**)
- **Llei 1/1999**, de 30 de març, de modificació de la disposició addicional quarta de la Llei 3/1998 d'IIAA.
- **Llei 11/2000**, de 13 de novembre, reguladora de la incineració de residus. (**Desplegada** pel Decret 80/2002) 
- **Llei 13/2001**, de 13 de juliol, de modificació de la Llei 3/1998, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental.
- **Llei 15/2003**, de 13 de juny, de modificació de la Llei 6/1993, de 15 de juliol, reguladora dels residus.
- **Llei 16/2003**, de 13 de juny, de finançament de les infraestructures de tractament de residus i del cànon sobre la deposició de residus.
- **Llei 4/2004**, d'1 de juliol, reguladora del procés d'adequació de les activitats d'incidència ambiental que estableix la **Llei 3/1998**, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental.
- **Decret legislatiu 2/1991**, de 26 de setembre, pel qual s'aprova la refosa de textos legals vigents en matèria de residus industrials. (DEROGAT per la Llei 15/2003, de 13 de juny, de modificació de la Llei 6/1993, del 15 de juliol, reguladora dels residus)
- **Decret 64/1982**, de 9 de març, pel qual s'aprova la reglamentació parcial del tractament de les deixalleries i residus. (**Cal tenir en compte** la derogació de la Llei 42/1975 i l'aprovació de la IIAA)
- **Decret 114/1988**, de 7 d'abril, d'avaluació d'impacte ambiental.
- **Decret 230/1993**, de 6 de setembre, sobre l'exercici de les funcions d'inspecció i control en l'àmbit de la protecció del medi ambient. (**Derogat parcialment** pel Decret 170/1999)
- **Decret 245/1993**, de 14 de setembre, d'aprovació del Estatuts de la Junta de Residus.
- **Decret 327/1993**, de 9 de desembre, d'organització i funcionament del Consell Assessor de la Gestió dels residus industrials de Catalunya.
- **Decret 115/1994**, de 6 d'abril, regulador del Registre general de gestors de residus a Catalunya. (**Cal tenir en compte** l'aprovació de la IIAA) 
- **Decret 158/1994**, de 30 de maig, pel qual es regulen i adeqüen a la Llei 30/1992, de 26 de novembre, procediments reglamentaris que afecten les matèries a les quals intervé el Departament de Medi Ambient. (Article 17 **derogat** pel Decret 93/1999)
- **Decret 201/1994**, de 26 de juliol, regulador dels enderroc i altres residus de la construcció.
- **Decret 323/1994**, de 4 de novembre, pel qual es regulen les instal·lacions d'incineració de residus i els límits de les seves emissions a l'atmosfera. 

- **Decret 34/1996**, de 9 de gener, pel qual s'aprova el Catàleg de residus de Catalunya. (**Modificat** pel Decret 92/1999)
- **Decret 399/1996**, de 12 de desembre, pel qual es regula el règim jurídic del fons econòmic previst al Decret legislatiu 2/1991, de 26 de setembre, pel qual s'aprova la refosa dels textos legals vigents en matèria de residus industrials. 
- **Decret 1/1997**, de 7 de gener, sobre la disposició del rebuig dels residus en dipòsits controlats. (**Cal tenir en compte** la directiva europea de dipòsits controlats) 
- **Decret 27/1999**, de 9 de febrer, de la gestió dels residus sanitaris.
- **Decret 92/1999**, de 6 d'abril, de modificació del Decret 34/1996, de 9 de gener, pel qual s'aprova el Catàleg de residus de Catalunya. 
- **Decret 93/1999**, de 6 d'abril, de procediments de gestió de residus. (**Cal tenir en compte** la derogació feta pel Decret 219/2001) 
- **Decret 136/1999**, de 18 de maig, pel qual s'aprova el Reglament general de desplegament de la Llei 3/1998 de la intervenció integral de l'Administració ambiental i s'adapten els seus annexos. (**Cal tenir en compte** el Decret 143/2003)
- **Decret 170/1999**, de 29 de juny, pel qual s'aprova el reglament provisional regulador de les entitats de control.
- **Decret 217/1999**, de 27 de juliol, sobre la gestió de vehicles fora d'ús.
- **Decret 43/2000**, de 26 de gener, del Fons de gestió de residus.
- **Decret 161/2001**, de 12 de juny, de modificació del Decret 201/1994, de 26 de juliol, regulador dels enderrocs i altres residus de la construcció.
- **Decret 219/2001**, d'1 d'agost, pel qual es deroga la disposició addicional tercera del Decret 93/1999, de 6 d'abril, sobre procediments de gestió de residus.
- **Decret 220/2001**, d'1 d'agost, de gestió de les dejeccions ramaderes. (Modificat pel Decret 50/2005)
- **Decret 80/2002**, de 19 de febrer, regulador de les condicions per a la incineració de residus.
- **Decret 143/2003**, de 10 de juny, de modificació del Decret 136/1999, de 18 de maig, pel qual s'aprova el Reglament general de desplegament de la Llei 3/1998, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental, i se n'adapten els annexos.
- **Decret 50/2005**, de 29 de març, pel qual es desplega la Llei 4/2004, d'1 de juliol, reguladora del procés d'adequació de les activitats existents a la Llei 3/1998, de 27 de febrer, i de modificació del Decret 220/2001, de gestió de les dejeccions ramaderes.
- **Decret 21/2006**, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.
- **Ordre de 9 de setembre de 1986** de limitació de l'ús de policlorobifenils i policloroterfenils. (**Cal tenir en compte** el Decret 1378/1999) 
- **Ordre de 6 de setembre de 1988** sobre prescripcions en el tractament i l'eliminació dels olis usats. 
- **Ordre de 7 de juliol de 1993** per la qual es crea el Programa de gestió intracentre de residus sanitaris.
- **Ordre de 17 d'agost de 1993** sobre acreditació i registre de les entitats col·laboradores del Departament de Medi Ambient. (**Derogada parcialment** pel Decret 170/1999)
- **Ordre d'1 de juny de 1995** sobre acreditació de laboratoris per a la determinació de les característiques dels residus. (Modificada pel Decret 92/1999) 
- **Ordre de 15 de febrer de 1996** sobre valorització d'escòries. 
- **Ordre de 3 de desembre de 1998** sobre delegació de funcions en el gerent de la Junta de Residus.
- **Ordre de 26 de setembre de 2000** per la qual es modifica l'Ordre d'1 de juny de 1995 sobre acreditació de laboratoris per a la determinació de les característiques dels residus. 
- **Ordre MAB/329/2003, de 15 de juliol de 2003**, per la qual s'aprova el procediment telemàtic relacionat amb la formalització de la documentació de control i seguiment de residus i la sol·licitud d'inscripció al Registre de productors de residus industrials de Catalunya.
- **Ordre MAB/401/2003, de 19 de setembre de 2003**, per la qual s'aprova el procediment de presentació telemàtica de la Declaració anual de residus industrials
- **Ordre MAH/94/2004, d'1 d'abril de 2004**, per la qual s'aprova i es dona publicitat al model d'autoliquidació del cànon sobre la deposició de residus. **Correcció d'errades de l'Ordre MAH/94/2004 de 23 d'abril de 2004, DOGC 4118.**

- **Resolució de 16 d'octubre de 1995** per la qual es fa públic l'Acord de Govern d'aprovació del Programa general de residus de Catalunya.
- **Resolució de 16 de juliol de 1996** per la qual es dóna publicitat a l'aprovació dels programes d'actuació adoptats pel Consell de Direcció de la Junta de Residus.
- **Resolució de 12 de desembre de 1996** per la qual es dóna publicitat a l'aprovació del Programa de gestió de les dejeccions ramaderes a Catalunya, adoptat pel Consell de Direcció de la Junta de Residus.
- **Resolució de 31 de gener de 1997** de delegació de funcions del president de la Junta de Residus en el seu gerent.
- Resolució de 16 de març de 1999 de delegació de funcions del president de la Junta de Residus en el seu gerent.
- Resolució de 16 de juny de 1999 de delegació de funcions del president de la Junta de Residus en el seu gerent.
- Resolució de 3 de desembre de 2001 per la qual es dóna publicitat a l'aprovació dels programes d'actuació adoptats pel Consell de Direcció de la Junta de Residus.
  
- **Resolució MAH/3670/2004**, de 28 de desembre, per la qual es fa pública la modificació del pressupost de la convocatòria d'ajuts per al finançament de les infraestructures necessàries per a la implantació, el control i el seguiment dels plans de gestió de dejeccions ramaderes.
- **Resolució MAH/3210/2005**, de 26 d'octubre, per la qual es dóna publicitat a l'aprovació per part del Consell de Direcció de l'Agència de Residus de Catalunya, en la seva sessió d'11 de juliol de 2005, de la revisió del Programa de gestió de residus de la construcció (2001-2006) per al període 2004-2006

En matèria, concretament, d'abocadors, les polítiques estableix noves exigències en la gestió dels abocadors, pel que fa als residus municipals. Així, des de la legislació vigent a Catalunya i la nova directiva europea s'imposen mesures tècniques de preservació del medi ambient per a la construcció i l'explotació d'aquests dipòsits controlats:

- Reducció gradual i substancial de la deposició de matèria orgànica en abocador.
- Gestió separada de les aigües pluvials i exigències d'impermeabilització.
- Obligació d'aprofitar o, si més no, incinerar el biogàs produït.

## **2.OBJECTIUS**

## 2. Objectius

Un cop, s'ha introduït al lector en la gestió dels residus realitzada a Catalunya, l'objectiu a assolir en el present estudi es basa en la generació del biogàs associat als residus d'origen urbà i industrials assimilables a urbans, acumulats en el dipòsit controlat de Coll Cardús des de l'any 1994 fins l'any 2004.

Concretament l'objectiu és:

- **Estimació de la producció de biogàs a l'abocador de Coll Cardús.**
  - Càlcul orientatiu del volum de generació dels principals components del biogàs: metà i diòxid de carboni.
  - Desenvolupament de la corba de producció total de biogàs.

### **3. CARACTERITZACIÓ DE L'ABOCADOR DE COLL CARDÚS**

### 3. Caracterització de l'abocador de Coll Cardús

En aquesta secció es pretén resumir els coneixements adquirits durant la meua estada a l'abocador de Coll Cardús de Vacarisses. En primer lloc, es dona a conèixer el funcionament general de l'abocador i tot seguit es tracten amb més èmfasi les fases de producció i els processos de captació del biogàs.

#### 3.1 Característiques de l'abocador de Coll Cardús

#### 3.2 Cicle del residu dins l'abocador

#### 3.3 El gas d'abocador: Biogàs

### 3.1 Característiques de l'abocador de Coll Cardús

#### 3.1.1 Descripció

El CITA, Centre Industrial de Tractament Ambiental de Coll Cardús està situat en el terme municipal de Vacarisses. Inicialment era utilitzat per nombrosos municipis i empreses com a dipòsit de residus incontrolat. L'any 1984 neix TRATESA, empresa del grup HERA que transforma la zona en abocador controlat.

Actualment la zona de l'abocador de Coll Cardús té una extensió total de 90 ha, de les quals 30, corresponen a terreny explotat per a l'abocament de residus.

A la pàgina web de la Junta de Residus, l'abocador de Coll Cardús està descrit de la següent manera (*Taula 3*):

#### TRACTAMENT TÈCNIC D'ESCOMBRARIES, S.A. (TRATESA)

<b>Código de gestor</b> E-14.88	<b>Operaciones autorizadas</b> T11 Deposició de residus inerts T12 Deposició de residus no especials V11 Reciclatge de paper i cartó V12 Reciclatge de plàstics V13 Reciclatge de tèxtils V14 Reciclatge de vidre V15 Reciclatge i reutilització de fustes V41 Recicl.i recup.de metalls o compostos metàl·lics	<b>Teléfono:</b> 938359661  <b>Fax:</b> 938359096  <b>E-mail:</b> <a href="mailto:tratesa@heraholding.com">tratesa@heraholding.com</a>
<b>Dirección física</b> CTRA. TERRASSA-MANRESA KM 5.3 08233 VACARISSES	<b>Dirección de correspondencia</b> CTRA. TERRASSA-MANRESA KM 5.3 08233 VACARISSES	

**Actividad:**

DEPOSICIÓN CONTROLADA DE RESIDUOS INERTES I NO ESPECIALS I PLANTA DE TRIATGE

*Taula 3. Descripció TRATESA.  
Font: <http://junres.es> (2006).*



### **3.1.2 Complex i instal·lacions**

CITA s'organitza en instal·lacions tal i com estan descrites a continuació (*Figura1*).

#### **1. Zona de recepció**

A la zona de recepció, situada a l'entrada de CITA, és on es realitza el control de tot el residu que entra al centre:

- Residus sòlids urbans
- Residus industrials assimilables urbans

En aquest punt d'entrada és on es comprova la documentació obligatòria.

#### **2. Zona de disposició**

Una vegada realitzades les tasques d'admissió, control i registre, els camions es dirigeixen cap el vas de l'abocador, on es procedirà a la descàrrega dels residus dins l'alvèol. Cada alvèol està dotat d'un sistema de drenatge per captar les aigües residuals (lixiviats) i el biogàs que generen els residus a partir de la descomposició anaeròbia.

#### **3. Zona de tractament d'aigües residuals**

A través del sistema de drenatge, les aigües residuals són conduïdes fins la depuradora. Mitjançant un sistema de depuració per osmosis inversa. S'aconsegueix entre un 85-90% de permeat (aigua neta) i entre un 10-15% de concentrat (la part de rebuig del procés que ja no es pot depurar). El permeat servirà per regar el viver, les pistes d'accés, etc. I el concentrat el tractarem a la Planta d'Inertització per convertir-lo en material inert.

#### **4. Zona d'aprofitament energètic**

El biogàs es capta al vas del dipòsit i es condueix fins la zona d'aprofitament energètic, d'aquesta manera es redueix l'efecte hivernacle i es generen dos recursos: electricitat amb els motors de cogeneració i biocombustible per moure la flota interna de vehicles.

#### **5. Viver**

A partir de les llavors i de la reproducció vegetativa al viver s'obtenen plantes d'espècie mediterrània, adaptades al clima i al sòl del CITA. Aquestes mateixes plantes seran les que, un cop clausurat, serviran per reforestar la zona del dipòsit, aconseguint l'efecte de mimetisme i integració amb l'entorn. Durant la meua estada la ubicació del viver s'ha vist modificada pels nous projectes que s'estan duent a terme. Al plànol consta la situació antiga.

## 6. Zona de triatge

Espai destinat a la selecció manual i a la classificació d'aquells materials reciclables que entren al CITA ( vidre, plàstic, paper i cartró). Actualment forma part d'una prova pilot.

## 7. Zona d'inertització

El concentrat, líquid resultant del sistema de depuració es porta a la Planta d'inertització on es tracta amb calç i ciment, per obtenir-ne un residu inert (sòlid) que pot entrar un altre vegada en el procés.

Amb aquestes instal·lacions, CITA integra en una única ubicació la cadena completa de tractament del residu.



*Figura 1. Plànol de l'abocador de Coll Cardús numerat  
Font: CITA*

## 3.2 Cicle del residu dins l'abocador

### 3.2.1 Procés d'acceptació del residu

#### · **Acceptació inicial. 1er control**

Quan un productor es vol desfer del rebuig industrial i pretén portar-lo a l'abocador de Coll Cardús, cal que amb anterioritat es dugui a terme l'acceptació del residu a la instal·lació. Aquesta acceptació es fa per part del responsable de l'abocador, que tindrà en compte els següents 3 documents presentats pel productor:

**Fitxa d'acceptació**, omplerta, firmada i segellada pel productor.

En aquest document ve descrit el CER, la descripció del residu, si el residu és especial o no i les dades del productor.

Així, aquest residu serà descartat en el cas que sigui especial, que el codi del residu no correspongui amb la descripció del CER, o en cas que la fitxa no sigui correctament complimentada.

**Caracterització del residu** de menys d'un any d'antiguitat i emesa pel laboratori homologat per l'Agència de Residus de Catalunya.

Només serà necessari l'anàlisi del residu si aquest és industrial no reconeixible a simple vista.

El residu no s'acceptarà en cas que els resultats del seu anàlisi no es trobin per sota dels líndars de certs paràmetres establerts pels abocadors de tipus II en el Decret 1/1997.

#### **Formulari d'informació del residu**

S'especifiquen les matèries primeres i auxiliars emprades i el procés pel qual s'ha arribat a l'obtenció del residu.

#### · **Acceptació final. 2on control**

Un cop el residu és acceptat, el camió que el transporta arriba a la recepció de l'abocador des d'on es comprova la documentació obligatòria que han de dur els camions amb el residu.

Per als residus industrials es comprova que **el full de seguiment** del residu estigui correctament omplert. És a dir que la fitxa d'acceptació no estigui caducada, que el pes del camió no sobrepassi un límit establert, que les dades del productor i el seu segell siguin correctes. Es pot veure a l'AnnexA una mostra de la fitxa d'acceptació i de la fulla de seguiment.

Per als residus urbans no es demana el full de seguiment ni la fitxa d'acceptació, ja que es diposita la confiança en el control que du l'ajuntament del municipi i el sentit comú dels ciutadans. A més, generalment, quan els RSU

arriben al dipòsit controlat, ja han passat per un procés de selecció en una planta de transferència per a separar diferents tipus de materials que són recuperables i reciclables (paper, vidre, alumini...).

#### · **Abocament. 3er control**

Un cop els camions estan a punt d'abocar el residu, es torna a fer un control a simple vista. Si es troben incidències, com poden ser residus especials i perillosos, articles voluminosos, electrodomèstics de consum, productes de línia blanca (cuines, frigorífics...), pneumàtics o plàstics en grans quantitats que es poden reciclar, no s'accepten i es retornen. L'objectiu d'aquests controls és evitar l'entrada de residus que no han d'anar a parar a un dipòsit controlat de tipus II.

També, en aquest moment es prenen mostres. N'hi ha de 2 tipus:

· **Mostres obligatòries per la Junta de Residus:** s'agafen mostres de residus industrials no distingibles a simple vista i es duen a un laboratori exterior a l'abocador, el laboratori de l'UAB, per analitzar. Abans, però, la humitat ja ha estat determinada a recepció.

· **Mostres de control interior no obligatòries:** s'agafen mostres dels mateixos residus i s'analitzen al laboratori de la depuradora de lixiviats. La humitat dels residus pastosos o líquids es determina a recepció.

Aquestes mostres permeten veure l'estat real del residu en el moment de l'abocament i no el que se li suposa per l'anàlisi, que pot tenir fins a menys d'un any d'antiguitat.

Es porta aquest control, perquè les característiques del residu poden haver canviat per diferents raons. Per exemple, pot ser que durant el transport s'hagi perdut o guanyat humitat, ja que si es tracta de camions destapats si plou es mullen i sinó es poden evaporar gasos. O també pot ser que el productor hagi tingut problemes puntuals i el residu es vegi influenciat.

Si es troba molta diferència entre els paràmetres de l'anàlisi dut a terme pel laboratori homologat i l'estat del residu en el moment d'abocar-lo, caldrà veure si hi ha hagut algun error puntual per part de l'empresa o es tracta d'un cas continu. Llavors es decidirà si la propera ubicació del residu ha de ser l'abocador o no.

#### **3.2.2 Tipus de residus entrants acceptats**

A partir de l'acceptació del residu, a l'abocador hi entren els RSU i els residus industrials assimilables a urbans amb les característiques descrites continuació.

### 3.2.2.1 Residus sòlids urbans

La llei bàsica de residus catalana, **Llei 6/1993**, defineix els residus municipals (també coneguts com a Residus Sòlids Urbans, RSU) com els “residus generats als domicilis particulars, els comerços, les oficines i els serveis, i també els que no tenen la consideració de residus especials i que per llur naturalesa o composició es poden assimilar als que es produeixen en els dits llocs o activitats”. Tenen també la consideració de residus municipals “els residus procedents de la neteja de vies públiques, zones verdes, àrees recreatives i platges; els animals domèstics morts; els mobles, els estris i els vehicles abandonats; els residus i els enderrocs procedents d’obres menors i reparació domiciliària”.

Es diferencien circuits independents de recollida per als residus comercials, per representar prop del 15% del total dels residus municipals.

Els percentatges en la composició dels residus municipals depèn dels hàbits de consum de la població, que estan lligats a la seva capacitat de despesa, al nivell cultural i a la política de residus existent. També depèn de l’època de l’any, del moviment de la població durant els períodes vacacionals, del clima... De manera general es pot fer la classificació tal i com trobem a la *Taula 4*.

Residus acceptats a l'abocador de Coll Cardús		
	Font	Tipus
<b>Residus sòlids urbans</b>	Domèstics	Menjar, paper, cartró, plàstics, tèxtils, cuir, residus de jardí, fusta, vidre, llaunes i altres metalls
	Comercials i institucionals	Paper, cartró, plàstics, fusta, restes de menjar, vidre, metalls
	Construcció i demolició	Fusta, acer, formigó
	Serveis municipals	Brossa, poda d'arbres i plantes, residus de parcs, de platges, de zones d'esbarjo
	Plantes de tractament; incineradores municipals	Fangs urbans
<b>Residus industrials assimilables a RSU</b>	Industrials	Residus de processos industrials i residus no industrials. Fangs industrials.

*Taula 4. Classificació dels residus acceptats a l'abocador de Coll Cardús*

· Les restes de menjar i restes de jardí constitueixen la matèria orgànica. El contingut d’humitat d’aquesta fracció és molt elevada i, d’altra banda, és biodegradable. Per aquest motiu, la matèria orgànica fermenta molt fàcilment en condicions aeròbies o anaeròbies, i es converteix en una font potencial de

problemes de salubritat i d'olors. La fermentabilitat de la fracció orgànica determina les seves vies de gestió preferents: el compostatge o la metanització.

· Els metalls dels residus municipals procedeixen bàsicament dels envasos (llaunes, etc.) d'acer i alumini; així com dels residus d'electrodomèstics, que segueixen normalment una via específica de recollida. Tenen una densitat elevada, una potència calorífica nul·la i una humitat molt baixa i no són biodegradables. La via preferent de gestió dels residus metàl·lics és el reciclatge, en un mercat de metalls que ja existia abans de la implantació del reciclatge per motius medi ambientals.



*Figura 2. Fotografia de RSU de la zona d'abocament de l'abocador de Coll Cardús (2006).*

· El paper i cartró s'utilitzen en domicilis, oficines i serveis o s'empra en els envasos. Són materials d'origen vegetal i lentament biodegradables, amb una humitat molt baixa (aproximadament del 5%) i un poder calorífic elevat. El reciclatge del paper i el cartró és tan antic com ells mateixos i ha existit abans que el reciclatge es promogués per motius medi ambientals.

· El vidre dels residus municipals procedeix bàsicament dels residus d'envasos. Presenta una humitat molt baixa, una potència calorífica nul·la i, d'altra banda, és un material no biodegradable. Els envasos de vidre són potencialment reutilitzables i, en tot cas, reciclables.

· Els plàstics s'apliquen en la fabricació d'envasos i tota mena d'utensilis. No són biodegradables; presenten una humitat molt baixa i una potència calorífica molt elevada. Les possibilitats tècniques i comercials del reciclatge dels plàstics han augmentat en els darrers anys però segueixen essent limitades. En qualsevol cas, ha de ser considerada la via preferent per a la gestió d'aquests residus el reciclatge (mecànic, químic o valorització energètica).

· La resta de components són, en primer lloc: fusta, teixits, runa, terra i sorra. No es poden oblidar els residus perillosos d'origen domèstic, que s'han de separar del flux de deixalles per a rebre un tracte correcte: piles, fluorescents, dissolvents, pintures, medicines, etc. Reben diferents tipus de gestió segons el cas.

Els RSU abocats a Coll Cardús (*Figura 2*) durant els anys que ha estat en actiu provenen dels municipis següents: Badia del Vallès, Caldes de Montbui, Castellterçol, Cerdanyola del Vallès, Sant Adrià del Besòs, Alella, l'Atmella del Vallès, Montcada i Reixac, Lliçà d'Amunt, Vallirana, Viladecavalls, Badalona, Barberà del Vallès, Badalona, Bigues i Riells, Vilanova del camí, Cnovelles, Cardedeu, Castellar del Vallès, Centelles, Cervelló, Corbera, Cornellà de Llobregat, Torroella de Montgrí, la Garriga, l'Hospitalet de Llobregat, Igualada, la Llagosta, Lliçà del Vallès, Martorell, Martorelles, Matadepera, Montmeló, Mollet del Vallès, Montornès del Vallès, Olesa de Montserrat, Palau de Plegamans, Paret del Vallès, Polinyà, Puig-Reig, Rellinars, Ripollet, La Roca del Vallès, Rubí, Sabadell, Sant Quirze Safajeda, Vilalba Sasserra, Sant Feliu de Codines, Sant Cugat del Vallès, Sentmenat, Sant Llorenç Savall, Sant Quirze del Vallès, Tiana, ullastrell, Vacarisses, Vallgorguina, Vallromanes, Vic i Vilanova del Vallès.

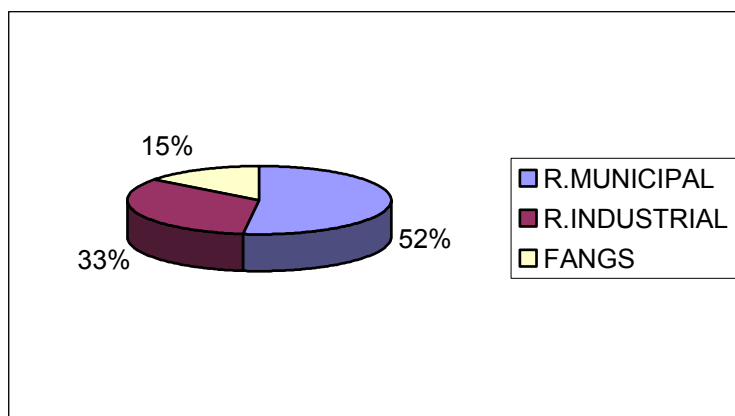
Fent referència a les descripcions dels residus entrants, es pot veure que els principals components que arriben a l'abocador són reciclables i aprofitables. En el cas que es decidís la reutilització en comptes de l'abocament, els beneficis associats a la recollida selectiva d'aquests materials seria la següent (*Taula 5*):

Component dels residus municipals recuperats	Beneficis ambientals associats
<b>Matèria orgànica</b>	1. Reducció de les emissions dels gasos responsables de l'efecte hivernacle i de la disminució de la capa d'ozó. 2. Obtenció de compost 3. Reducció de volum de residus municipals que caldrà dipositar en un abocador o incinerar

<b>Paper i cartró</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminució del consum d'aigua en un 85%.</li> <li>2. Conservació dels boscos en minvar la necessitat de fibres vegetals verges</li> <li>3. Estalvi d'un 65% en el consum d'energia</li> <li>4. Reducció del volum de residus municipals que caldrà dipositar en un abocador o incinerar</li> </ol>
<b>Vidre</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminució del consum d'energia en un 27%.</li> <li>2. Disminució de la contaminació atmosfèrica i de l'aigua</li> <li>3. Disminuir el consum de matèries primeres</li> <li>4. Reducció del volum de residus municipals que caldrà dipositar en un abocador o incinerar</li> </ol>
<b>Envasos lleugers</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminució del consum d'aigua.</li> <li>2. Disminució del consum d'energia</li> <li>3. Reducció del volum de residus municipals que caldrà dipositar en un abocador o incinerar</li> </ol>

*Taula 5. Principals beneficis associats a la recollida selectiva*  
*Font: <http://junres.es>*

Els residus municipals, (Gràfic 2) els qual fins ara considerem com a RSU, comporten un percentatge molt elevat respecte el total de residus entrants (52%) a Coll Cardús. La resta de residus són fangs (15%) i residus industrials i assimilables a urbans (33%), dels quals tot seguit, n'esmentarem les principals característiques.



*Gràfic 2. Distribució dels residus entrants a l'abocador de Coll Cardús (1994-2004)*



### 3.2.2.2 Residus industrials assimilables a Residus sòlids urbans

#### Fangs

Els residus sòlids i semisòlids d'aigua, aigües brutes i instal·lacions de tractament de residus industrials són els residus de plantes de tractament o fangs. Les característiques específiques d'aquests materials varien segons la naturalesa del procés de tractament.

Els fangs que tractarem estadísticament es poden classificar com a residu industrial (fangs de depuradores urbanes, fangs secs de depuradores urbanes, fangs de depuradora industrial) o com a residu amb alta matèria orgànica (fang EDAR urbà).

#### Residus de processos industrials

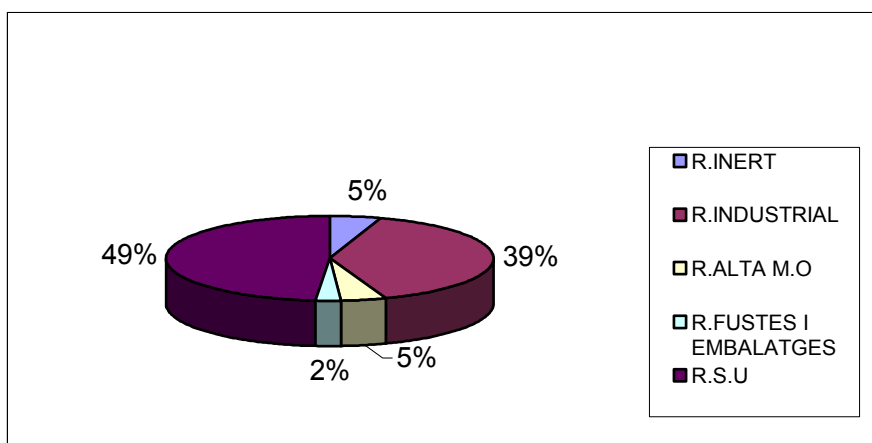
És el residu derivat d'un procés de fabricació, transformació, utilització, consum o neteja i que el productor vol desprendre-se'n ja que no és l'objectiu directe dels seus processos productius. Per les seves característiques físico-químiques, poden ser gestionats juntament amb els RSU. (Figura 3).



Figura 3. Fotografia de Residu industrial de la zona d'abocament de l'abocador de Coll Cardús (2006)

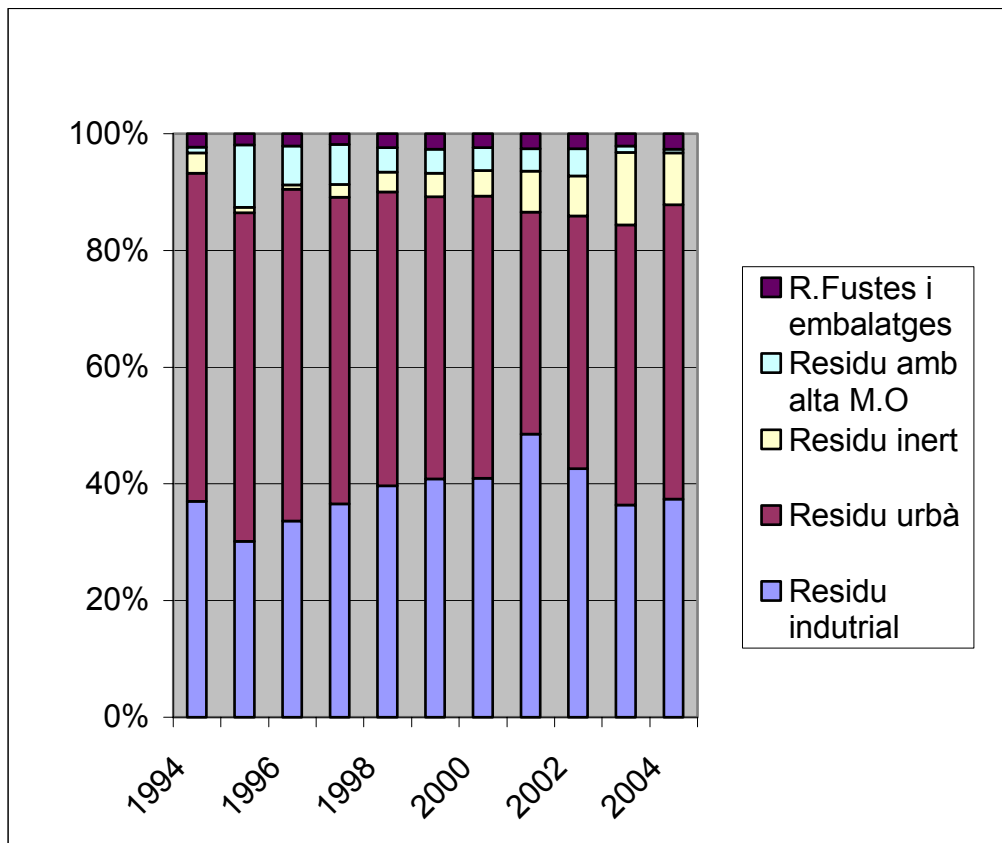
A efectes pràctics i per al nostre estudi, ens interessa classificar els residus municipals, els industrials i els fangs de manera que en coneguem la seva caracterització general (Gràfic 3). Així, farem la classificació següent segons la seva semblança en composició i per tant la seva potenciabilitat per a ser font de biogàs.

- **Residu sòlid urbà:** està constituït per fraccions ràpidament i lentament biodegradables. El RSU és un residu del qual en tenim estudis i per tant, a partir de la teoria utilitzada, es pot arribar al percentatge respecte el total d'aquest residu, que ens arribarà a produir biogàs.
- **Residu inert:** no el tindrem en compte com a tal perquè es considera un residu poc i molt lentament biodegradable. És el cas dels residus d'estabilització, de terres no contaminades, de runes i altres residus de construccions i residus hospitalaris.
- **Residu industrial:** és el residu més variat i per tant, més difícil de conèixe'n la seva biodegradabilitat, pel fet que cada residu industrial és completament diferent de la resta. Per aquest motiu ens trobem dins un grup dispers on trobem residus industrials, d'AENA, de centres comercials, fangs de depuradora urbana secs, fangs industrials productes caducats, de les plantes de transferència i altres.
- **Residu amb alta matèria orgànica:** procedent en gran part del RSU de recollida i neteja viària dels serveis municipals es tracta de fraccions ràpidament biodegradables i potenciables de produir un elevat percentatge de biogàs. Dins d'aquest grup ens trobem amb residus d'escorxador, de neteja viària, de jardineria i de fang urbà.
- **Residus de fusta i embalatges:** Procedents de RSU i de residus industrials, componen aquest grup els embalatges, residus de mercat, residus de neteja de centres comercials i mobles.



*Gràfic 3. Distribució dels residus entrants a l'abocador de Coll Cardús segons la classificació pròpia dels residus entrants per a l'estudi de producció de biogàs (1994-2004)*

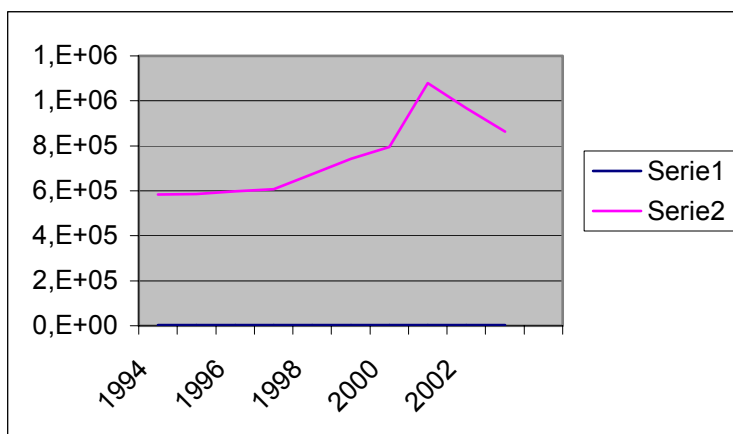
Com es veu, (Gràfic 3) pràcticament la meitat dels residus que han estat depositats a l'abocador són R.S.U (49%). En segon lloc, un 39% dels residus són industrials. I en una proporció molt més baixa, d'un 5% han estat depositats durant aquests 10 anys, residus inerts i residus amb una concentració de matèria orgànica elevada. Per últim, amb només un 2% trobem els residus de fustes i embalatges.



Gràfic 4. Distribució dels residus entrants a l'abocador de Coll Cardús segons la classificació per a l'estudi de producció de biogàs i per a cada any (1994-2004)

Segons el gràfic (*Gràfic 4*) es pot dir que l'evolució dels residus entrants al llarg dels anys és molt semblant. No es pot confondre aquest fet amb la no variació de la composició del residu en si mateix. És a dir, no és el mateix el residu industrial i urbà ara, que fa 15 anys.

Fins ara, hem parlat de la composició del residu que arriba a Coll Cardús, també, però, cal fer esment de les unitats que cada grup ha representat durant aquests 10 anys (*Gràfic 5*). Tenint en compte els residus urbans, els industrials assimilables a urbans, els residus amb alta matèria orgànica, les fustes i embalatges i els residus inerts, les dades del tonelatge quantificat durant el 1994-2003 son les següents:



Gràfic 5 .Tonelatge total dels residus abocats a Coll Cardús (1994-2004)

### 3.2.3 Distribució del residu: Abocament

Un cop s'ha acceptat el camió amb el residu perquè entri dins l'abocador, aquest es dirigeix a la cel·la assignada dins la zona de disposició de residus (*Figura 4*). Es tracta d'una superfície de 4.000m<sup>2</sup> que diàriament s'omple fins a incrementar l'alçada de 2-4m respecte el dia anterior. Al llarg de la vida de l'abocador s'han omplert 150 alvèols d'aquest tipus.

- **Abocament:** els camions arriben a la plataforma amb una fulla de seguiment on s'especifica el residu que pretenen abocar. ( domèstic, comercial, industrial, fangs...)



Figura 4. Fotografia de la plataforma d'abocament de Coll Cardús (2006).

Un treballador gestiona incidències en cas que no es correspongui la descripció del residu a la fulla de seguiment, amb el que és realment. Per exemple, arriba un camió d'un ajuntament amb residu urbà, que hauria de dur residu domèstic, però es troben restes de caixes de fruita, embalatges i altres en grans quantitats, fet fa pensar que un comerç vol fer passar com a domèstic el seu residu.

Altres incidències comunes són que amb els residus industrials es portin envasos recuperables.

També, són normals, incidències relacionades amb la seguretat personal. És un motiu de devolució del camió si la porta d'aquest, no està ben subjectada. És normal que en dies de pluja els camions rellisquin i cal vigilar que no bolquin. O ens podem trobar que el residu estigui molt compactat dins el camió i que no caigui per si sol, tot necessitant l'ajuda de maquinària per a fer-ho.

En aquest moment, també es fa la presa de mostres de residus industrials no distingibles a simple vista, bàsicament de fangs, com s'ha esmentat anteriorment.

De la meva experiència en la visita a la plataforma d'abocament el que més destacaria és la sorpresa de veure a simple vista que pràcticament la majoria de residus que hi arriben són fraccions valoritzables com paper, fusta, cartró, plàstics... així, no es segueix la idea general que la legislació europea exposa, que pretén que a l'abocador hi arribi només rebuig i no pas residu.



*Figura 5. Fotografia de la plataforma d'abocament en el procés de distribució del residu a l'abocador de Coll Cardús (2006).*

· **Distribució:** un cop s'han descarregat els residus, un bulldozer s'encarrega d'estirar-los per tota la superfície (*Figura 5*). Després mitjançant maquinària especial, es compacten, de manera que s'aconsegueix una reducció d'entre el 70-80% del volum original.

· **Cobriment:** Per últim cada 4 o 5 metres es cobreix l'alvèol amb terra. Aquests cobriments juguen un doble paper. Per una banda no permeten que el vent pugui aixecar el material lleuger, sobretot plàstics, i per altra banda permeten que puguin circular camions per sobre. Aquest treball es realitza normalment amb terres procedents de fonaments d'edificis en construcció.

### 3.3 EI GAS D'ABOCADOR: BIOGÀS

Un cop s'ha abocat el residu a l'alvèol, aquest pateix una sèrie de transformacions.

Es pot definir un abocador de residus sòlids com un reactor bioquímic, amb residus i aigua com entrades principals i amb gasos i lixiviats com principals sortides.

Tant les entrades com les fases de transformació del residu i les sortides han d'estar controlades. Per això, també es pot entendre l'abocador com un sistema multibarrera. És a dir, la primera barrera correspon a la vigilància de tots els residus que entren en el dipòsit controlat per a que la seva eliminació no generi riscos perillosos per al medi ambient. La segona barrera d'entrada és que cal gestionar l'entrada d'aigua al sistema per a mantenir la humitat necessària per a que els residus fermentin. I la tercera barrera és el tractament correcte i control de l'emissió de lixiviats i biogàs. És necessari aquest control de lixiviats i biogàs pels impactes ambientals que produeixen (*Taula 6*):

Producte	Impactes ambientals
<b>Gas d'abocador</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contribució a l'anomenat efecte hivernacle, per el contingut en metà (CH<sub>4</sub>), diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) i clorofluorocarbons (CFC's). Conté principalment els dos primers.</li> <li>2. Destrucció de la capa d'ozó estratosfèric, degut al contingut de CFC's, en concentracions traça, procedents de l'abocament inadequat de petits equips de refrigeració, sprays, etc.</li> <li>3. Formació d'ozó troposfèric i contribució a la generació de smog fotoquímic, per emissió de COV's.</li> <li>4. Degut a les bosses de gas formades en el vas de l'abocador, es poden produir explosions i incendis, per el contingut en metà i hidrogen, aquest últim en molt baixa concentració.</li> <li>5. Degradació de l'entorn per males olors i gasos tòxics.</li> <li>6. Acumulació de gasos en recintes tancats, desplaçant l'oxigen de l'aire i podent produir acciednts per asfíxia en instal·lacions properes a l'abocador</li> <li>7. Mort per asfíxia i toxicitat de la vegetació propera, a través de les arrels</li> </ol>
<b>Lixiviats</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contaminació de sòls i aqüífers superficials i subterranis.</li> </ol>

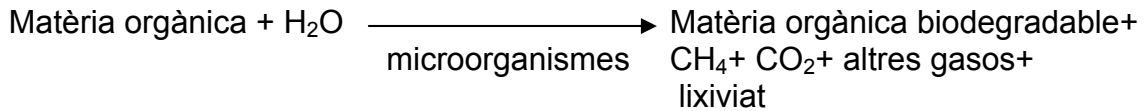
*Taula6. Impactes ambientals de biogàs i lixiviats da'boCADOR.*

Font: EPA <http://www.epa.gov> (2006)

### 3.3.1 Generació i característiques del gas de l'abocador

Una idea general sobre el procés microbiològic involucrat en la formació del biogàs és necessària per a poder comprendre millor la producció d'aquest gas en un abocador.

La reacció química generalitzada per a la descomposició anaeròbia de residus sòlids pot escriure's de la forma següent:



A continuació s'expliquen detalladament les fases concretes de la generació del biogàs:

#### Fase I: inicial

Amb l'arribada dels residus a l'alvèol, encara en contacte amb l'atmosfera, s'inicia la descomposició biològica en condicions aeròbies dels components orgànics biodegradables dels RSU (*Figura 6*). La font principal d'organismes, aerobis i anaerobis, responsables de la descomposició dels residus, és el material del sòl que s'utilitza com a cubrició diària i final i també els fangs de les plantes de tractament d'aigües.

#### Fase II: transició

L'oxigen disponible pels microorganismes disminueix a mida que els residus queden enterrats i es van degradant. En aquest punt comencen les condicions anaeròbies i el nitrat i sulfat es redueixen a gas nitrogen i sulfur d'hidrogen. Mentre baixa el potencial d'oxidació/reducció, els microorganismes responsables de la conversió del material orgànic dels RSU, comencen la conversió del material orgànic complex a àcids orgànics i altres productes intermedis. El PH del lixiviats, si és que aquest es forma, disminueix degut a la presència d'aquests àcids i a l'efecte de les elevades concentracions de CO<sub>2</sub>.

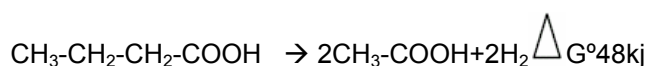
#### Fase III: àcida

S'accelera l'activitat microbiana iniciada a la fase II amb la producció de quantitats significatives d'àcids orgànics i petites quantitats de gas hidrogen. Aquesta conversió es fa en les etapes de:

- **Hidròlisis:** Les bacteries d'aquesta etapa prenen la matèria orgànica verge amb les seves llargues cadenes d'estructures carbonades i les van trencant i transformant en cadenes més curtes i simples (àcids orgànics) alliberant Hidrogen i Diòxid de carboni.
- **Acidogènesi:** Aquesta etapa la duen a terme les bacteries acetogèniques que realitzen la degradació dels àcids orgànics resultants de la hidròlisi, transformant-los en el grup acètic CH<sub>3</sub>-COOH i alliberant com a productes Hidrogen i Diòxid de carboni.

El PH del lixiviat, si es forma, disminuirà al voltant de 5, per la presència d'àcids orgànics i per els elevades concentracions de CO<sub>2</sub>. La DQO i la DBO i la conductivitat del lixiviat s'incrementen degut a la dissolució d'àcids orgànics en el lixiviat. També en aquesta fase es solubilitzen alguns constituents inorgànics, principalment metalls pesats. Molts nutrients essencials es separen del lixiviat.

Concretament, la degradació dels àcids orgànics al grup acètic segueix aquesta equació:



És una reacció no afavorida termodinàmicament, però a pressions baixes d'H<sub>2</sub> (10<sup>-4</sup>, 10<sup>-5</sup> atm) si que és possible, depèn de l'eliminació d'H<sub>2</sub> per bacteris metanogens o pels sulfat-reductors.

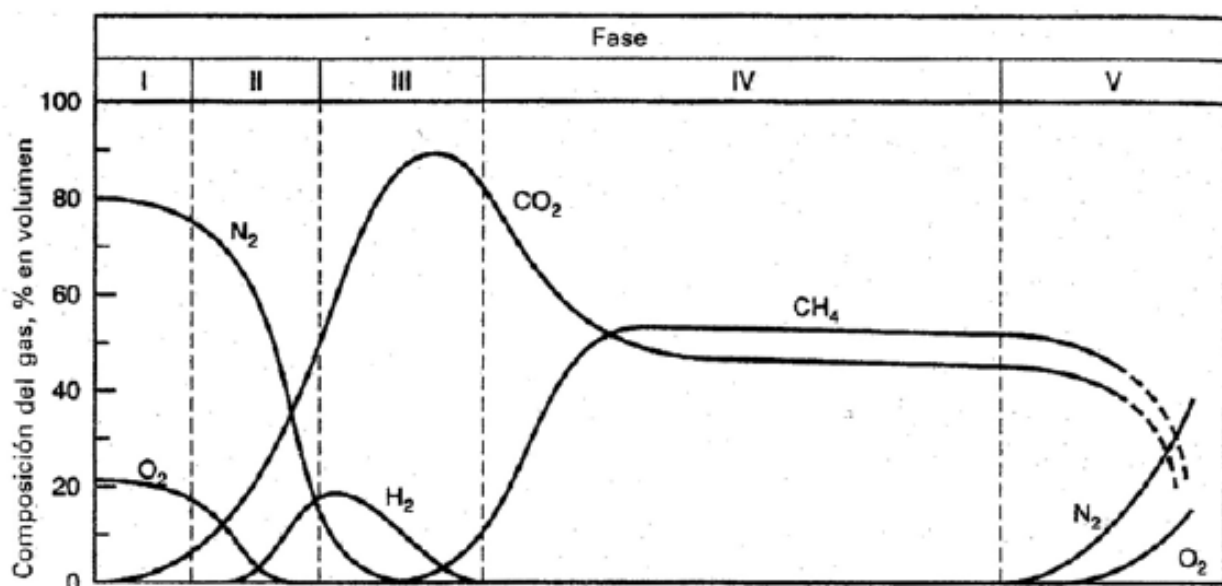


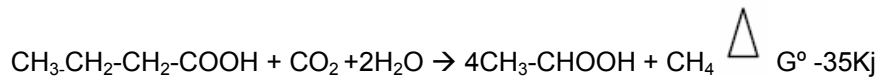
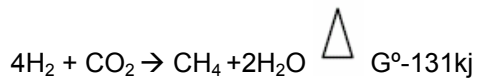
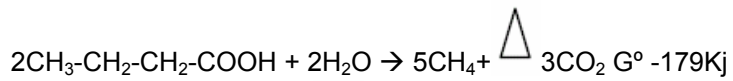
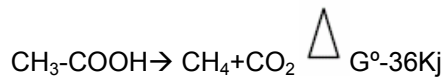
Figura 6. Fases generals en la generació dels gasos de l'abocador  
Font: G. Tchobanoglous (1994)

#### Fase IV: fermentació del metà

La transformació final feta en aquesta etapa té com a principal substrat l'acètic i d'altres àcids orgànics de cadena curta. Els microorganismes responsables d'aquesta conversió són estrictament anaerobis i s'anomenen metanogènics. S'encarreguen de convertir l'àcid acètic i el gas hidrogen en CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub>. Com els àcids i l'hidrogen s'han convertit a CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub>, el PH augmenta fins a valors de 7-8. Degut a aquesta variació del PH, la DQO, la DBO i la conductivitat del lixiviat disminuiran. Amb valors més elevats de PH, la concentració de metalls al lixiviat es redueix.

Les reaccions següents són les que es produeixen en aquesta fase:





### Fase V: maduració

La velocitat de generació del gas disminueix perquè la majoria dels nutrients disponibles s'han separat del lixiviat durant les fases anteriors i els substrats que queden a l'abocador són de degradació lenta.

Com que es tracta d'un procés complicat, s'ha construït la següent taula per tal de resumir i ordenar cronològicament les fases de la producció de biogàs a l'abocador (*Taula 7*).

Fases		Medi i condicions	Descripció	Productes inicials	Productes finals	Bactèries responsables
I.Inicial		Aerobi	Inici descomposició biològica dels components biodegradables del residu	Residu orgànic biodegradable	Carbohidrats + Greixos + Proteïnes	Bactèries fermentatives: psicofíliques( menys de 20°C, ideal 4-5°C)
II. Transició		Anaerobi; baixa el potencial d'oxidació/reducció; PH disminueix	El nitrat i sulfat es redueixen a gas nitrogen i sulfur d'hidrogen.	Nitrat i Sulfat	Gas Nitrogen+Sulfur d'hidrogen+CO <sub>2</sub>	Bactèries fermentatives
III. Àcida	III.a Hidròlisis	El PH disminueix 5; DQO, DBO conductivitat del lixiviat s'incrementen	Conversió del material orgànic complex a àcids orgànics i altres productes intermedis.	Matèria orgànica verge: cadenes llargues d'estructures carbonades (Carbohidrats + Greixos + Proteïnes)	Aminoàcids, Sucres, Àcids grassos , Alcohols CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> i product. intermitjos	Bactèries hidrolítiques
	III.b Acidogènesis		Degradació dels àcids orgànics resultants de la hidròlisis, transformant-los en el grup acètic	Aminoàcids, Sucres, Àcids grassos , Alcohols CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> i productes intermitjos (Àc.Propiònic, butíric)	Àcids orgànics de cadena curta i simple: H <sub>2</sub> +CO <sub>2</sub> +CH <sub>3</sub> -COOH	Bactèries acetogèniques:mesofíliques(en tre 20-40°C)viuen en baixos continguts d'O <sub>2</sub> ,alta taxa reproductiva, Poc sensibles als canvis d'acidesa i temperatura
IV.Fermentació metà		Anaerobi estricte; PH augmenta 7-8; DQO , DBO i conductivitat disminueixen	Conversió de l'àcid acètic i el gas hidrogen en CH <sub>4</sub> i CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> + CH <sub>3</sub> COOH	Metà ( CH <sub>4</sub> ); Diòxid de carboni ( CO <sub>2</sub> )	Bacteris metanogènics:termofíliques (40-70°C). No viuen en presència d'O <sub>2</sub> , baixa taxa reproductiva, molt sensibles als canvis d'acidesa i temperatura
V. Maduració		PH estable 7-8,5; Velocitat generació biogàs disminueix	Degradació lenta de materials anteriorment no disponibles (no significatiu)	Residu orgànic biodegradable	Àcids húmics, àcids fúlvics.	Bactèries fermentatives

Taula 7. Fases de la producció de biogàs en un abocador

### 3.3.2 Factors que afecten la producció de biogàs

L'activitat metabòlica involucrada en el procés metanogènic es veu afectat per diversos factors, entre els més importants a tenir en compte:

- Tipus de substrat (composició de la matèria orgànica)
- Temperatura del substrat
- Nivell d'acidesa (PH)
- Intrusió d'oxigen
- Humitat
- Presència de compostos inhibidors del procés.

**Tipus de substrat.** El procés microbiològic no només requereix de fonts de carboni i nitrogen sinó que també ha d'haver-hi un cert equilibri de sals minerals (sofre, fòsfor, potassi, calç, magnesi, ferro, manganès, molibdè, zinc, cobalt, seleni, tungstè, níquel i altres).

Normalment les substàncies orgàniques i fangs de depuradores presenten aquests elements en proporcions adequades. En canvi, en les restes industrials no és així, fet que pot dificultar la digestió anaeròbia. Tampoc les substàncies amb un alt contingut de lignina, com les restes d'estructures vegetals no són directament aprofitables.

**Temperatura del substrat .** Com es pot veure a la taula anterior, depenent de l'activitat biològica que s'estigui duent a terme es requereixen uns o altres intervals de temperatura. Es veu també que i la producció de gas augmenta amb la temperatura.

**Valor de PH.** El pH depèn de la etapa o fase del procés de descomposició. Una vegada estabilitzat el procés fermentatiu el pH es manté en valors que oscil·len entre 7 i 8,5. Les desviacions dels valors normals es indicatiu d'un fort deteriorament de l'equilibri entre les bacteries de la part àcida i la metanogènica provocat per importants fluctuacions en algun dels paràmetres que governen el procés.

**Intrusió d'oxigen.** Aquest fet no permet que les bacteries anaeròbies actuïn correctament; pot ser degut a l'existència d'oxigen en el dipòsit del sistema de captació de gasos o a un mal cobriment.

**Humitat.** És necessari un alt contingut d'aigua, entre el 50 i 60%, per a que l'activitat microbiana es dugui a terme. Si no es reuneixen les condicions d'humitat, el residu pot mantenir-se pràcticament intacte després de molts anys.

**Inhibidors.** La presència de metalls pesants, antibiòtics i detergents en determinades concentracions poden inhibir i interrompre el procés fermentatiu. També una elevada concentració de Nitrogen i Amoníac destrueixen les bacteries metanogèniques.

Tots aquests factors s'influencien i es relacionen els uns amb els altres per a donar unes condicions en les capes de residus que determinen el potencial de

generació del gas. Les condicions d'humitat, temperatura i condicions meteorològiques, dependran de la zona on es situï l'abocador.

### 3.3.3 Anàlisi tipus del gas d'abocador de Coll Cardús

Finalitzades les fases del procés de producció de biogàs, a l'abocador de Coll Cardús s'obté un gas amb les següents distribucions percentuals, (Taula 8).

Components més importants del Biogàs	% (base volum sec)
Metà CH <sub>4</sub>	52.8
Diòxid de carboni CO <sub>2</sub>	39.2
Nitrogen N <sub>2</sub>	3.6
Oxigen O <sub>2</sub>	0.5
Sulfurs, disulfurs, mercaptans, etc.	<0.04
Amoníac NH <sub>3</sub>	21.5 mg/Nm <sup>3</sup>
Hidrogen H <sub>2</sub>	<0.1
Monòxid de carboni CO	0.005
Constituents en quantitat traça	0,01-0,6

Taula 8. Composició del biogàs de Coll Cardús. Anàlisi febrer del 2000

Com s'ha comentat a l'inici d'aquest apartat, en un abocador es produeix una altra sortida a més del biogàs. No es pot oblidar que en filtrar-se l'aigua a través dels residus sòlids en descomposició, es lixivien en solució materials biològics i constituents químics. Així, doncs el lixiviat està format pel líquid que entra a l'abocador des de fonts externes i el líquid produït per la descomposició biològica de la part orgànica biodegradable dels residus, sota condicions aeròbiques o anaeròbiques.

L'aspecte del lixiviat que arriba a la planta depuradora és negre, d'olor forta i penetrant.

La composició mitja d'aquests líquids varia segons l'àrea geogràfica, l'edat de l'abocador i el tipus de residu dipositat, però el principal factor contaminant en comú és la seva elevada càrrega orgànica.

### 3.3.4 Procés de recollida i captació de biogàs

Com s'ha vist, el gas d'abocador està format principalment per CH<sub>4</sub> metà ± 53% i per CO<sub>2</sub> diòxid de carboni ± 40%. L'escapament incontrolat d'aquest gas té un efecte negatiu pel medi ambient, bàsicament per la seva contribució de l'efecte hivernacle.

L'interès de la comunitat internacional pel problema del canvi climàtic va dur a la redacció de la Convenció Marco de las Naciones Unidas sobre el Canvi Climàtic. La Convenció entrà en vigor el 21 de març de 1994 i fins el moment ha sigut ratificada per 186 països. Així mateix, la Conferència de Río de 1994, continuada amb el protocol de Kyoto, són propostes internacionals per a reduir l'augment de l'escalfament global degut a l'efecte hivernacle.

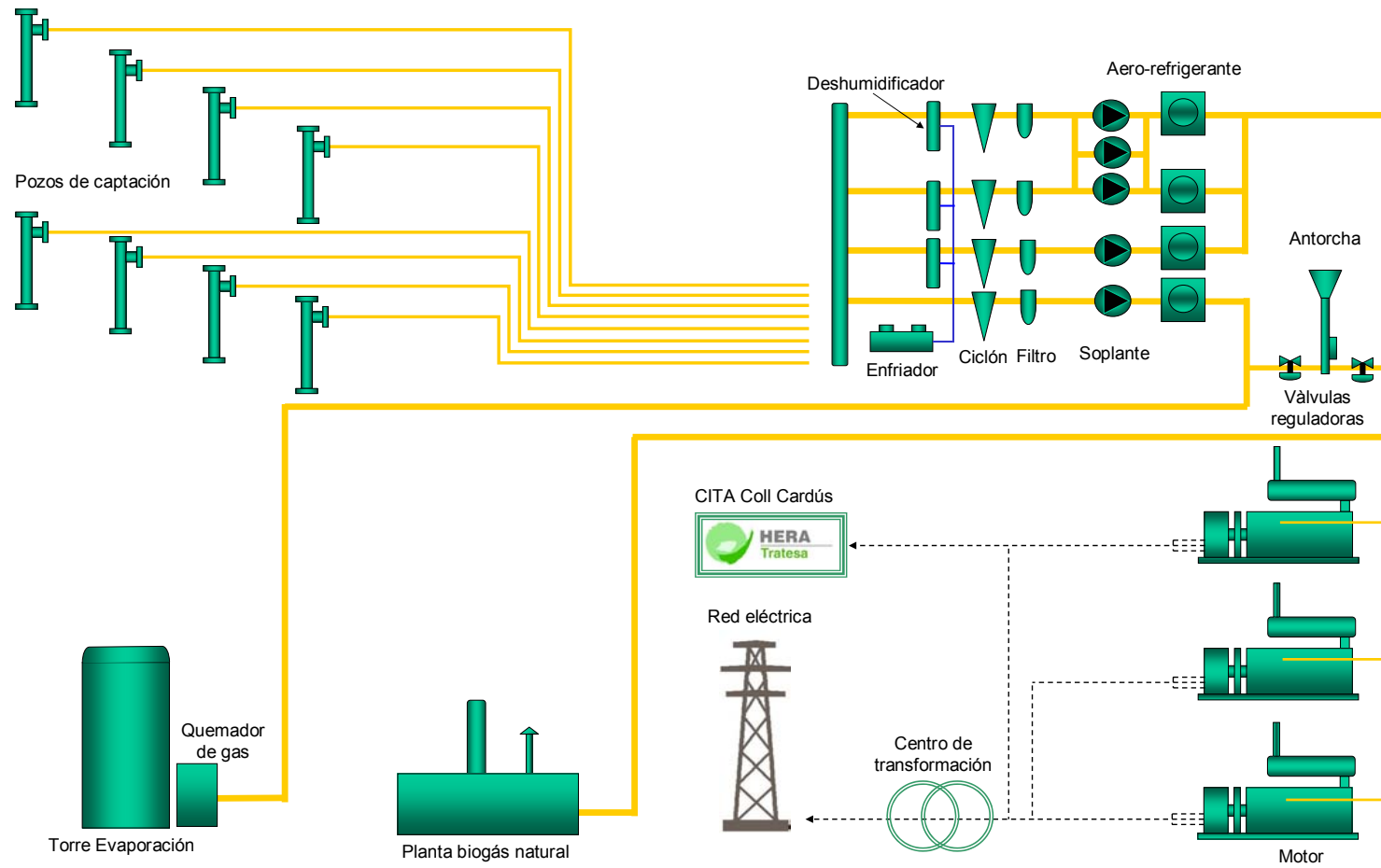


Figura 7. Esquema d'aprofitament del biogàs a l'abocador de Coll Cardús.

Font: CITA (2006)

Dins d'aquest marc, s'estableix la conveniència d'instal·lar un cremador de biogàs, que transformi  $\text{CH}_4$  en  $\text{CO}_2$ .

En el cas de Coll Cardús es va optar per en comptes de cremar el biogàs, extreure'n energia. L'aprofitament energètic va començar al dipòsit de Vacarisses l'any 2000 amb una potència instal·lada de 2 MW elèctrics, seguint-lo a partir de l'any 2001 altres abocadors catalans.

A l'esquema anterior (*Figura 7*) queda reflectit el procés de recollida i captació dut a terme a l'abocador de Coll Cardús del qual es parla tot seguit.

### 3.3.4.1 Tecnologia de l'extracció del biogàs

· **Pous d'extracció:** El biogàs es recull a partir d'una xarxa de captació i recollida, format per pous distribuïts per tota la superfície del dipòsit, (*Figura 8*).

La forma habitual de la instal·lació de pous d'extracció és mitjançant la contractació d'empreses especialitzades en perforació. Els pous tenen un diàmetre 500 mm, una profunditat entre els 15 i 25 metres i un radi d'acció que, tot i que varia amb la compactació dels residus, s'estén de manera aproximada en un radi de 25 metres. Es componen d'una part amb esclatxes per on es capta el biogàs i un part cega, propera a la superfície que no permet ni l'entrada d'oxigen ni la sortida de biogàs. A fi de mantenir la riquesa en metà del biogàs, el tram final dels pous verticals estarà segellat en un radi d'1m al voltant del pou de captació amb una làmina de PEBD. Aquesta làmina estarà segellada amb argila compactada. D'aquesta manera s'evitarà l'entrada d'aire al sistema. La sortida del pou de captació estarà tapada amb un tancament de PEBD



*Figura 8. Pous d'extracció de l'abocador de Coll Cardús (2006).*

Entre el pou i la tuberia de transport de biogàs s'instal·la una unió flexible que resisteixi els moviments propis de l'abocador amb el pas dels anys. La xarxa de conduccions (canonada cega de HPDE), aèria a les zones clausurades i en explotació, permet el transport del biogàs captat als pous. Disposa d'arquetes de registre, vàlvules de sectorització i un conjunt de dispositius de purga que permeten eliminar l'excés d'humitat (condensats) del gas captat.

Des dels pous el biogàs és aspirat a través d'un sistema de tubs i canonades de diferents diàmetres, que al final s'uneixen a col·lectors principals que el condueixen a la central d'aspiració. Tot el sistema de captació i transport de biogàs està a una pressió inferior a l'atmosfèrica, per la qual cosa s'assegura que no hi hagi cap escapament de biogàs a l'exterior.

Després de ser captat i abans de ser utilitzat al sistema d'aprofitament, el biogàs ha de ser tractat per a separar el condensat que no s'hagi pogut separar durant el seu transport.

La gestió del condensat que es forma quan s'extreu el gas de l'abocador, degut al descens de temperatura durant el transport en la xarxa de captació, es fa mitjançant la instal·lació de recollidors en els punts més baixos de la línia, des d'on es transporta a rebre el mateix tractament que els lixiviats o es pot reintroduir en l'abocador per a facilitar les condicions de biodegradació.

El grau de tractament depèn de l'aplicació que se'n faci: amb la **deshumidificació** seria suficient per a l'ús en calderes, afegida a l'**eliminació de compostos corrosius** (p.e. H<sub>2</sub>S) en motors i turbines, mentre en requereix d'altres per a la separació de components del biogàs. Els sistemes de producció d'energia compten amb **filtres** per a evitar l'entrada d'impureses.

- **Bufants:** Els bufants, amb cabal regulable segons el règim de funcionament, tenen com a missió extreure el gas dels residus compactat i transportar-lo amb la pressió necessària fins a la instal·lació de revalorització. Aquesta instal·lació té com a objectiu succionar el gas de l'alvèol i transportar-lo a la planta de recuperació energètica. Cal buscar, però l'equilibri entre la pressió de succió i el nombre de pous, per evitar que l'aire atmosfèric entri dins l'alvèol i faci disminuir la captació del metà.

- **Combustió en Torxa de seguretat:** El mètode de la combustió del biogàs consisteix en la crema dels components extrets (CH<sub>4</sub>, COV's) en presència d'oxigen, mitjançant torxes de combustió (*Figura 9*), formant-se diòxid de carboni, vapor d'aigua, diòxid de sofre, òxids de nitrogen i altres gasos.

La torxa s'utilitza a l'abocador de Coll Cardús en els casos en que arriba a la zona d'aprofitament energètic biogàs en excés i no es pot aprofitar. També per assegurar que no s'emeti el biogàs a l'atmosfera en cas d'aturades tècniques, ja sigui per manteniment, fallada mecànica o d'altres circumstàncies. Amb una temperatura superior als 1000 °C, s'assegura la no emissió de compostos nocius per al medi.



Figura 9. Torxa de seguretat de la planta de biogàs de l'abocador de Coll Cardús (2006).

### 3.3.4.2 Procés de valorització del biogàs

Un cop s'ha captat el biogàs, es decideix el destí final d'aquest i es canalitza per a 3 usos diferents. Normalment, els elements de conversió mecànica on es fa la valorització es distribueixen en mòduls insonoritzats i individuals (*Figura 10*) per a una major facilitat d'instal·lació. Cal dir que el biogàs utilitzat a la planta de lixiviats no passarà per un mòdul de valorització.



Figura 10. Mòdul per al tractament del biogàs a Coll Cardús (2006).



Cada mòdul valoritza el biogàs de manera que obtenim 3 destinacions finals.

· **Torre d'evaporació a la planta de lixiviats.**

El sistema de generació tèrmica només s'utilitza per autoconsum i abasteix a la planta depuradora de lixiviats de l'abocador. D'aquesta manera el gas es crema en una caldera i s'utilitza per a escalfar aigua necessària en una fase de la depuradora de lixiviats.

· **Motor de combustió: electricitat**

S'utilitzen motors-alternadors per a la producció d'energia elèctrica. L'energia mecànica produïda als motors o turbines a partir de la combustió del biogàs es converteix en energia elèctrica en alternadors acoblats.

D'una banda, part de l'energia elèctrica es destina a autoconsum. D'altra banda, l'energia elèctrica s'envia a la xarxa elèctrica i per això cal elevar el voltatge en una estació transformadora fins a la tensió de la xarxa de subministrament elèctric a la que s'aboca.

L'energia elèctrica que vagi a parar a la Red de FECSA ENDESA, es vendrà tenint en compte el Règim Especial de Producció Elèctrica ( RD 2818/98) sobre producció d'energia elèctrica per mitjà d'energies renovables. Aquest Reial Decret introdueix una sèrie d'incentius per aquelles plantes que utilitzin fonts d'energia renovables (com els RSU). Dins la indústria de l'abocador, suposa que a més del preu pagat segons el "pool" elèctric, als generadors d'electricitat, se'ls pagarà una prima per a costos addicionals

· **Xarxa de gas: Flota interna de vehicles.**

L'interès en la concentració i separació radica en la possibilitat de la introducció del metà al dipòsit de combustible de la flota de cotxes de l'abocador. La separació del CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub> interessa perquè com més concentrat estigui el CH<sub>4</sub> més combustible es podrà emmagatzemar al dipòsit del cotxe, (Fig 11).



Figura11. Sortidor de biogàs per a la flota de vehicles de l'abocador de Coll Cardús (2006).

#### **4. ESTIMACIÓ DE LA PRODUCCIÓ DE BIOGÀS A L'ABOCADOR DE COLL CARDÚS**



## 4. Estimació de la producció de biogàs a l'abocador de Coll Cardús

En aquest apartat es pretén fer una estimació de la producció de biogàs a partir de la composició química dels diferents residus entrants durant el període 1994-2004. L'estimació es basa en la metodologia proposada per G. Tchobanoglous (1994).

### 4.1 Càlcul del volum de producció de biogàs

### 4.2 Càlcul de la distribució del volum de biogàs al llarg del temps

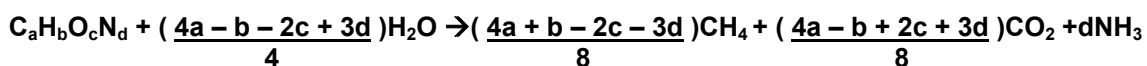
El primer pas per a fer l'estimació és caracteritzar els residus entrants i trobar-ne la seva composició aproximada, de manera que a partir de les tones abocades a Coll Cardús trobem el volum de biogàs produït.

El segon pas és veure com aquest volum de gas es distribueix al llarg del temps i per últim representar el fenomen mitjançant una corba de producció de biogàs.

## 4.1 Càlcul del volum de producció de biogàs

### 4.1.1 Descripció del residu entrant

Per tal d'arribar a conèixer la producció de biogàs a l'abocador de Coll Cardús, hem de caracteritzar els residus entrants, ja que el volum de CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub> emès en la descomposició anaeròbia depèn directament de la composició del material entrant, com es pot observar en l'equació següent:



Així, a partir d'aquesta reacció estequiomètrica es pot estimar el volum total de gas, suposant la conversió completa dels residus orgànics biodegradables en CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub>. Tal i com s'ha explicat amb anterioritat, hem classificat els residus que són abocats a Coll Cardús en 5 grups:

R.INERT	Cada residu té un codi i una descripció. A partir d'aquests, s'inclou cada un dels residus en el grup que més bé el defineix ( residu inert, residu industrial, residu amb alta matèria orgànica, residu de fustes i embalatges i residu sòlid urbà). A continuació, es mostra una ( <i>Taula 9</i> ) en la qual s'observa en la primera columna com es considera i s'anomena el residu entrant. En la segona columna es pot veure el codi del residu colorejat. Així doncs, el residu U05 que per a les gestions de recepció de residus es considera generalment urbà, nosaltres el considerem un residu amb alta matèria orgànica (color verd). I en la tercera columna hi consta la descripció en la que ens hem basat per a incloure el residu en el grup més adient. Així doncs, es considera que un residu de jardineria és més adequat incloure'l en el grup de residus amb alta matèria orgànica i no pas en el grup dels RSU.
R.INDUSTRIAL	
R.ALTA M.O	
R.FUSTES I EMBALATGES	
R.S.U	

Tipu Residu	Cod.Residu	Descripció
RESIDUS MUNICIPALS	U01	Residu Sòlid Urbà
	U01.01	R.S.U. de C.R.T.
	U01.D	R.S.U. de "Deixalleria"
	U01.N	R.S.U. de recollida pneumàtica
	U02	Residu de Mercat
	U03	Residu de Neteja Viària
	U04	Residu de Neteja de Centres
	U04.C	Neteja Centres Comercials
	U05	Residu de Jardineria
	U06	Mobles
	U09	Residu de Construcció
	TRANSFER	PLANTA DE TRANSFERÈNCIA
R.INDUSTRIAL	I01	Residu Industrial
	I01.01	Residu Industrial de C.R.T
	I01.02	Residu Industrial Itinerant
	I01.A	Residu Industrial d' AENA
	I01.F	Residu de Fragmentadora
	I04.C	R. I. de Centres Comercials
	I09	Residus d'estabilització
	I10	Terres no contaminades i sim.
	I12	Productes Caducats
	I13	Terres cont., refrac. i simi.
	I14	Embalatges
	I16	Escorxador
	I17	Runes (esporàdic)
	I20	Residu Hospitalari
	I02	-
	I01.03	-
	I03	-
	I03.03	-
	U07	-
	I07	-
	I017.01	-
	I07.02	-
	I07.03	-
	I15.01	-
	I03.01	-
	I19	-
	I19.T	-
	I21	-
	I23	-
	I05	-
	I06	-
	I15.02	-
	I01.T	-
I04	-	
U03.R	-	
FANGS	I08	Fangs depuradores urbanes
	I08.S	Fangs depuradores urbanes secs
	I15	Fang de depuradora industrial
	U08	Fang EDAR Urbà

Taula 9. Descripció i codi dels residus entrants a l'abocador 1994-2004

A partir de la classificació anterior i el tonelatge anual de cada tipus de residu (Annex A) , es pot resumir l'entrada de residus a la *Taula 10*:

	Residu industrial	Residu urbà	Residu inert	Residu amb alta M.O	R.Fustes i embalatges
<b>1.994</b>	215.806	327.075	3.406	22.967	13.108
<b>1.995</b>	168.703	329.428	5.604	70.732	11.338
<b>1.996</b>	201.393	339.922	4.012	40.337	12.323
<b>1.997</b>	221.391	318.868	12.838	41.862	11.009
<b>1.998</b>	267.453	339.245	22.972	28.418	15.789
<b>1.999</b>	303.402	359.441	29.475	31.172	19.386
<b>2.000</b>	324.588	383.868	35.130	30.862	18.905
<b>2.001</b>	523.476	410.297	76.189	41.337	27.465
<b>2.002</b>	412.609	418.709	66.350	45.463	24.665
<b>2.003</b>	314.222	414.721	107.105	9.649	18.311
<b>2.004</b>	100.383	135.598	23.805	1.753	7.048
<b>Total(tn)</b>	<b>3.053.426</b>	<b>3.777.172</b>	<b>386.886</b>	<b>364.552</b>	<b>179.346</b>
<b>Percentatge %</b>	<b>39</b>	<b>49</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>

*Taula10. Tones de residu entrant a l'abocador de Coll Cardús 1994-2004*

Les tones de residu inert (*Taula 10*), que representen un 5% del residu total entrant, no les considerarem per a estimar la producció de biogàs. Això és degut a que els residus inerts són rebuig de construccions, runes, terres no contaminades... i no són susceptibles de biodegradar-se i per tant de produir biogàs.

#### 4.1.2 Residu sòlid urbà

Els materials existents dins les nostres escombraries són diversos, perquè cada ciutadà de Catalunya produeix un nombre diferent de residus segons el seu nivell de vida i activitats. A més la composició de les nostres escombraries també depèn de les estacions de l'any i sobretot del canvi de societat que continuament aporta productes i residus nous.

Des d'un principi es pensava disposar de les caracteritzacions dels RSU de cada ciutat, proporcionada pels ajuntaments o la Junta de Residus. Davant la impossibilitat d'obtenir aquestes dades, per inexistència, o en el cas d'existir no es poden considerar mostres significatives, s'han utilitzat les caracteritzacions i la metodologia proposada per G. Tchobanoglous (1994), (*Taula 11*).

Així, ens basem en la composició dels RSU descrita a continuació per a calcular les tones totals de restes de menjar, paper, cartró, restes de jardí, tèxtil, goma, cuir, fusta, plàstic, vidre, metalls i altres que contenen els RSU domèstics que són abocats a Coll Cardús.

	Component dels RSU	% en pes	Pes RSU Coll Cardús (t) 1994-2004	Pes Component RSU (t)
<b>Ràpidament biodegradables</b>	Restes de menjar	9	<b>3.777.172</b>	339946
	Paper	34		1284239
	Cartró	6		226630
	Restes de jardí	18,5		698777
	<b>Total</b>	<b>67,5</b>		<b>2.549.591</b>
<b>Lentament biodegradables</b>	Tèxtil	2		75543
	Goma	0,5		18886
	Cuir	0,5		18886
	Fusta	2		75543
	<b>Total</b>	<b>5</b>		<b>188.859</b>
<b>Inerts</b>	Plàstics	7		264402
	Vidre	8		302174
	Metalls	9,5		358831
	Brutícia i altres	3	113315	
	<b>Total</b>	<b>27,5</b>	<b>1.038.722</b>	

Taula 11. Composició típica dels RSU domèstics segons G.Tchobanoglous (1994) i la suposada per a l'abocador de Coll Cardús (1994-2004)

Utilitzem les dades de la Composició típica dels RSU domèstics als EUA al 1990 com a base per als nostres càlculs. Multiplicant els percentatges de cada component dels RSU pel total de tones de RSU entrant a Coll Cardús durant el període 1994-2004, obtenim les tones de cada component que han estat abocades a Coll Cardús en aquests 10 anys.

Cal esmentar que, en general, es poden dividir els materials dels RSU presents en tres classificacions:

- **Ràpidament biodegradables:** es descomponen en un període de 3 mesos a 5 anys.
- **Lentament biodegradables:** es descomponen en un període de 15 anys.
- **Inerts:** generalment es consideren com no biodegradables.

Un cop tenim les tones de cada component dels RSU es pot començar a estimar la composició química i la quantitat de gas que pot derivar-se d'aquests constituents orgànics.

Cal fer una estimació del contingut d'humitat dels residus de l'abocador (*Taula 12*), per a conèixer la fracció seca i obtenir la composició en C,H,O,N i S dels residus.

Tipus de residu	Contingut en humitat, %
Restes de menjar	70
Paper	6
Cartró	5
Restes de jardí	60
Tèxtil	10
Goma	2
Cuir	10
Fusta	20
Plàstics	2
Vidre	2
Metalls fèrrics	3
Metalls no fèrrics	3

Taula 11. Contingut en humitat dels constituents dels residus que arriben a l'abocador.  
Font: G. Tchobanoglous (1994)

Un altre paràmetre a tipificar és la composició elemental de la M.O del residu, que ens servirà de substrat per a la producció de biogàs (Taula 13).

Tipus de residu	% en pes ( matèria seca)					
	Carboni	Hidrogen	Oxigen	Nitrogen	Sofre	Cendres
Restes de menjar	48	6,4	37,6	2,6	0,4	5
Paper	43,4	5,8	44,3	0,3	0,2	6
Cartró	43	5,9	44,8	0,3	0,2	5
Restes de jardí	47,8	6	38	3,4	0,3	4,5
Tèxtil	48	6,4	40	2,2	0,2	3,2
Goma	69,7	8,7	-	-	1,6	20
Cuir	60	8	11,6	10	0,4	10
Fusta	49,5	6	42,7	0,2	<0,1	1,5
Plàstics	60	7,2	22,8	-	-	10
Vidre	0,5	0,1	0,4	<0,1	-	98,9
Metalls fèrrics	4,5	0,6	4,3	<0,1	-	90,5
Metalls no fèrrics	4,5	0,6	4,3	<0,1	-	90,5

Taula 13. Dades típiques sobre l'anàlisi elemental del material combustible present en els residus sòlids domèstics, comercials i industrials.  
Font: G. Tchobanoglous (1994)

Les taules 11, 12 i 13 representen dades teòriques proposades per a una societat nord-americana dels 90, fet que comporta desviacions respecte la realitat de les dades actuals a Catalunya.

Amb l'aclariment pertinent i les dades anteriors es poden iniciar els càlculs per a conèixer la producció de biogàs a partir dels RSU.

**1. Composició orgànica dels residus.** Construïm la taula de càlculs per a determinar la distribució percentual dels elements més importants que componen els RSU.



	Tipus de residu	Pes entrada (t)	Cont humitat %	Cont pes sec %	% en pes ( matèria seca)						Cont aigua (t)	Cont pes sec (t)	Pes en t ( matèria seca)					
					C	H	O	N	S	Cendres			C	H	O	N	S	Cendres
<b>RBD</b>	Restes de menjar	339.946	70	30	48	6,4	37,6	2,6	0,4	5	237.962	101.984	48.952	6.527	38.346	2.652	408	5.099
	Paper	1.284.239	6	94	43,4	5,8	44,3	0,3	0,2	6	77.054	1.207.185	523.918	70.017	534.783	3.622	2.414	72.431
	Cartró	226.630	5	95	43	5,9	44,8	0,3	0,2	5	11.332	215.299	92.578	12.703	96.454	646	431	10.765
	Restes jardí	698.777	60	40	47,8	6	38	3,4	0,3	4,5	419.266	279.511	133.606	16.771	106.214	9.503	839	12.578
	<b>Total</b>	<b>2.549.592</b>									<b>745.614</b>	<b>1.803.978</b>	<b>799.055</b>	<b>106.017</b>	<b>775.797</b>	<b>16.422</b>	<b>4.091</b>	<b>100.873</b>
<b>LBD</b>	Tèxtil	75.543	10	90	48	6,4	40	2,2	0,2	3,2	7.554	67.989	32.635	4.351	27.195	1.496	136	2.176
	Goma	18.886	2	98	69,7	8,7	-	-	1,6	20	378	18.508	12.900	1.610	0	0	296	3.702
	Cuir	18.886	10	90	60	8	11,6	10	0,4	10	1.889	16.997	10.198	1.360	1.972	1.700	68	1.700
	Fusta	75.543	20	80	49,5	6	42,7	0,2	0,1	1,5	15.109	60.434	29.915	3.626	25.805	121	60	907
	<b>Total</b>	<b>188.858</b>									<b>24.929</b>	<b>163.929</b>	<b>85.648</b>	<b>10.947</b>	<b>54.973</b>	<b>3.316</b>	<b>561</b>	<b>8.484</b>
<b>IN</b>	Plàstics	264.402	2	98	60	7,2	22,8	-	-	10	5.288	259.114	155.468	18.656	59.078	0	0	25.911
	Vidre	302.174	2	98	0,5	0,1	0,4	0,1	-	98,9	6.043	296.131	1.481	296	1.185	296	0	292.873
	Metalls	358.831	3	97	4,5	0,6	4,3	0,1	-	90,5	10.765	348.066	15.663	2.088	14.967	348	0	315.000
	Altres	113.315									0							
	<b>Total</b>	<b>1.038.722</b>									<b>22.096</b>	<b>903.311</b>	<b>172.612</b>	<b>21.041</b>	<b>75.229</b>	<b>644</b>	<b>0</b>	<b>633.784</b>
		<b>3.777.172</b>																

Taula14. Distribució percentual desl elements orgànics més importants que componen els RSU de Coll Cardús.

R.B.D: Residu ràpidament biodegradable

L.B.D: Residu lentament biodegradable

IN: Residu inert

**2. Composició molar dels elements.** Caldrà trobar ara la composició molar dels elements, despreciant les cendres. Es calcula mitjançant el pes en C,H, O, N, S dels residus ràpidament biodegradables i dels residus lentament biodegradables dels RSU i el pes molecular de C, H, O, N, S.

$$\text{Pes (t)C RBD (matèria seca)} * \frac{10^6\text{g}}{1\text{t}} * \frac{1\text{molC}}{12,01\text{g}} = \text{mols C RBD}$$

Aquestes fórmules es calculen per a cadascun dels elements esmentats, de manera que s'obtenen els següents resultats:

	Mols				
	C	H	O	N	S
<b>RBD</b>	$6.6 \cdot 10^{10}$	$1.0 \cdot 10^{11}$	$4.8 \cdot 10^{10}$	$1.2 \cdot 10^9$	$1.3 \cdot 10^8$
<b>LBD</b>	$7.1 \cdot 10^9$	$1.1 \cdot 10^{10}$	$3.4 \cdot 10^9$	$2.4 \cdot 10^8$	$1.7 \cdot 10^7$

Taula 15. Composició molar dels elements depreciant les cendres

**3. Determinar la fórmula química aproximada sense Sofre.** Sabem que la fórmula del substrat utilitzat pels microorganismes encarregats de produir biogàs és:  $C_xH_yO_zN_1$ . Aleshores, mitjançant un senzill càlcul de proporcions s'obtenen els coeficients de la resta d'elements.

$$\frac{\text{mols C RBD} * 1\text{mol N RBD}}{\text{mols N RBD}} = \text{coeficient C RBD}$$

Fent els càlculs corresponents s'obtenen els coeficients de tots els elements:

Component	Relació mol( Nitrogen=1)	
	Ràpidament biodegradables	Lentament biodegradables
<b>a.Carboni</b>	57	30
<b>b.Hidrogen</b>	90	46
<b>c.Oxigen</b>	41	15
<b>d.Nitrogen</b>	1	1

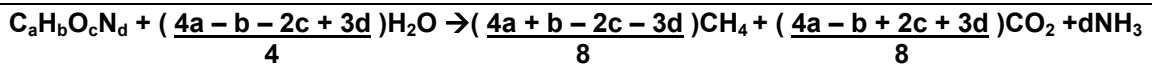
Taula 16. Coeficient de la fórmula  $C_aH_bO_cN_d$  sense sofre.

Ara ja sabem la fórmula química del material base que es degradarà i acabarà en forma de biogàs d'abocador:

Ràpidament biodegradables:  $C_{57}H_{90}O_{41}N$

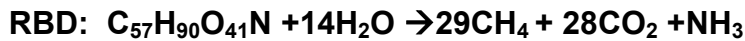
Lentament biodegradables:  $C_{30}H_{46}O_{15}N$

**4. Tenint en compte els resultats de la fórmula química aproximada i l'equació següent, podem obtenir l'equació complerta de la reacció:**



	Coeficients fórmula reacció RBD	Coeficients fórmula reacció LBD
H <sub>2</sub> O	14	12
CH <sub>4</sub>	29	17
CO <sub>2</sub>	28	13
NH <sub>3</sub>	1	1

Taula 17. Coeficients de la reacció completa



**5. Es determinen els pesos moleculars dels components de la reacció.**

$$\text{coef H}_2\text{O RBD} * 2 * \frac{1g}{1\text{mol H}} + \text{coef H}_2\text{O RBD} * \frac{16g}{1 \text{ mol O}} = g \text{ pes molecular H}_2\text{O RBD}$$

Per a cada component de la reacció s'utilitzarà la fórmula corresponent tenint en compte el pes molecular dels elements del compost i del coeficient de la reacció d'aquest.

**6. Es determina el volum de metà i diòxid de carboni.** Per a fer-ho necessitem els valors de pes específic del metà i del diòxid de carboni en la taula següent:

Gas	Fórmula	Pes molecular	Densitat g/l	Pes específic kg/m <sup>3</sup>
Aire		28,97	1,29	1,29
Amoníac	NH <sub>3</sub>	17,03	0,77	0,77
Diòxid de Carboni	CO <sub>2</sub>	44	1,98	1,97
Monòxid de carboni	CO	28	1,25	1,25
Hidrogen	H <sub>2</sub>	2,016	0,089	0,089
Sulfur d'hidrogen	H <sub>2</sub> S	34,08	1,54	1,54
Metà	CH <sub>4</sub>	16,03	0,72	0,717
Nirogen	N <sub>2</sub>	28,02	1,25	1,25
Oxigen	O <sub>2</sub>	32	1,43	1,43

Taula 18. Pes molecular, densitat i pes específic dels gasos trobats en un abocador controlat en condicions estàndard (0°C, 1 atm)

Font: G. Tchobanoglous ( 1994)

$$\frac{\text{Pes molecular (g) CH}_4 \text{ RBD} * \text{Pes sec (t) RBD} * \frac{1.000\text{kg}}{1\text{t}}}{\text{Pes molecular (g) CHON} * \text{Pes específic CH}_4 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)} = \text{m}^3 \text{ CH}_4 \text{ RBD}$$

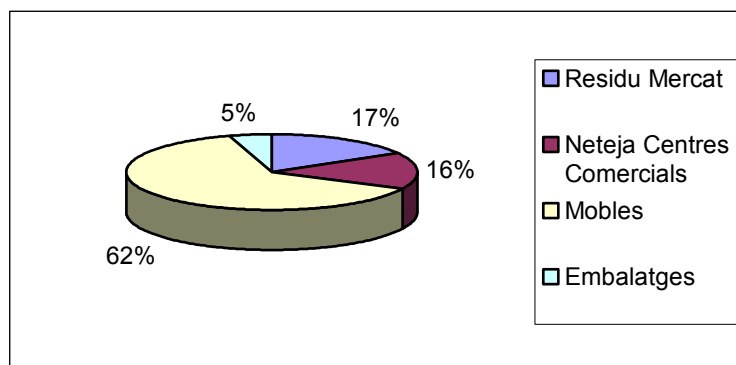
		Volum de gas m <sup>3</sup>
RBD	Metà	805.053.127
	Diòxid de Carboni	772.098.142
LBD	Metà	94.039.685
	Diòxid de Carboni	74.385.769

Taula 19. Volum de gas produït pels RSU RBD i LBD abocats durant 1994-2004

El procediment seguit per a calcular la producció de biogàs a partir dels RSU, és el mateix per a cada tipus de residu. Per aquest motiu, a continuació, només es descriuen les caracteritzacions dels residus que és l'únic tret diferencial del mètode de càlcul. Els càlculs detallats es poden trobar a l'AnnexB.

#### 4.1.3 Residus de fustes i embalatges

Pel que es pot observar en el següent gràfic, els residus considerats de fustes i embalatges, estan formats bàsicament per mobles (62%). Tenint en compte aquests valors i els components de cada residu, ( per ex. els residus de mercat són bàsicament caixes de fusta, cartró i altres embalatges) s'ha construït la taula 20.



Gràfic 6. Caracterització dels residus de fustes i embalatges

Components dels residus de fustes i embalatges	% en pes	Pes Fustes i embalatges (t) 1994-2004	Pes Components (t)
Fusta	70	179.346	125542
Cartró	5		8967
Plàstic	25		44837

Taula 20. Components dels residus de fustes i embalatges

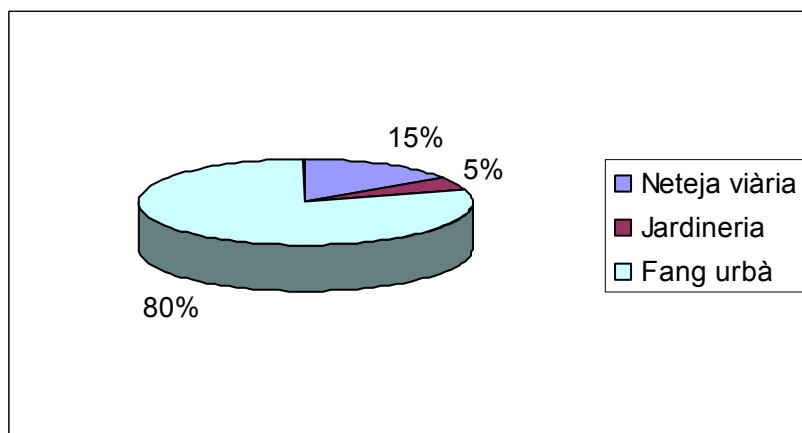
Mitjançant els càlculs extensament descrits a l'AnnexB, s'arriba a determinar la producció de metà i diòxid de carboni.

		Volum de gas m <sup>3</sup>
RBD	Metà	3.661.664
	Diòxid de Carboni	3.563.702
LBD	Metà	80.017.937
	Diòxid de Carboni	66.186.431

Taula 21. Volum de gas produït pels residus de fustes i embalatges abocats durant 1994-2004

#### 4.1.4 Residus amb elevada càrrega orgànica

Els residus considerats amb alta matèria orgànica entre el 1994-2004, estan formats en un 80% per fangs de depuradora urbana, tal com podem observar al gràfic. També cal destacar els residus de neteja viària que representen un 15% i els de jardineria amb un 5%. Els residus d'escorxador i altres no tenen pràcticament cap influència pel que fa a la producció de biogàs.



Gràfic 7. Caracterització dels residus amb alta matèria orgànica

El fang de depuradora EDAR generalment es considera amb la següent composició:

Tipus residu	% en pes	Pes entrada (t)	Cont humitat %	Cont pes sec %	% en pes ( matèria seca)					
					C	H	O	N	S	Cendres
Fang EDAR	80	291.642	7,5	92,5	30	4,2	13,9	4,8	0,92	46,1

Taula22. Composició d'un fang d'una estació depuradora d'aigües residual EDAR.  
Font: Rodríguez Gutiérrez P. (2003)

D'altra banda, els residus de neteja viària i jardineria es poden classificar en els següents components, els quals estan caracteritzats en l'apartat dels RSU:

Component dels RSU	% en pes	Pes R.Alta M.O (t)	Pes Component R.Alta M.O (t)
Restes de menjar	3	364.552	10.937
Paper	2		7.291
Restes vegetals	12		43.746
Plàstics	2		7.291
Vidres	1		3.646
	20		

Taula23. Components dels residus amb alta matèria orgànica

A partir d'aquestes dades, el procediment de càlcul és el mateix que l'utilitzat amb els RSU i que amb els residus de fustes i embalatges i es determina així, el volum de metà i diòxid de carboni.

		Volum de gas m <sup>3</sup>
RBD	Metà	172.627.954
	Diòxid de Carboni	134.711.041

Taula 24. Volum de gas produït pels residus amb elevada càrrega orgànica abocats durant 1994-2004

#### 4.5 Residu industrial

Els residus considerats industrials tenen origen molt divers, tants com activitats industrials.

En particular, es poden produir residus durant les següents operacions:

El transport, recepció, emmagatzament, manipulació i tractament de matèries primeres i subministres, productes intermedis i productes acabats; els

processos de producció; la depuració d'aigües i gasos; la neteja i manteniment d'equips i components, tancs, envasos, etc.

Fins i tot els residus industrials descrits amb el mateix codi poden tenir una composició totalment diferent. Per aquest motiu, s'han utilitzat unes dades per a caracteritzar el residu industrial proposades per Héctor Álvarez, un treballador de l'abocador amb un coneixement més ampli de quin és el tipus de residu industrial que els ha arribat durant aquests 10 anys a l'abocador.

	Component dels RSU	% en pes	Pes RSU entrant a Coll Cardús (t)	Pes Component RSU (t)
<b>Ràpidament biodegradables</b>	Restes de menjar	2	<b>3.053.426</b>	61.069
	Paper	7,5		229.007
	Cartró	9,5		290.075
	Restes de jardí	6		183.206
	<b>Total</b>	<b>25</b>		<b>763.357</b>
<b>Lentament biodegradables</b>	Tèxtil	10		305.343
	Goma	10		305.343
	Cuir	2		61.069
	Fusta	10		305.343
	<b>Total</b>	<b>32</b>		<b>977.096</b>
<b>Inerts</b>	Plàstics	20,5	625.952	
	Vidre	8	244.274	
	Metalls	14,5	442.747	
	Brutícia i altres	0	0	
	<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>1.312.973</b>	

Taula 25. Composició típica dels Residus industrials segons G. Tchobanoglous (1994) i suposada per a l'abocador de Coll Cardús (1994-2004)

Un cop es coneix la caracterització del residu industrials, es procedeix a la metodologia de càlcul utilitzada fins ara i s'obtenen els resultats següents:

		Volum de gas m <sup>3</sup>
<b>RBD</b>	<b>Metà</b>	256.822.511
	<b>Diòxid de Carboni</b>	248.082.601
<b>LBD</b>	<b>Metà</b>	607.655.111
	<b>Diòxid de Carboni</b>	408.793.020

Taula 26. Volum de gas produït pels R.industrials RBD i LBD abocats durant 1994-2004

Els valors de generació del biogàs d'abocador calculats en aquest exercici representen la quantitat màxima de biogàs que podria produir-se sota condicions òptimes a partir de la destrucció dels sòlids volàtils biodegradables

(SVB) en la fracció orgànica de la matèria degradable. Les quantitats reals del gas generat seran menors perquè tota la matèria orgànica no està disponible per a la descomposició, fet que veurem tot seguit. Abans, però, es presenta una taula resum de les produccions de biogàs:

			Volum de gas m <sup>3</sup>	Volum de gas m <sup>3</sup>
<b>RSU</b>	RBD	CH <sub>4</sub>	805.053.127	8.1*10 <sup>8</sup>
		CO <sub>2</sub>	772.098.142	7.7*10 <sup>8</sup>
	LBD	CH <sub>4</sub>	94.039.685	9.4*10 <sup>7</sup>
		CO <sub>2</sub>	74.385.769	7.4*10 <sup>7</sup>
<b>R.fustes i embalatges</b>	RBD	CH <sub>4</sub>	3.661.664	3.7*10 <sup>6</sup>
		CO <sub>2</sub>	3.563.702	3.6*10 <sup>6</sup>
	LBD	CH <sub>4</sub>	80.017.937	8*10 <sup>7</sup>
		CO <sub>2</sub>	66.186.431	6.6*10 <sup>7</sup>
<b>R.amb alta matèria orgànica</b>	RBD	CH <sub>4</sub>	172.627.954	1.7*10 <sup>8</sup>
		CO <sub>2</sub>	134.711.041	1.3*10 <sup>8</sup>
<b>R.industrial</b>	RBD	CH <sub>4</sub>	256.822.511	2.6*10 <sup>8</sup>
		CO <sub>2</sub>	248.082.601	2.5*10 <sup>8</sup>
	LBD	CH <sub>4</sub>	607.655.111	6.1*10 <sup>8</sup>
		CO <sub>2</sub>	408.793.020	4.1*10 <sup>8</sup>
<b>Total biogàs</b>			<b>3.727.698.695</b>	<b>3.7*10<sup>9</sup></b>

Taula 27. Producció de biogàs per a cada tipus de residu durant 1994-2004



## 4.2 CÀLCUL DE LA DISTRIBUCIÓ DEL VOLUM DE BIOGÀS AL LLARG DEL TEMPS

En aquest apartat l'objectiu és calcular la variació en la taxa de producció del gas a partir de la descomposició dels RSU, els residus de fustes i embalatges, els residus amb alta matèria orgànica i els residus industrials ràpidament i lentament biodegradables. Per a determinar la distribució de la producció de gas per a l'abocador de Coll Cardús, es parteix de les següents dades:

a. Vida de l'abocador: 10 anys (1994-juny2004)

b. Composició dels residus extreta dels càlculs anteriors:

	Tipus de residu	Fracció orgànica %			Pes sec %	
		RBD	LBD	Inert	RBD	LBD
		<b>RSU</b>	67,5	5	27,5	63
	<b>R. Fustes i embalatges</b>	5	95	0	5,5	94,5
	<b>R.elevada matèria orgànica</b>	100	0	0	81,5	0
	<b>R.industrials</b>	25	32	43	57	33

*Taula 28. Composició dels residus abocats a Coll Cardús entre 1994-2004.*

**RBD:** el 75% està disponible per a la degradació ( és a dir, que algun dels materials que estiguin en bosses de plàstic tancades no seran degradats, i que part del material està massa sec per a suportar activitat biològica).

El període de temps per a la descomposició és de 5 anys.

**LBD:** el 50% està disponible per a la degradació ( per la mateixa raó citada anteriorment).

El període de temps per a la descomposició és de 15 anys.

c. La quantitat de gas d'abocador produït per la fracció biodegradable dels materials ràpidament i lentament biodegradables col·locats cada any és:

$$\frac{\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \text{ (m}^3\text{) RBD}}{\text{Pes sec (t) RBD} \cdot \frac{1000\text{kg}}{1\text{t}}} = \text{m}^3 \text{ Biogàs/kg RBD}$$

D'aquesta manera per als RSU obtenim:

·**RBD:** 0,874m<sup>3</sup> Biogàs/kg RSU RBD

•LBD: 1,027m<sup>3</sup> Biogàs/kg RSU LBD

d. Suposar que la taxa de descomposició del material ràpidament i lentament degradable està basada en un model triangular de producció de gas on la taxa més alta de producció de gas es produeix el primer i cinquè any, respectivament, després del començament de la producció del gas. Se suposa que la producció de gas comença al final del primer any d'exploració.

Amb aquestes suposicions i dades iniciem els càlculs per als RSU per a donar a conèixer la metodologia aplicada. Els càlculs detallats es poden trobar a l'Annex B.

#### 4.2.1 Residus sòlids urbans

##### 4.2.1.1 Biogàs produït pels RSU ràpidament biodegradables

Es tracta de determinar la quantitat de gas que s'ha produït al final de cada any per quilogram de material residual orgànic ràpidament quan aquests materials es descomposen durant un període de cinc anys.

Si s'utilitza un model triangular de producció de gas, es pot il·lustrar gràficament la producció de gas durant un període de 5 anys, com es mostra a la (Figura 12):

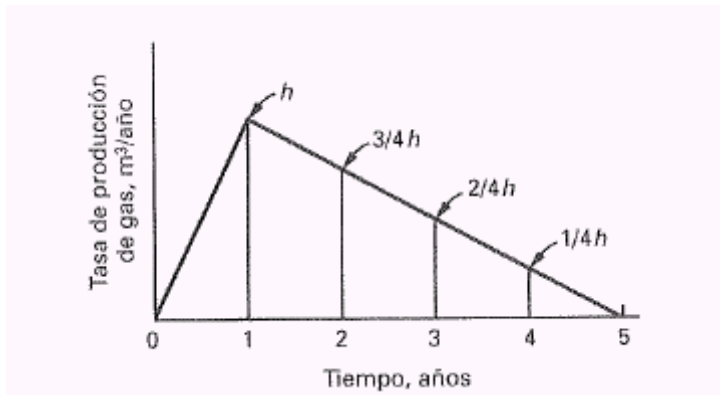


Figura12. Representació gràfica de la producció de gas durant un període de 5 anys.  
Font: G. Tchobanoglous (1994)

Com es pot veure a la figura, l'àrea del triangle correspon al volum total de biogàs produït per als residus RBD.

$$\frac{\text{Base (anys)} * \text{Alçada (taxa màx. producció biogàs)}}{2} = \text{m}^3 \text{ Biogàs/kg RBD}$$

Volum total produït per als residus RBD = 0,874m<sup>3</sup> Biogàs/kg RSU RBD

i. **Taxes de producció de biogàs.** Si la quantitat total de biogàs produït per kg de RSU RBD és igual a 0,874m<sup>3</sup>/kg, aleshores la taxa màxima de producció de

gas, generada al final del primer any en que es produeix gas és igual a l'alçada màxima del triangle.

$$\text{Taxa màxima de producció de gas, m}^3/\text{kg RBD} \cdot \text{any} = \frac{\text{m}^3 \text{ Biogàs/kg RBD} \cdot 2}{5 \text{ anys}}$$

Podem calcular les taxes de producció de cada any o alçades, per el teorema de semblança. Així, per exemple, la taxa de producció de biogàs del segon any correspon a:

$$\text{Taxa prod. gas al final del 2on any, m}^3/\text{kg RBD} \cdot \text{any} = \text{Taxa màx. prod. gas} \cdot 3/4$$

ii. **Volum de biogàs produït.** quantitat de gas produït durant el primer any en que es produeix gas és igual a:

$$\text{Gas produït durant el primer any, m}^3 = \frac{1 \text{ any} \cdot \text{Taxa màx. prod. de gas}}{2}$$

$$\text{Gas produït durant el segon any, m}^3 = \frac{\text{Taxa màx. prod. de gas} \cdot \text{Taxa prod. de gas 2on any}}{2}$$

La taxa i quantitat de gas produït durant els anys restants es calcula de forma similar.

Resumint les taxes i les quantitats anuals de producció de gas per als RSU ràpidament biodegradables i seguint els passos anteriors podem construir aquesta taula:

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup> /kg RBD
0,000	0,000	0,175
1,000	0,350	0,306
2,000	0,262	0,219
3,000	0,175	0,131
4,000	0,087	0,044
5,000	0,000	
<b>Total</b>		<b>0,874</b>

Taula 29. Quantitats anuals de producció de gas a partir dels residus RSU RBD.

#### 4.2.1.2 Biogàs produït pels RSU lentament biodegradables

Es tracta de determinar la quantitat de gas produït al final de cada any per quilogram de material orgànic biodegradable lentament biodegradable mentre es degrada en un període de 15 anys.

En aquest cas també s'utilitza un model triangular de producció de gas, el qual es mostra a la (Figura 13):

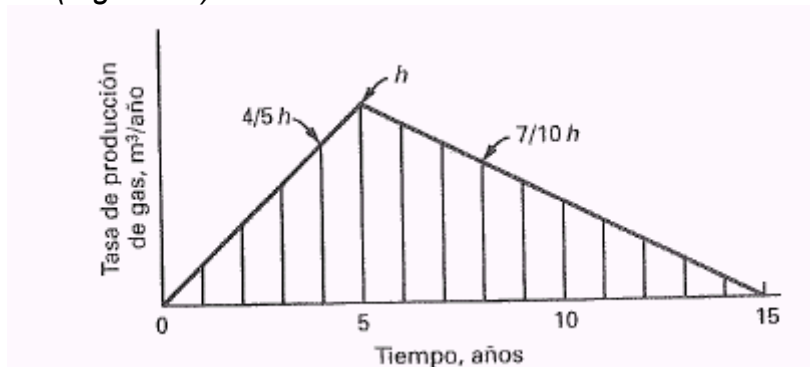


Figura 13. Representació gràfica de la producció de gas durant un període de 15 anys.  
Font: G. Tchobanoglous(1994)

Aquest model utilitzat pels residus LBD, difereix del model utilitzat pels residus RBD en què es produeix un màxim de producció al cinquè any, en comptes de fer-ho al primer. A més, la producció és creixent durant els primers cinc anys i decreixent durant els últims 10. Aquests fets s'hauran de tenir en compte per dur a terme els càlculs que segueixen la metodologia explicada en l'apartat anterior.

Volum total produït per als residus LBD =  $1,027\text{m}^3$  Biogàs/kg RSU LBD

Resumint les taxes i les quantitats anuals de producció de gas per als RSU lentament biodegradables i seguint els passos anteriors podem construir aquesta taula:

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup> /kg LBD	Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup> /kg LBD
0	0,000		8	0,096	
1	0,027	0,014	9	0,082	0,089
2	0,055	0,041	10	0,068	0,075
3	0,082	0,068	11	0,055	0,062
4	0,110	0,096	12	0,041	0,048
5	0,137	0,123	13	0,027	0,034
6	0,123	0,130	14	0,014	0,021
7	0,110	0,116	15	0,000	0,007
		0,103	<b>Total</b>		<b>1,027</b>

Taula 30. Quantitats anuals de producció de gas a partir dels residus RSU LBD.

#### 4.2.1.3 Correcció dels valors obtinguts

Amb els calculs realitzats fins ara, s'ha suposat que tot el residu ràpidament i lentament biodegradable estava disponible per a ser biodegradat, però no és així. En aquest apartat es fan les correccions pertinents i es determina la distribució de gas produït del material orgànic ràpidament i lentament biodegradable per quilogram de residus totals dipositats a l'abocador.

i. La fracció real dels residus totals que és ràpidament biodegradable, basant-se en el pes sec:

$$\frac{\text{kg RBD biodegradable}}{\text{kg RBDtotal}} = \frac{75 \text{ (kg) matèria biodegradable} * (\text{kg) pes sec}}{100 \text{ (kg) RBD} \quad 100 \text{ (kg) RBD}}$$

ii. Multiplicant els valors de les taules anteriors per les correccions es determina el gas generat per residus ràpidament i lentament biodegradables basant-se en els residus totals.

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>
0,000		0,083
1,000	0,165	0,145
2,000	0,124	0,103
3,000	0,083	0,062
4,000	0,041	0,021
5,000		
<b>Total</b>		<b>0,413</b>

Taula 31. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus RSU RBD.

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>	Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>
0	0,000		8	0,003	
		0,000			0,003
1	0,001		9	0,002	
		0,001			0,002
2	0,002		10	0,002	
		0,002			0,002
3	0,002		11	0,002	
		0,003			0,001
4	0,003		12	0,001	
		0,004			0,001
5	0,004		13	0,001	
		0,004			0,001
6	0,004		14	0,000	
		0,003			0,000
7	0,003		15	0,000	
		0,003			
			<b>Total</b>		<b>0,030</b>

Taula 32. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus RSU LBD.

Resumint tots els càlculs en una taula final, obtenim:

## 4.2.2. RESUM DELS CÀLCULS FINALS

### Residus sòlids urbans

TOTAL (ràpid+ lentament biodegradable)		
Final any	Taxa de generació m <sup>3</sup> /any	Volum de gas m <sup>3</sup> /kg RSU
0		0,083
1	0,166	0,146
2	0,125	0,105
3	0,084	0,065
4	0,045	0,024
5	0,004	0,004
6	0,004	0,003
7	0,003	0,003
8	0,003	0,003
9	0,002	0,002
10	0,002	0,002
11	0,002	0,001
12	0,001	0,001
13	0,001	0,001
14	0,000	0,000
15	0,000	0,000
<b>TOTAL (ràpid+ lentament biodegradable)</b>		<b>0,444</b>

Taula 33. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus RSU RBD i LBD.

Hem utilitzat la mateixa metodologia per arribar a trobar els m<sup>3</sup> de biogàs/kg de residu per als residus de fustes i embalatges, amb alta càrrega de matèria orgànica, i industrials. A les taules següents trobem els resultats finals, obtinguts a partir dels passos anteriors:

## Residus de Fustes i embalatges:

TOTAL (ràpid+ lentament biodegradable)		
Final any	Taxa de generació m <sup>3</sup> /any	Volum de gas m <sup>3</sup> /kg r.fustes i embalatges
0		
1	0,027	0,013
2	0,036	0,031
3	0,045	0,041
4	0,003	0,050
5	0,064	0,059
6	0,057	0,061
7	0,051	0,054
8	0,045	0,048
9	0,038	0,041
10	0,032	0,035
11	0,026	0,029
12	0,019	0,022
13	0,013	0,016
14	0,006	0,010
15	0,000	0,003
<b>TOTAL (ràpid+ lentament biodegradable)</b>		<b>0,514</b>

Taula 34. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus de fustes i embalatges RBD i LBD.



### Residus amb elevada matèria orgànica:

TOTAL (ràpid+ lentament biodegradable)		
Final any	Taxa de generació m <sup>3</sup> /any	Volum de gas m <sup>3</sup> /kg r. MO
0		
1	0,2776	0,1388
2	0,2082	0,2429
3	0,1389	0,1735
4	0,0695	0,1042
5	0,0002	0,0348
6	0,0002	0,0002
7	0,0001	0,0001
8	0,0001	0,0001
9	0,0001	0,0001
10	0,0001	0,0001
11	0,0001	0,0001
12	0,0001	0,0001
13	0,0000	0,0000
14	0,0000	0,0000
15	0,0000	0,0000
<b>TOTAL (ràpid+ lentament biodegradable)</b>		<b>0,695</b>

Taula 35. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus amb elevada càrrega orgànica RBD i LBD.

## Residus industrials:

TOTAL (ràpid+ lentament biodegradable)		
Final any	Taxa de generació m <sup>3</sup> /any	Volum de gas m <sup>3</sup> /kg r.industrial
0		
1	0,1534	0,0767
2	0,1214	0,1374
3	0,0895	0,1055
4	0,0576	0,0735
5	0,0256	0,0416
6	0,0230	0,0243
7	0,0205	0,0218
8	0,0179	0,0192
9	0,0154	0,0166
10	0,0128	0,0141
11	0,0102	0,0115
12	0,0077	0,0090
13	0,0051	0,0064
14	0,0026	0,0038
15	0,0000	0,0013
<b>TOTAL (ràpid+ lentament biodegradable)</b>		<b>0,5627</b>

Taula 36. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus residus industrials RBD I LBD.





















## **5.RESULTATS**

## 5. Resultats

En aquest apartat es desenvolupen els últims càlculs per a la obtenció de la corba de producció de biogàs. A més, es presenten els resultats finals de producció de biogàs per a cada tipologia de residu i la seva corba de producció de biogàs a través del temps. Finalment es troba la corba de producció de biogàs global per a tots els residus junts. D'aquesta manera s'inclouen els següents punts:

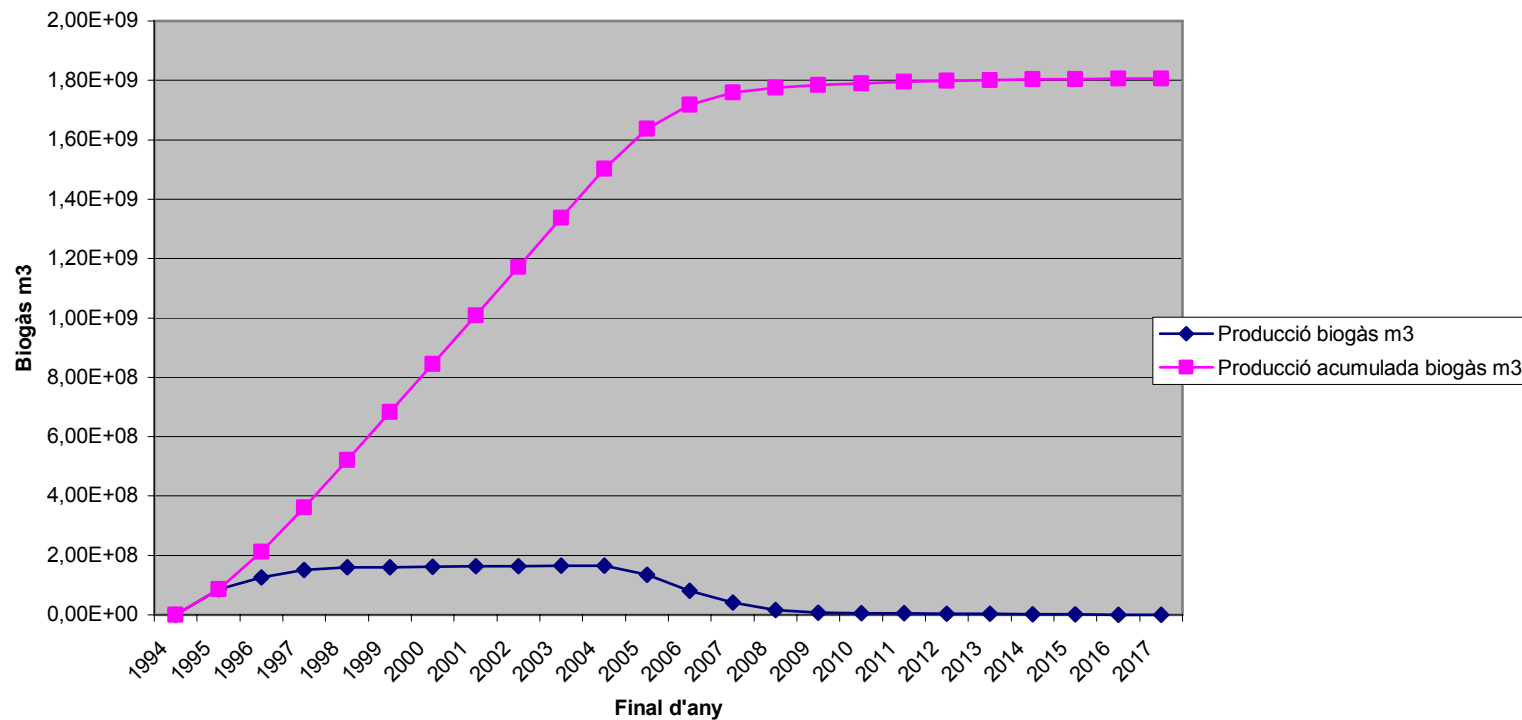
- 5.1 Producció de biogàs dels residus sòlids urbans**
- 5.2 Producció de biogàs dels residus de fustes i embalatges**
- 5.3 Producció de biogàs dels residus ab elevada càrrega orgànica**
- 5.4 Producció de biogàs dels residus industrials**
- 5.5 Producció global de biogàs**
- 5.6 Comparació entre les dades teòriques i la realitat**

Tot i que s'ha esmentat amb anterioritat cal recordar que els residus inerts no els tenim en compte perquè es considera que no són susceptibles de produir biogàs.

## 5.1 PRODUCCIÓ DE BIOGÀS DELS RESIDUS SÒLIDS URBANS

Final any	Taxa de generació de gas d'abocador m <sup>3</sup> /kg·any											Total	Gas m <sup>3</sup> /kg·any	Kg/any RSU 1994-2004	Gas m <sup>3</sup>	Producció acumulada m <sup>3</sup>
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	20001	20002	20003	20004					
1994	0,1660											0,1660	0	377.717.200	0	0
1995	0,1247	0,1660										0,2907	0,2284		8,63*10 <sup>7</sup>	8,63*10 <sup>7</sup>
1996	0,0842	0,1247	0,1660									0,3750	0,3328		1,26*10 <sup>8</sup>	2,12*10 <sup>8</sup>
1997	0,0446	0,0842	0,1247	0,1660								0,4195	0,3972		1,50*10 <sup>8</sup>	3,62*10 <sup>8</sup>
1998	0,0041	0,0446	0,0842	0,1247	0,1660							0,4236	0,4216		1,59*10 <sup>8</sup>	5,21*10 <sup>8</sup>
1999	0,0037	0,0041	0,0446	0,0842	0,1247	0,1660						0,4273	0,4255		1,61*10 <sup>8</sup>	6,82*10 <sup>8</sup>
2000	0,0033	0,0037	0,0041	0,0446	0,0842	0,1247	0,1660					0,4306	0,4290		1,62*10 <sup>8</sup>	8,44*10 <sup>8</sup>
2001	0,0029	0,0033	0,0037	0,0041	0,0446	0,0842	0,1247	0,1660				0,4335	0,4321		1,63*10 <sup>8</sup>	1,01*10 <sup>9</sup>
2002	0,0025	0,0029	0,0033	0,0037	0,0041	0,0446	0,0842	0,1247	0,1660			0,4360	0,4347		1,64*10 <sup>8</sup>	1,17*10 <sup>9</sup>
2003	0,0021	0,0025	0,0029	0,0033	0,0037	0,0041	0,0446	0,0842	0,1247	0,1660		0,4380	0,4370		1,65*10 <sup>8</sup>	1,34*10 <sup>9</sup>
2004	0,0016	0,0021	0,0025	0,0029	0,0033	0,0037	0,0041	0,0446	0,0842	0,1247	0,1660	0,4397	0,4388		1,66*10 <sup>8</sup>	1,50*10 <sup>9</sup>
2005	0,0012	0,0016	0,0021	0,0025	0,0029	0,0033	0,0037	0,0041	0,0446	0,0842	0,1247	0,2749	0,3573		1,35*10 <sup>8</sup>	1,64*10 <sup>9</sup>
2006	0,0008	0,0012	0,0016	0,0021	0,0025	0,0029	0,0033	0,0037	0,0041	0,0446	0,0842	0,1510	0,2129		8,04*10 <sup>7</sup>	1,72*10 <sup>9</sup>
2007	0,0004	0,0008	0,0012	0,0016	0,0021	0,0025	0,0029	0,0033	0,0037	0,0041	0,0446	0,0672	0,1091		4,12*10 <sup>7</sup>	1,76*10 <sup>9</sup>
2008	0,0000	0,0004	0,0008	0,0012	0,0016	0,0021	0,0025	0,0029	0,0033	0,0037	0,0041	0,0226	0,0449		1,70*10 <sup>7</sup>	1,78*10 <sup>9</sup>
2009		0,0000	0,0004	0,0008	0,0012	0,0016	0,0021	0,0025	0,0029	0,0033	0,0037	0,0185	0,0205		7,76*10 <sup>6</sup>	1,78*10 <sup>9</sup>
2010			0,0000	0,0004	0,0008	0,0012	0,0016	0,0021	0,0025	0,0029	0,0033	0,0148	0,0166		6,28*10 <sup>6</sup>	1,79*10 <sup>9</sup>
2011				0,0000	0,0004	0,0008	0,0012	0,0016	0,0021	0,0025	0,0029	0,0115	0,0131		4,97*10 <sup>6</sup>	1,79*10 <sup>9</sup>
2012					0,0000	0,0004	0,0008	0,0012	0,0016	0,0021	0,0025	0,0086	0,0101	3,80*10 <sup>6</sup>	1,80*10 <sup>9</sup>	
2013						0,0000	0,0004	0,0008	0,0012	0,0016	0,0021	0,0062	0,0074	2,79*10 <sup>6</sup>	1,80*10 <sup>9</sup>	
2014							0,0000	0,0004	0,0008	0,0012	0,0016	0,0041	0,0051	1,94*10 <sup>6</sup>	1,80*10 <sup>9</sup>	
2015								0,0000	0,0004	0,0008	0,0012	0,0025	0,0033	1,24*10 <sup>6</sup>	1,80*10 <sup>9</sup>	
2016									0,0000	0,0004	0,0008	0,0012	0,0018	6,98*10 <sup>5</sup>	1,81*10 <sup>9</sup>	
2017										0,0000	0,0004	0,0004	0,0008	3,10*10 <sup>5</sup>	1,81*10 <sup>9</sup>	
2018											0,0000	0,0000	0,0002	7,76*10 <sup>4</sup>	1,81*10 <sup>9</sup>	

Taula 37. Producció total anual i acumulativa de gas produït pels RSU RBD i LBD col·locats a l'abocador entre 1994-2004.



Gràfic 8 .Corba de producció de biogàs dels Residus sòlids urbans abocats a Coll Cardús en el període 1994-2004

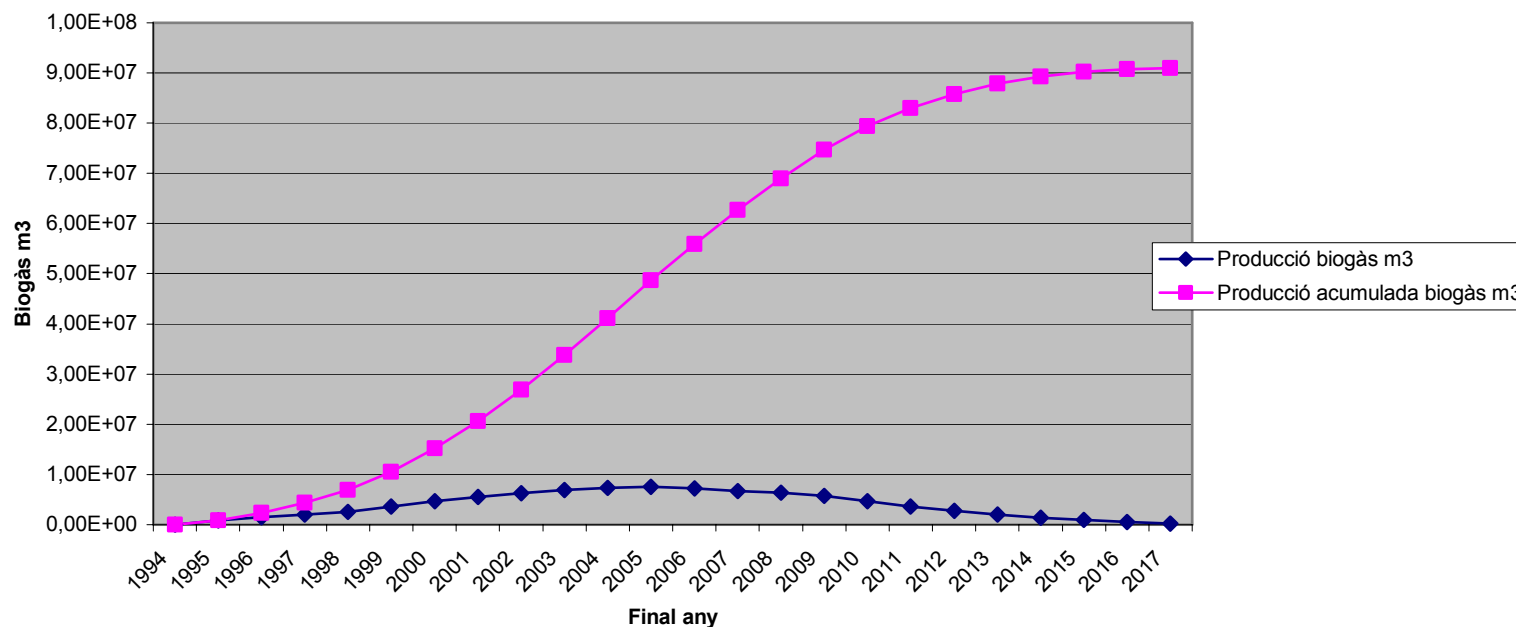
La producció de biogàs dels residus sòlids urbans arriba al seu màxim ( $1,66 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ ) al 2004, uns 10 anys després d'haver iniciat l'abocament dels RSU. Des del 1994-2004 la producció de biogàs s'incrementa anualment, però és a partir del 2005 que decreix sobtadament fins al 2019 a partir del que es considera nul·la la producció de biogàs. La producció total acumulada al 2018  $1,81 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ .

## 5.2 PRODUCCIÓ DE BIOGÀS DELS RESIDUS DE FUSTES I EMBALATGES

Final any	Taxa de generació de gas d'abocador m <sup>3</sup> /kg·any											Total	Gas m <sup>3</sup> /kg·any	Kg/any fustes i embalatges 1994-2004	Producció biogàs m <sup>3</sup>	Producció acumulada biogàs m <sup>3</sup>
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	20001	20002	20003	20004					
1994	0,0268											0,0268	0	17.934.600	0	0,00
1995	0,0360	0,0268										0,0628	0,0448		8,03*10 <sup>5</sup>	8,03*10 <sup>5</sup>
1996	0,0453	0,0360	0,0268									0,1081	0,0854		1,53*10 <sup>6</sup>	2,33*10 <sup>6</sup>
1997	0,0035	0,0453	0,0360	0,0268								0,1116	0,1098		1,97*10 <sup>6</sup>	4,30*10 <sup>6</sup>
1998	0,0638	0,0035	0,0453	0,0360	0,0268							0,1754	0,1435		2,57*10 <sup>6</sup>	6,88*10 <sup>6</sup>
1999	0,0574	0,0638	0,0035	0,0453	0,0360	0,0268						0,2328	0,2041		3,66*10 <sup>6</sup>	1,05*10 <sup>7</sup>
2000	0,0511	0,0574	0,0638	0,0035	0,0453	0,0360	0,0268					0,2839	0,2583		4,63*10 <sup>6</sup>	1,52*10 <sup>7</sup>
2001	0,0447	0,0511	0,0574	0,0638	0,0035	0,0453	0,0360	0,0268				0,3285	0,3062		5,49*10 <sup>6</sup>	2,07*10 <sup>7</sup>
2002	0,0383	0,0447	0,0511	0,0574	0,0638	0,0035	0,0453	0,0360	0,0268			0,3668	0,3477		6,24*10 <sup>6</sup>	2,69*10 <sup>7</sup>
2003	0,0319	0,0383	0,0447	0,0511	0,0574	0,0638	0,0035	0,0453	0,0360	0,0268		0,3987	0,3828		6,87*10 <sup>6</sup>	3,38*10 <sup>7</sup>
2004	0,0255	0,0319	0,0383	0,0447	0,0511	0,0574	0,0638	0,0035	0,0453	0,0360	0,0268	0,4243	0,4115		7,38*10 <sup>6</sup>	4,11*10 <sup>7</sup>
2005	0,0191	0,0255	0,0319	0,0383	0,0447	0,0511	0,0574	0,0638	0,0035	0,0453	0,0360	0,4167	0,4205		7,54*10 <sup>6</sup>	4,87*10 <sup>7</sup>
2006	0,0128	0,0191	0,0255	0,0319	0,0383	0,0447	0,0511	0,0574	0,0638	0,0035	0,0453	0,3934	0,4050		7,26*10 <sup>6</sup>	5,59*10 <sup>7</sup>
2007	0,0064	0,0128	0,0191	0,0255	0,0319	0,0383	0,0447	0,0511	0,0574	0,0638	0,0035	0,3545	0,3740		6,71*10 <sup>6</sup>	6,27*10 <sup>7</sup>
2008	0,0000	0,0064	0,0128	0,0191	0,0255	0,0319	0,0383	0,0447	0,0511	0,0574	0,0638	0,3510	0,3528		6,33*10 <sup>6</sup>	6,90*10 <sup>7</sup>
2009		0,0000	0,0064	0,0128	0,0191	0,0255	0,0319	0,0383	0,0447	0,0511	0,0574	0,2872	0,3191		5,72*10 <sup>6</sup>	7,47*10 <sup>7</sup>
2010			0,0000	0,0064	0,0128	0,0191	0,0255	0,0319	0,0383	0,0447	0,0511	0,2297	0,2585		4,64*10 <sup>6</sup>	7,93*10 <sup>7</sup>
2011				0,0000	0,0064	0,0128	0,0191	0,0255	0,0319	0,0383	0,0447	0,1787	0,2042		3,66*10 <sup>6</sup>	8,30*10 <sup>7</sup>
2012					0,0000	0,0064	0,0128	0,0191	0,0255	0,0319	0,0383	0,1340	0,1564		2,80*10 <sup>6</sup>	8,58*10 <sup>7</sup>
2013						0,0000	0,0064	0,0128	0,0191	0,0255	0,0319	0,0957	0,1149		2,06*10 <sup>6</sup>	8,79*10 <sup>7</sup>
2014							0,0000	0,0064	0,0128	0,0191	0,0255	0,0638	0,0798	1,43*10 <sup>6</sup>	8,93*10 <sup>7</sup>	
2015								0,0000	0,0064	0,0128	0,0191	0,0383	0,0511	9,16*10 <sup>5</sup>	9,02*10 <sup>7</sup>	
2016									0,0000	0,0064	0,0128	0,0191	0,0287	5,15*10 <sup>5</sup>	9,07*10 <sup>7</sup>	
2017										0,0000	0,0064	0,0064	0,0128	2,29*10 <sup>5</sup>	9,10*10 <sup>7</sup>	
2018											0,0000	0,0000	0,0032	5,72*10 <sup>4</sup>	9,10*10 <sup>7</sup>	

Taul 38. Producció total anual i acumulada de gas produït pels residus de fustes i embalatges RBD i LBD col·locats a l'abocador entre 1994-2004.





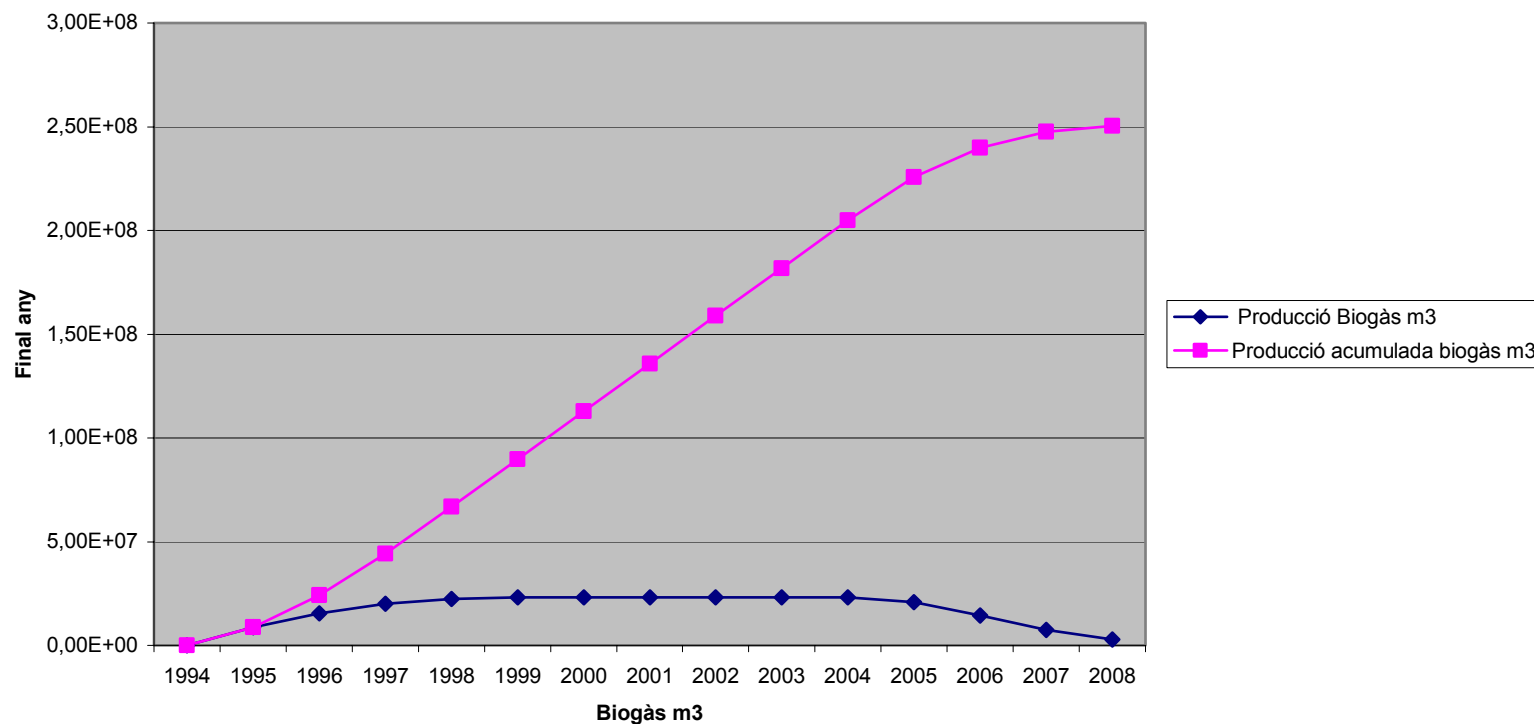
Gràfic 9. Corba de producció de biogàs dels Residus de Fustes i Embalatges abocats a Coll Cardús en el període 1994-2004

La producció de biogàs dels residus de fustes i embalatges segueix un model de creixement més lent que els RSU. La taxa de producció arriba al seu màxim ( $7,54 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ) al 2005, un any més tard que els RSU. Representen una proporció menor respecte el total de residus, per aquest motiu també la producció de biogàs acumulada és menor a l'any 2018 ( $9,10 \cdot 10^7 \text{ m}^3$ ). Des del 1994 fins l'any 2005 la producció de biogàs s'incrementa anualment, però a partir del 2006 s'inicia un decreixement esglaonat fins a assolir valors nul·ls de producció de biogàs.

### 5.3 PRODUCCIÓ DE BIOGÀS DELS RESIDUS AMB ELEVADA CÀRREGA ORGÀNICA

Final any	Taxa de generació de gas d'abocador m <sup>3</sup> /any											Total	Gas m <sup>3</sup> /kg·any	Kg/any R.alta M.O 1994-2004	Producció Biogàs m <sup>3</sup>	Producció acumulada biogàs m <sup>3</sup>
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	20001	20002	20003	20004					
1994	0,1263											0,1263	0	36.455.200	0	0
1995	0,2210	0,1263										0,3473	0,2368		8,63*10 <sup>6</sup>	8,63*10 <sup>6</sup>
1996	0,1579	0,2210	0,1263									0,5051	0,4262		1,55*10 <sup>7</sup>	2,42*10 <sup>7</sup>
1997	0,0947	0,1579	0,2210	0,1263								0,5999	0,5525		2,01*10 <sup>7</sup>	4,43*10 <sup>7</sup>
1998	0,0316	0,0947	0,1579	0,2210	0,1263							0,6314	0,6156		2,24*10 <sup>7</sup>	6,68*10 <sup>7</sup>
1999		0,0316	0,0947	0,1579	0,2210	0,1263						0,6314	0,6314		2,30*10 <sup>7</sup>	8,98*10 <sup>7</sup>
2000			0,0316	0,0947	0,1579	0,2210	0,1263					0,6314	0,6314		2,30*10 <sup>7</sup>	1,13*10 <sup>8</sup>
2001				0,0316	0,0947	0,1579	0,2210	0,1263				0,6314	0,6314		2,30*10 <sup>7</sup>	1,36*10 <sup>8</sup>
2002					0,0316	0,0947	0,1579	0,2210	0,1263			0,6314	0,6314		2,30*10 <sup>7</sup>	1,59*10 <sup>8</sup>
2003						0,0316	0,0947	0,1579	0,2210	0,1263		0,6314	0,6314		2,30*10 <sup>7</sup>	1,82*10 <sup>8</sup>
2004							0,0316	0,0947	0,1579	0,2210	0,1263	0,6314	0,6314		2,30*10 <sup>7</sup>	2,05*10 <sup>8</sup>
2005								0,0316	0,0947	0,1579	0,2210	0,5051	0,5683		2,07*10 <sup>7</sup>	2,26*10 <sup>8</sup>
2006									0,0316	0,0947	0,1579	0,2841	0,3946		1,44*10 <sup>7</sup>	2,40*10 <sup>8</sup>
2007										0,0316	0,0947	0,1263	0,2052		7,48*10 <sup>6</sup>	2,47*10 <sup>8</sup>
2008											0,0316	0,0316	0,0789		2,88*10 <sup>6</sup>	2,50*10 <sup>8</sup>

Taula 39. Producció total anual i acumulativa de gas produït pels residus amb elevada càrrega orgànica RBD i LBD col·locats a l'abocador entre 1994-2004.



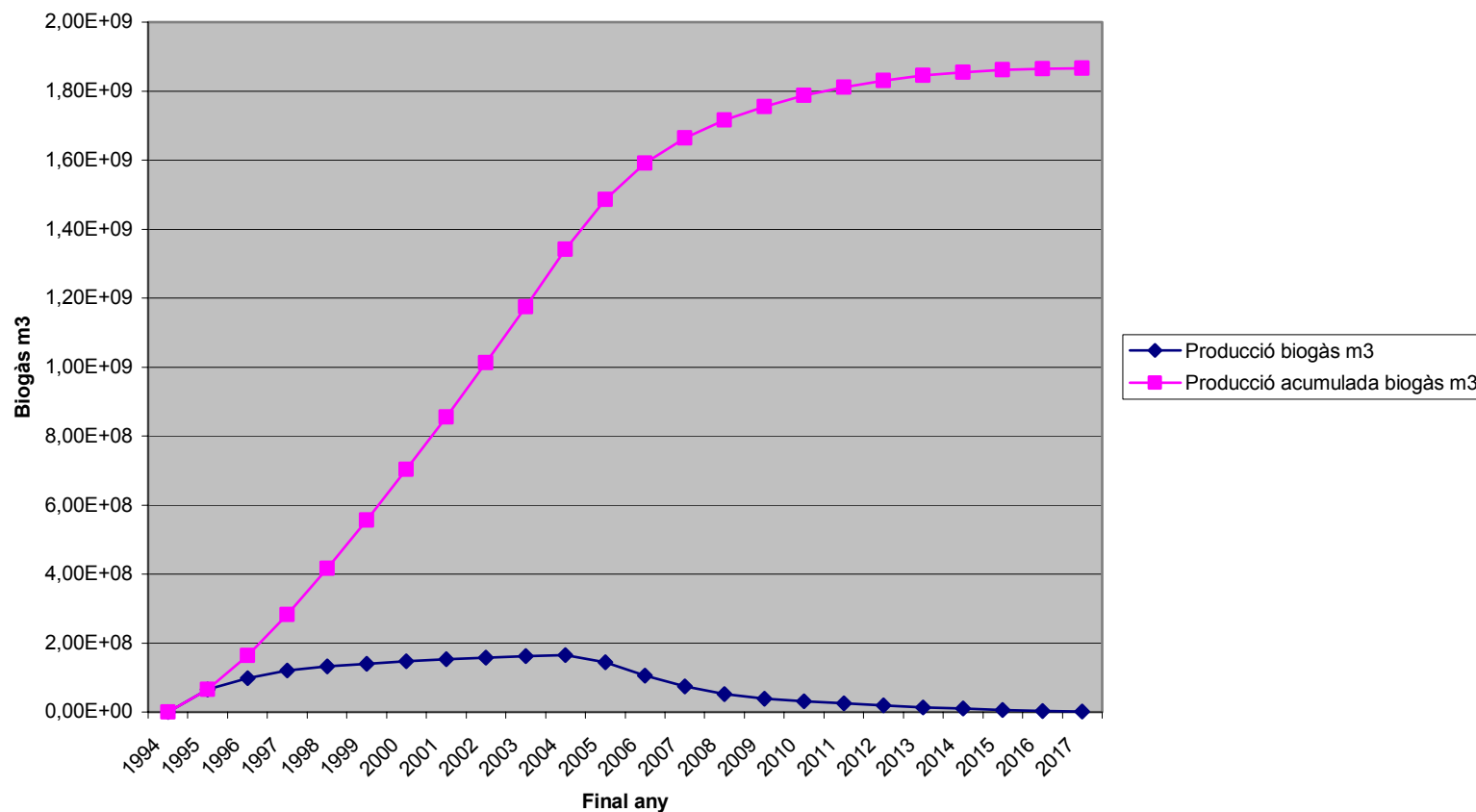
Gràfic 10. Corba de producció de biogàs dels Residus amb elevada càrrega orgànica abocats a Coll Cardús en el període 1994-2004

La producció de biogàs dels residus amb elevada càrrega orgànica té un tret diferencial i és que es considera que els residus d'aquestes característiques es degraden en un període de 5 anys des de l'inici del seu abocament. Per aquest motiu, hi ha una taxa de producció creixent fins a assolir el màxim al voltant del 2003 ( $2,30 \cdot 10^7 \text{ m}^3$ ) i un decreixement ràpid fins a assolir una producció nul·la al 2008. Com passa amb els residus de fustes i embalatges, la producció de biogàs per part d'aquests residus és menor degut a un percentatge d'entrada a l'abocador inferior d'aquests residus ( $2,50 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ ).

## 5.4 PRODUCCIÓ DE BIOGÀS DELS RESIDUS INDUSTRIALS

Final any	Taxa de generació de gas d'abocador m <sup>3</sup> /kg·any											Total	Gas m <sup>3</sup> /kg·any	Kg/any R.industrials 1994-2004	Producció biogàs m <sup>3</sup>	Producció acumulada biogàs m <sup>3</sup>
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	20001	20002	20003	20004					
1994	0,1534											0,1534	0	<b>305.342.600</b>	0	0
1995	0,1214	0,1534										0,2748	0,2141		6,54*10 <sup>7</sup>	6,54*10 <sup>7</sup>
1996	0,0895	0,1214	0,1534									0,3643	0,3196		9,76*10 <sup>7</sup>	1,63*10 <sup>8</sup>
1997	0,0576	0,0895	0,1214	0,1534								0,4219	0,3931		1,20*10 <sup>8</sup>	2,83*10 <sup>8</sup>
1998	0,0256	0,0576	0,0895	0,1214	0,1534							0,4475	0,4347		1,33*10 <sup>8</sup>	4,16*10 <sup>8</sup>
1999	0,0230	0,0256	0,0576	0,0895	0,1214	0,1534						0,4705	0,4590		1,40*10 <sup>8</sup>	5,56*10 <sup>8</sup>
2000	0,0205	0,0230	0,0256	0,0576	0,0895	0,1214	0,1534					0,4910	0,4808		1,47*10 <sup>8</sup>	7,03*10 <sup>8</sup>
2001	0,0179	0,0205	0,0230	0,0256	0,0576	0,0895	0,1214	0,1534				0,5089	0,5000		1,53*10 <sup>8</sup>	8,55*10 <sup>8</sup>
2002	0,0154	0,0179	0,0205	0,0230	0,0256	0,0576	0,0895	0,1214	0,1534			0,5243	0,5166		1,58*10 <sup>8</sup>	1,01*10 <sup>9</sup>
2003	0,0128	0,0154	0,0179	0,0205	0,0230	0,0256	0,0576	0,0895	0,1214	0,1534		0,5371	0,5307		1,62*10 <sup>8</sup>	1,18*10 <sup>9</sup>
2004	0,0102	0,0128	0,0154	0,0179	0,0205	0,0230	0,0256	0,0576	0,0895	0,1214	0,1534	0,5473	0,5422		1,66*10 <sup>8</sup>	1,34*10 <sup>9</sup>
2005	0,0077	0,0102	0,0128	0,0154	0,0179	0,0205	0,0230	0,0256	0,0576	0,0895	0,1214	0,4016	0,4745		1,45*10 <sup>8</sup>	1,49*10 <sup>9</sup>
2006	0,0051	0,0077	0,0102	0,0128	0,0154	0,0179	0,0205	0,0230	0,0256	0,0576	0,0895	0,2853	0,3435		1,05*10 <sup>8</sup>	1,59*10 <sup>9</sup>
2007	0,0026	0,0051	0,0077	0,0102	0,0128	0,0154	0,0179	0,0205	0,0230	0,0256	0,0576	0,1984	0,2419		7,39*10 <sup>7</sup>	1,66*10 <sup>9</sup>
2008	0,0000	0,0026	0,0051	0,0077	0,0102	0,0128	0,0154	0,0179	0,0205	0,0230	0,0256	0,1408	0,1696		5,18*10 <sup>7</sup>	1,72*10 <sup>9</sup>
2009		0,0000	0,0026	0,0051	0,0077	0,0102	0,0128	0,0154	0,0179	0,0205	0,0230	0,1152	0,1280		3,91*10 <sup>7</sup>	1,76*10 <sup>9</sup>
2010			0,0000	0,0026	0,0051	0,0077	0,0102	0,0128	0,0154	0,0179	0,0205	0,0922	0,1037		3,17*10 <sup>7</sup>	1,79*10 <sup>9</sup>
2011				0,0000	0,0026	0,0051	0,0077	0,0102	0,0128	0,0154	0,0179	0,0717	0,0819		2,50*10 <sup>7</sup>	1,81*10 <sup>9</sup>
2012					0,0000	0,0026	0,0051	0,0077	0,0102	0,0128	0,0154	0,0538	0,0627		1,92*10 <sup>7</sup>	1,83*10 <sup>9</sup>
2013						0,0000	0,0026	0,0051	0,0077	0,0102	0,0128	0,0384	0,0461	1,41*10 <sup>7</sup>	1,85*10 <sup>9</sup>	
2014							0,0000	0,0026	0,0051	0,0077	0,0102	0,0256	0,0320	9,77*10 <sup>6</sup>	1,85*10 <sup>9</sup>	
2015								0,0000	0,0026	0,0051	0,0077	0,0154	0,0205	6,26*10 <sup>6</sup>	1,86*10 <sup>9</sup>	
2016									0,0000	0,0026	0,0051	0,0077	0,0115	3,52*10 <sup>6</sup>	1,86*10 <sup>9</sup>	
2017										0,0000	0,0026	0,0026	0,0051	1,56*10 <sup>6</sup>	1,87*10 <sup>9</sup>	
2018											0,0000	0,0000	0,0013	3,91*10 <sup>5</sup>	1,87*10 <sup>9</sup>	

*Taula 40. Producció total anual i acumulativa de gas produït dels Residus industrials RBD i LBD col·locats a l'abocador entre 1994-2004.*



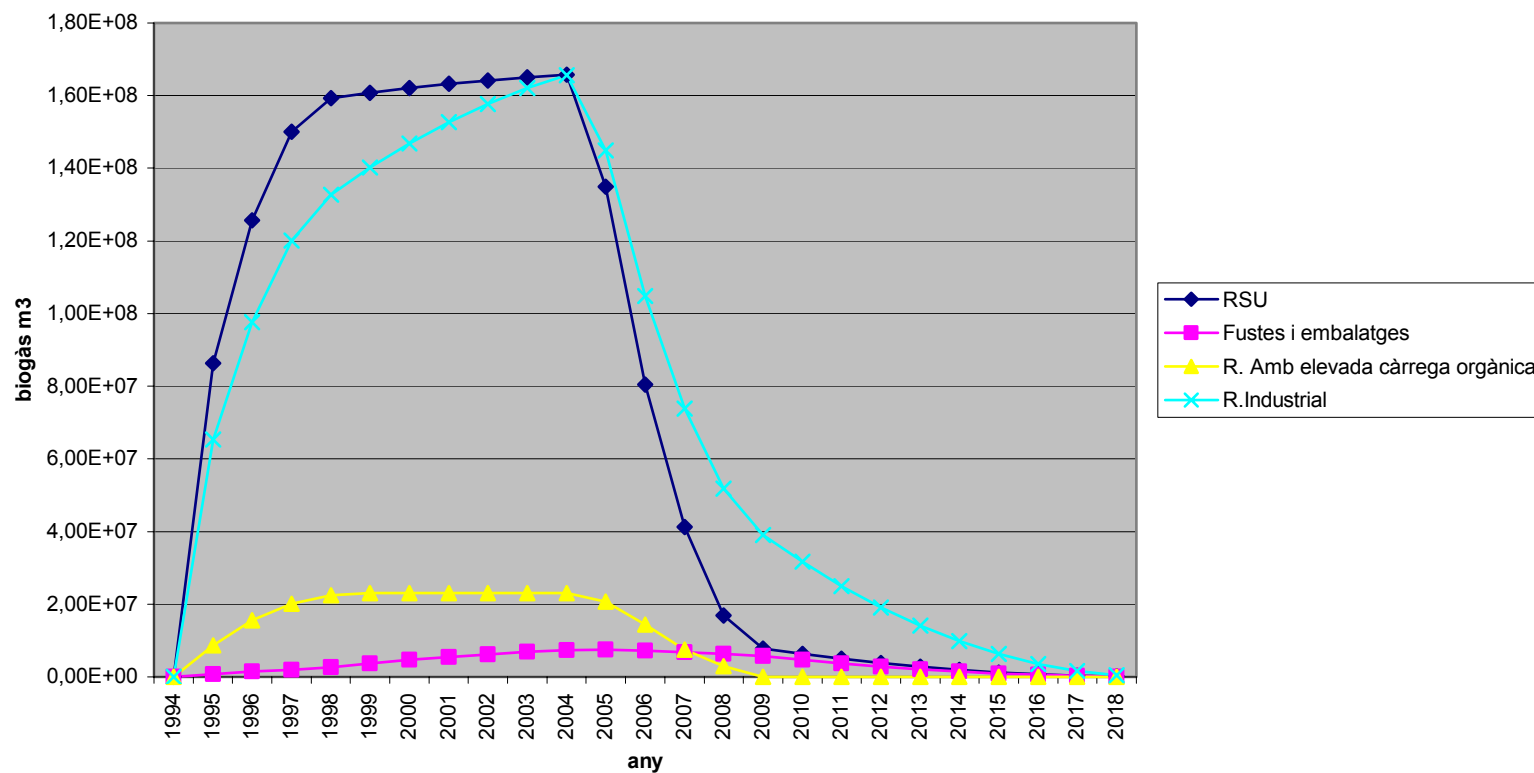
Gràfic 11. Corba de producció de biogàs dels Residus Industrials abocats a Coll Cardús en el període 1994-2004

La taxa de producció de biogàs dels residus industrials arriba al seu màxim ( $1,66 \cdot 10^8 \text{m}^3$ ) al 2004, uns 10 anys després d'haver iniciat l'abocament, com passa amb els RSU. Des del 1994-2004 la producció de biogàs s'incrementa anualment, però és a partir del 2005 que decreix ràpidament, encara que de manera menys sobtada que ho fan els RSU, any fins al 2019 en què es considera nul·la la producció de biogàs. El volum acumulat de producció de biogàs és molt semblant al dels RSU ( $1,87 \cdot 10^9 \text{m}^3$ ).

## 5.5 PRODUCCIÓ GLOBAL DE BIOGÀS

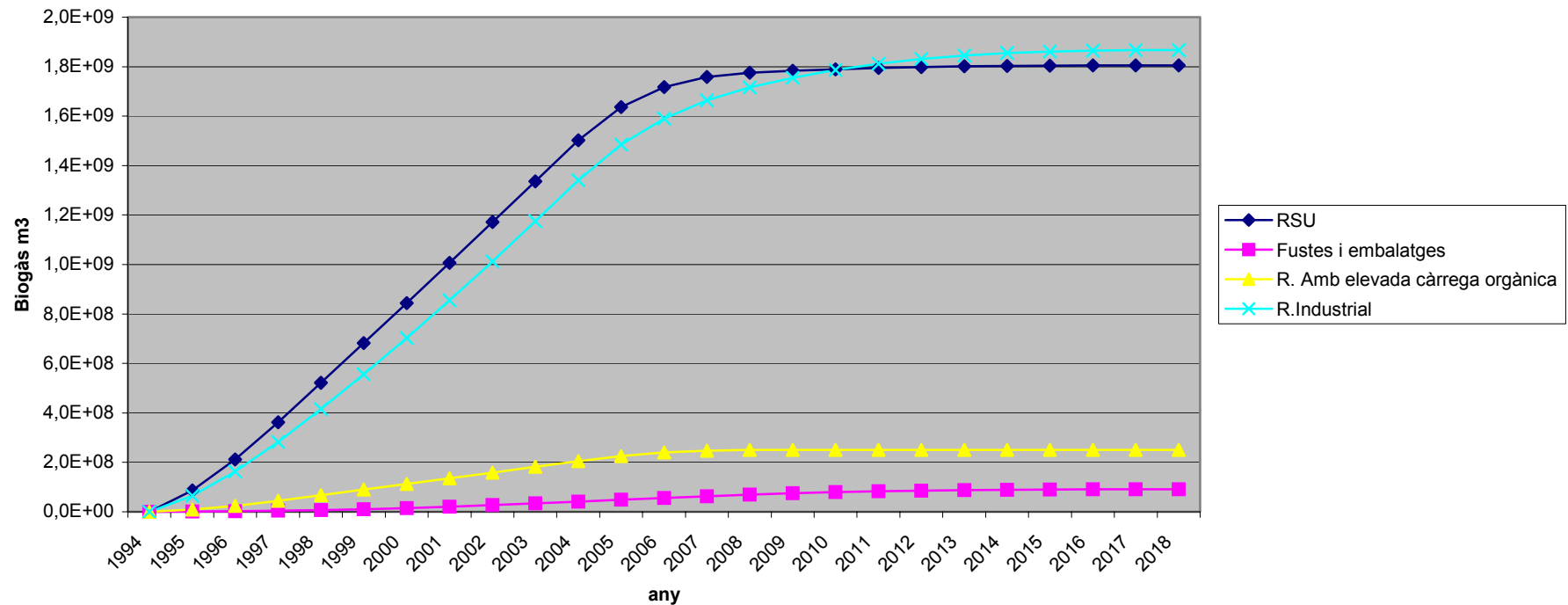
	RSU		Fustes i embalatges		R. Amb elevada càrrega orgànica		R.Industrial		Total	
	Producció biogàs m <sup>3</sup>	Producció acumulada biogàs m <sup>3</sup>	Producció biogàs m <sup>3</sup>	Producció acumulada biogàs m <sup>3</sup>	Producció biogàs m <sup>3</sup>	Producció acumulada biogàs m <sup>3</sup>	Producció biogàs m <sup>3</sup>	Producció acumulada biogàs m <sup>3</sup>	Producció biogàs m <sup>3</sup>	Producció acumulada biogàs m <sup>3</sup>
1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00	0,00	0	0
1995	8,63E+07	8,63E+07	8,03E+05	8,03E+05	8,63E+06	8,63E+06	6,54E+07	6,54E+07	1,61E+08	1,61E+08
1996	1,26E+08	2,12E+08	1,53E+06	2,33E+06	1,55E+07	2,42E+07	9,76E+07	1,63E+08	2,40E+08	4,01E+08
1997	1,50E+08	3,62E+08	1,97E+06	4,30E+06	2,01E+07	4,43E+07	1,20E+08	2,83E+08	2,92E+08	6,94E+08
1998	1,59E+08	5,21E+08	2,57E+06	6,88E+06	2,24E+07	6,68E+07	1,33E+08	4,16E+08	3,17E+08	1,01E+09
1999	1,61E+08	6,82E+08	3,66E+06	1,05E+07	2,30E+07	8,98E+07	1,40E+08	5,56E+08	3,28E+08	1,34E+09
2000	1,62E+08	8,44E+08	4,63E+06	1,52E+07	2,30E+07	1,13E+08	1,47E+08	7,03E+08	3,36E+08	1,67E+09
2001	1,63E+08	1,01E+09	5,49E+06	2,07E+07	2,30E+07	1,36E+08	1,53E+08	8,55E+08	3,44E+08	2,02E+09
2002	1,64E+08	1,17E+09	6,24E+06	2,69E+07	2,30E+07	1,59E+08	1,58E+08	1,01E+09	3,51E+08	2,37E+09
2003	1,65E+08	1,34E+09	6,87E+06	3,38E+07	2,30E+07	1,82E+08	1,62E+08	1,18E+09	3,57E+08	2,73E+09
2004	1,66E+08	1,50E+09	7,38E+06	4,11E+07	2,30E+07	2,05E+08	1,66E+08	1,34E+09	3,62E+08	3,09E+09
2005	1,35E+08	1,64E+09	7,54E+06	4,87E+07	2,07E+07	2,26E+08	1,45E+08	1,49E+09	3,08E+08	3,40E+09
2006	8,04E+07	1,72E+09	7,26E+06	5,59E+07	1,44E+07	2,40E+08	1,05E+08	1,59E+09	2,07E+08	3,60E+09
2007	4,12E+07	1,76E+09	6,71E+06	6,27E+07	7,48E+06	2,47E+08	7,39E+07	1,66E+09	1,29E+08	3,73E+09
2008	1,70E+07	1,78E+09	6,33E+06	6,90E+07	2,88E+06	2,50E+08	5,18E+07	1,72E+09	7,79E+07	3,81E+09
2009	7,76E+06	1,78E+09	5,72E+06	7,47E+07	0	2,50E+08	3,91E+07	1,76E+09	5,26E+07	3,86E+09
2010	6,28E+06	1,79E+09	4,64E+06	7,93E+07	0	2,50E+08	3,17E+07	1,79E+09	4,26E+07	3,91E+09
2011	4,97E+06	1,79E+09	3,66E+06	8,30E+07	0	2,50E+08	2,50E+07	1,81E+09	3,36E+07	3,94E+09
2012	3,80E+06	1,80E+09	2,80E+06	8,58E+07	0	2,50E+08	1,92E+07	1,83E+09	2,58E+07	3,97E+09
2013	2,79E+06	1,80E+09	2,06E+06	8,79E+07	0	2,50E+08	1,41E+07	1,85E+09	1,89E+07	3,98E+09
2014	1,94E+06	1,80E+09	1,43E+06	8,93E+07	0	2,50E+08	9,77E+06	1,85E+09	1,31E+07	4,00E+09
2015	1,24E+06	1,80E+09	9,16E+05	9,02E+07	0	2,50E+08	6,26E+06	1,86E+09	8,41E+06	4,01E+09
2016	6,98E+05	1,81E+09	5,15E+05	9,07E+07	0	2,50E+08	3,52E+06	1,86E+09	4,73E+06	4,01E+09
2017	3,10E+05	1,81E+09	2,29E+05	9,10E+07	0	2,50E+08	1,56E+06	1,87E+09	2,10E+06	4,01E+09
2018	7,76E+04	1,81E+09	5,72E+04	9,10E+07	0	2,50E+08	3,91E+05	1,87E+09	5,26E+05	4,01E+09

*Taula 41. Producció total anual i acumulada de gas produït pel total de residus col·locats a l'abocador durant 1994-2004.*



Gràfic 12. Corba de producció de biogàs de tots els residus abocats a Coll Cardús en el període 1994-2004

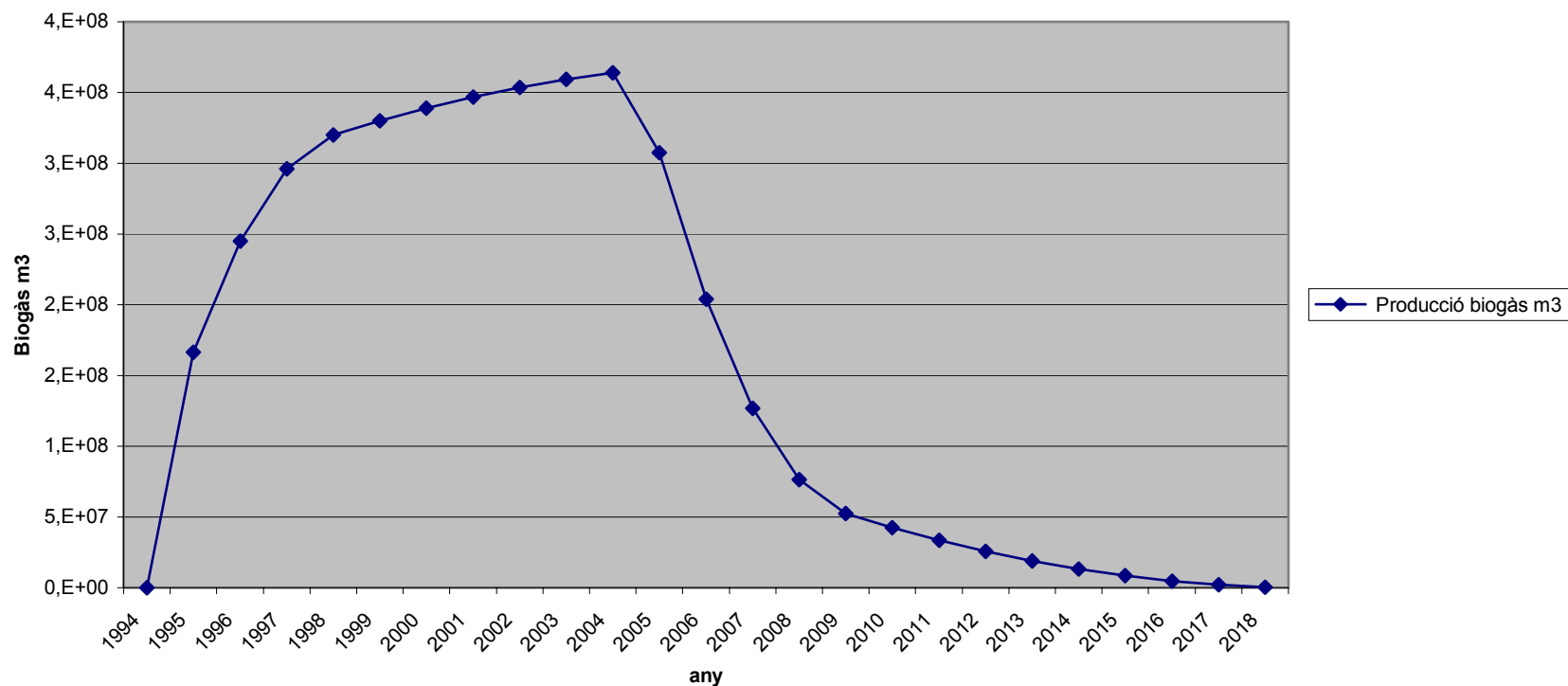
Es poden distingir les diferències en les taxes de producció de biogàs dels diferents tipus de residus. D'una banda, els RSU i els R.industrials segueixen un comportament semblant pel que fa a quantitats de producció anual de biogàs. D'altra banda, i amb menys quantitat de volum de biogàs produït, s'observen els residus de fustes i embalatges que segueixen una degradació lenta i els residus amb elevada matèria orgànica amb una degradació més ràpida.



Gràfic 13. Corba de producció de biogàs acumulat de tots els residus abocats a Coll Cardús en el període 1994-2004

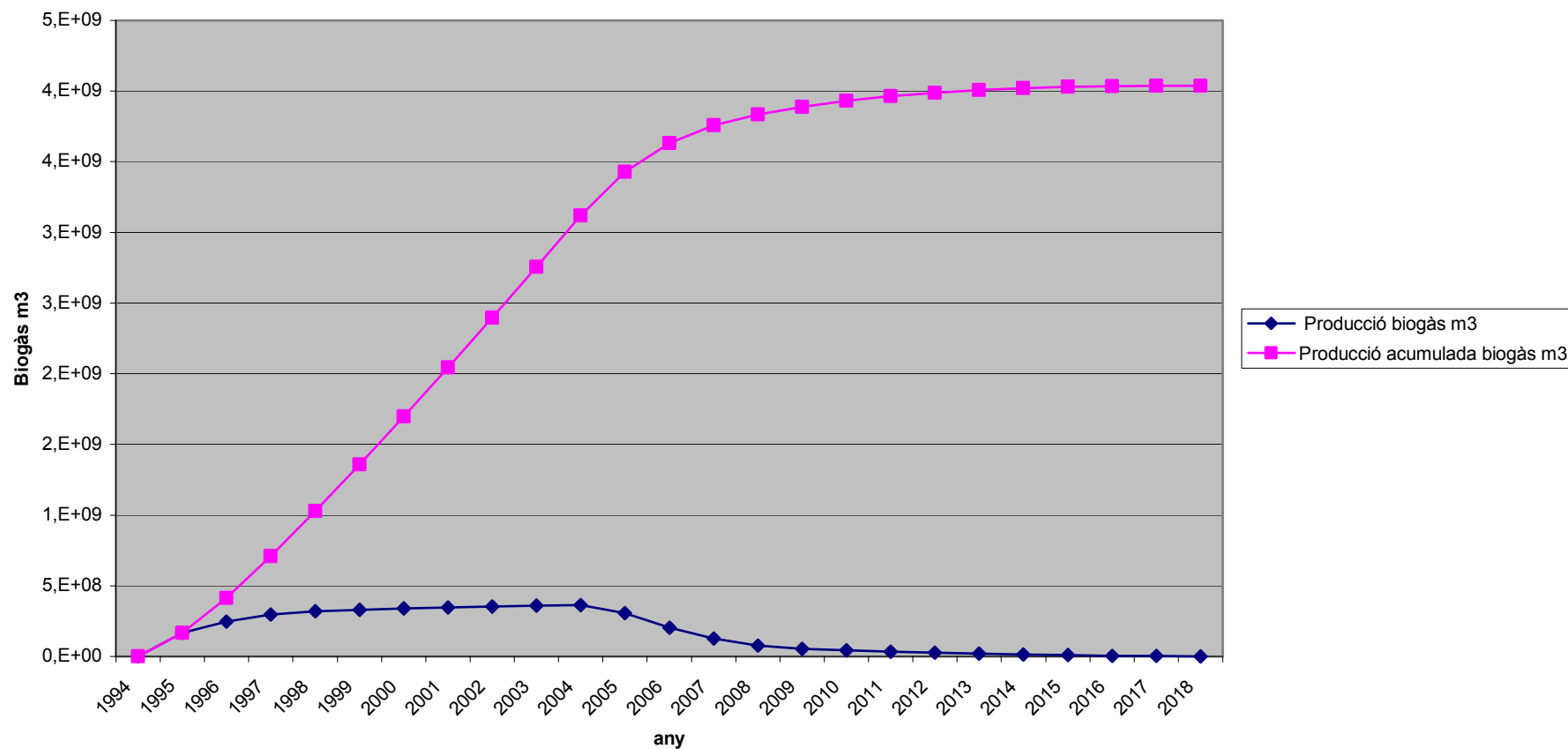
Es pot observar clarament que la majoria de biogàs obtingut pels residus abocats durant el 1994 i 2004 es produït pels residus sòlids urbans i els residus industrials ( 93% de la producció final acumulada). D'altra banda, amb un percentatge molt menor ( 7%) representa el biogàs produït pels residus de fustes i embalatges i pels residus amb elevada càrrega orgànica.





Gràfic 14. Corba de producció de biogàs del total de residus abocats a Coll Cardús en el període 1994-2004

Es representa la corba global de producció de biogàs, és a dir, s'ha sumat el volum de biogàs produït pels diferents tipus de residus. D'aquesta manera s'observa que de manera global, es produeix un augment sobtat de la producció de biogàs durant els primers 5 anys. Dels 5 als 11 anys l'augment és més gradual i és a l'onzè any on s'aconsegueix la taxa de producció de biogàs més elevada ( $3,62 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ ). A partir de l'onzè any es fa pal·lès un descens molt marcat de la producció de biogàs fins a arribar a nivells nuls de producció al 2019.



Gràfic 15. Corba de producció de biogàs i biogàs acumulat del total de residus abocats a Coll Cardús en el període 1994-2004

Es pot observar que la suma dels residus abocats durant el període 1994-2004 produeixen un volum total de  $4,01 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  l'any 2018. La producció acumulada augmenta en els primers 15 anys pràcticament de manera lineal, estabilitzant-se després.

## 5.6 Comparació entre les dades teòriques i la realitat

En comparar el resultat teòric calculat amb la metodologia proposada per G. Tchobanoglous (1994) i la captació real de biogàs a l'abocador de Coll Cardús, s'observen diferències.

Aproximadament s'han recollit a Coll Cardús 1000m<sup>3</sup>/hora durant l'any 2006. En canvi, segons els càlculs teòrics, aquesta producció de biogàs s'hauria d'obtenir l'any 2015. És a dir, hi ha un desfasament d'uns 11 anys respecte la realitat. Aquest fet pot ser degut a diversos factors que no s'han tingut en compte en l'elaboració dels càlculs per a l'estudi predictiu sobre la producció de biogàs:

- **Caracterització dels residus.** La composició dels diferents tipus de residus considerada en el treball és possible que difereixi respecte la composició real dels residus entrants a l'abocador de Coll Cardús. Pel fet que s'ha utilitzat la caracterització de residus proposada per G.Thobanoglous, basada en els residus d'una societat nord-americana dels anys 1990.
- **Pous no sempre connectats.** Els pous captadors de biogàs no sempre han pogut fer la seva funció a l'abocador de Coll Cardús. Per exemple, mentre s'omple un alvèol o es duen a terme les tasques de clausura d'aquest, els pous no estan en funcionament. Tampoc ho estan en casos d'aturades tècniques. A l'abocador, no s'ha portat un control acurat de quins pous s'activen ni tampoc del temps que estan en funcionament.
- **Emissió de biogàs a l'atmosfera.** El biogàs va començar a captar-se a partir de l'any 2000 com a font d'energia. Anteriorment a aquesta data, la xarxa de tuberies i pous no era completa i part del gas era emès a l'atmosfera.
- **Fugues.** Malgrat la disponibilitat actual d'una tecnologia de captació de biogàs, poden produir-se fugues puntuals.

Aquests fets fan pensar que tot el biogàs produït a Coll Cardús no ha estat captat i que les taxes màximes de producció de biogàs encara han d'arribar.

## **6.CONCLUSIONS**

## 6. Conclusions

L'entrada de diferents tipus residus sòlids urbans i residus industrials assimilables a urbans a l'abocador de Coll Cardús durant el 1994 i 2004 i la posterior transformació de part de la matèria orgànica d'aquests residus ha comportat una producció de biogàs valoritzable.

Les taxes anuals de generació d'aquest biogàs i en definitiva el volum que es produeix, han estat l'objecte d'aquest estudi. A partir dels resultats teòrics sobre una predicció de la possible producció de biogàs a Coll Cardús s'ha arribat a les conclusions següents:

- **Residus sòlids urbans i residus industrials com a productors principals de biogàs.**

Amb l'entrada de 7.743.382 de tones a l'abocador de Coll Cardús durant els anys 1994 i 2004 i en proporcions properes a un 49% de residus sòlids urbans, un 39% de residus industrials assimilables a urbans, un 5% de residus inerts, un 5% de residus amb una concentració de matèria orgànica elevada i un 2% de residus de fustes i embalatges, han produït en conjunt un total de  $4.01 \cdot 10^9 \text{m}^3$  de biogàs.

Aquest biogàs ha estat en un 93% produït pels residus sòlids urbans i pels residus industrials assimilables a urbans, degut a la composició d'aquests residus, però sobretot a la quantitat introduïda d'aquests a l'abocador.

El 7% de biogàs restant ha estat produït pels residus de fustes i embalatges i pels residus amb elevada càrrega orgànica.

- **Producció de biogàs durant 25 anys després del primer abocament.**

La producció de biogàs deguda a l'entrada del total de residus esmentats durant els 10 anys citats, s'ha distribuït al llarg del temps de la següent manera. En els primers 5 anys immediats a l'inici de l'abocament es produeix un augment sobtat de la producció de biogàs. Durant els següents 6 anys l'augment és més gradual i és a l'onzè any on s'aconsegueix la taxa de producció de biogàs més elevada ( $3,62 \cdot 10^8 \text{m}^3$ ). A partir de l'onzè any es fa pal·lès un descens molt marcat de la producció de biogàs fins a arribar a nivells nuls de producció al 2018.

- **Influència de la composició dels residus en la corba de producció de biogàs.** La tipologia dels residus, i per tant, les característiques de composició, influeixen en la distribució del biogàs al llarg del temps. D'aquesta manera cada tipus de residu té una corba de producció de biogàs diferent.

En el cas dels residus sòlids urbans la producció de biogàs arriba al seu màxim ( $1,66 \cdot 10^8 \text{m}^3$ ) al 2004, uns 10 anys després d'haver iniciat l'abocament dels RSU. Des del 1994-2004 la producció de biogàs s'incrementa anualment, però és a partir del 2005 que decreix

sobradament fins al 2019 a partir del que es considera nul·la la producció de biogàs. La producció total acumulada al 2018 és  $1,81 \cdot 10^9 \text{m}^3$ .

El cas dels residus industrials és comparable al dels residus sòlids urbans, doncs la taxa màxima de producció de biogàs dels residus industrials ( $1,66 \cdot 10^8 \text{m}^3$ ) s'assoleix al 2004, uns 10 anys després d'haver iniciat l'abocament, com passa amb els RSU. I durant aquests primers 10 anys la producció de biogàs s'incrementa cada any. A partir de l'onzè any la producció de biogàs disminueix ràpidament, encara que de manera menys sobrada del que ho fan els RSU. Al 2018 és l'any en què es considera nul·la la producció de biogàs. El volum acumulat és molt semblant al dels RSU ( $1,87 \cdot 10^9 \text{m}^3$ ). Malgrat la semblança de les corbes de producció existeixen diferències entre ambdues, doncs els residus industrials produeixen menys volum de biogàs que els RSU durant els 10 primers anys, però en els següents 14 anys els residus industrials produeixen més volum de biogàs del que ho fan els RSU.

Aquest fet és degut a que les proporcions de fraccions de matèria orgànica ràpidament i lentament biodegradable, són diferents en uns i altres residus. Els RSU estan compostos per material ràpidament i lentament biodegradable amb proporcions basades en el pes sec de 63% i 6%, respectivament.

En els residus industrials succeeix al contrari, doncs estan formats per un 57% de material lentament biodegradable i un 33% de material ràpidament biodegradable, segons proporcions basades en el pes sec.

Totalment diferents són les corbes de producció dels residus de fustes i embalatges i dels residus amb elevada càrrega orgànica

La producció de biogàs dels residus de fustes i embalatges segueix un model de creixement més lent que els RSU i que els residus industrials, doncs estan compostos per un 94,5% de matèria lentament biodegradable i un 5,5% de matèria ràpidament biodegradable per pes sec. La taxa de producció arriba al seu màxim ( $7,54 \cdot 10^6 \text{m}^3$ ) al 2005, un any més tard que els RSU. Representen una proporció menor respecte el total de residus, per aquest motiu també la producció de biogàs acumulada és menor a l'any 2018 ( $9,10 \cdot 10^7 \text{m}^3$ ). Des del 1994 fins l'any 2005 la producció de biogàs s'incrementa anualment de manera lenta, i a partir del 2006 s'inicia un decreixement esglaonat fins a assolir valors nul·ls de producció de biogàs.

La producció de biogàs dels residus amb elevada càrrega orgànica té un tret diferencial: es considera que els residus d'aquestes característiques es degraden en un període de 5 anys des de l'inici del seu abocament, doncs perquè únicament estan compostos de material ràpidament biodegradable. Per aquest motiu, hi ha una taxa de producció creixent fins a assolir el màxim al voltant del 2003 ( $2,30 \cdot 10^7 \text{m}^3$ ) i un decreixement ràpid fins a assolir una producció nul·la al 2008. Com passa amb els residus de fustes i embalatges, la producció de biogàs

per part d'aquests residus és menor degut a un percentatge d'entrada a l'abocador inferior d'aquests residus ( $2,50 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ ).

- **El biogàs produït és valortizable.** El biogàs captat per l'abocament és un residu valoralitzable, és a dir que es reutilitza per a les funcions de combustible de vehicles, d'escalfament d'aigua en una fase de la planta depuradora, i de conversió en electricitat. Per aquests motius una producció de biogàs suposa un estalvi d'energia i diners per a TRATESA.

Tot i que l'empresa es veu obligada a complir la normativa (Directiva 1999/31/CE, relativa a l'abocament de residus) que dictamina com a tractament mínim per al biogàs la seva combustió per a minimitzar la contribució en el conegut com a efecte hivernacle, entre d'altres, l'alt contingut en metà, amb un poder calorífic elevat, el fan interessant en termes econòmics per a ser utilitzat com a recurs energètic per part de TRATESA.

## **BIBLIOGRAFIA**



## BIBLIOGRAFIA

### Referències Bibliogràfiques

DOC. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya. Núm. 2307 - 13.01.1997 *DECRET 1/1997, de 7 de gener de 1997, sobre la disposició del rebuig en dipòsits controlats.*

RODRÍGUEZ GUITÉRREZ P., SERRAT SERRAT J.(2003). *I Jornades tècniques de Gestió d'EDAR's.* 27 i 28 d'octubre 2003. Agència catalana de l'aigua

TCHOBANOGLIOUS, G., THEYSEN, H., A. VIGIL, S. (1995). *Gestión Integral de Residuos Sólidos.* Editorial Mc Graw Hill.

<http://junres.es>. JUNTA DE RESIDUS DE CATALUNYA.(2001). Programa de gestió de residus municipals de Catalunya (2001-2006).Document de síntesi. Consultat agost 2006.

<http://mediambient.gencat.net>. DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT I HABITATGE. Consultat agost 2006

<http://www.epa.gov> U.S ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Consultat agost 2006

### Documents facilitats per TRATESA


- Diagrama Aprovechamiento Biogàs 2006.  
Àlex Grande
- Tonelatge dels residus abocats durant 1994-2004 a l'abocador de Coll Cardús.  
Rafael Chico
- Full de càlcul de biogàs i lixiviats de l'abocador de Coll Cardús.  
Héctor Álvarez
- Llista d'Ajuntaments productors de residus que van a parar a l'abocador de Coll Cardús.
- Esquema del Centre Industrial de Tractament Ambiental de Coll Cardús.
- Control de Admisión de residuos en el Depósito Controlado de Coll Cardús.  
Carles Ibiza Griffiths i Héctor Álvarez Blanco.
- El compromiso con la excelencia ambiental. Grupo HERA HOLDING.



**ANNEX A**

# ANNEX A

## 1. Acceptació del residu

 <b>Generalitat de Catalunya</b> Departament de Medi Ambient Junta de Residus	Departament de Residus Junta de Residus	Número de abocador: Autònom: de 40000 <b>40014 FA</b>
<b>FITXA D'ACCEPTACIÓ DE RESIDUS</b>		
<b>RESIDU / RESIDUO</b> <small>Codi: 0000</small>		
Descripció del residu: <small>Descripció detallada</small>		
Classificació pel mètode: <small>Identificació de residu</small> <input type="checkbox"/> <small>en recipient</small> <input type="checkbox"/> <small>capacitat</small> <input type="checkbox"/>		
Fidèlment d'origen de caracterització: <small>Identificació de residu amb característiques</small>		
Quantitat estimada: <small>Quantitat estimada</small> <input type="checkbox"/> <small>anual</small> <input type="checkbox"/> <small>mens</small> <input type="checkbox"/> <small>diària</small> <input type="checkbox"/> <small>ACCIONS</small> <input type="checkbox"/> <small>ACCIONS</small> <input type="checkbox"/>		
Observacions: <small>Observacions</small>		
<b>PRODUCTOR / POSSEÏDOR</b> <small>Codi: 0000</small>		
Nom o nom comercial: <small>Identificació de residu</small>		
Adreça: <small>Adreça</small>		
Codi Postal: <small>Codi Postal</small> Municipi: <small>Municipi</small>		
<b>GESTOR</b> <small>Codi: 0000</small>		
Nom (nom comercial): <small>Identificació de residu</small>		
Adreça: <small>Adreça</small>		
Municipi (per veure perfil de residu): <small>Municipi (per veure perfil de residu)</small>		
PRODUCTOR / POSSEÏDOR <small>Identificació de residu</small>		
GESTOR <small>Identificació de residu</small>		

**FICHA DE  
ACEPTACIÓN**

**Residuo**

**Productor**

**Gestor**

Figura1a. Fitxa d'acceptació utilitzada en el procés d'acceptació del residu a l'abocador.


 Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient Junta de Residus		Número de seguiment: <b>M 3597 M</b> TITULER DE RESIDUS: <b>NOU</b> DATA DE CREACIÓ DEL RESIDU: <b>2014-01-01</b>	<h2 style="color: red;">HOJA DE SEGUIMIENTO</h2>
<b>FULL DE SEGUIMENT DE RESIDUS</b>			
<b>RESIDU / RESIDUO</b> <span style="float: right;">Codi: <input type="text"/></span> Descripció del residu: <input type="text"/>		<h3>Residuo</h3> <p>cantidad</p>	
Quantitat (litres): <input type="text"/> Contenedor: <input type="text"/> Material: <input type="text"/>			
Període de validesa: <input type="text"/>			
<b>PRODUCTOR / POSSEIDOR</b> <span style="float: right;">Codi: <input type="text"/></span> Nom i cognoms: <input type="text"/>		<h3>Productor</h3>	
Marcatge: <input type="text"/>			
<b>TRANSPORTISTA</b> <span style="float: right;">Codi: <input type="text"/></span> Mètode de vehicle o transport: <input type="text"/>		<h3>Transportista</h3>	
Mètode de transport: <input type="text"/>			
<b>GESTOR</b> <span style="float: right;">Codi: <input type="text"/></span> Nom i cognoms: <input type="text"/>		<h3>Gestor</h3>	
Marcatge (per a producció de residus): <input type="text"/>			
Codi de l'entitat PRODUCTOR / POSSEIDOR: <input type="text"/>	Codi de l'entitat TRANSPORTISTA: <input type="text"/>	Codi de l'entitat GESTOR: <input type="text"/>	<div style="background-color: yellow; padding: 5px; border: 1px solid black; display: inline-block;"> <b>Nº FA</b> </div>
Data de creació del residu: <input type="text"/>	Data de recepció del residu: <input type="text"/>	Data de creació del residu: <input type="text"/>	

Figura2a. Fulla de seguiment utilitzada en el procés d'acceptació del residu a l'abocador

Any	CodResidu	Pes Net (kg)	Pes Net (t)
1994	I01	38.173.190	38.173,19
1994	I01.01	39.742.120	39.742,12
1994	I01.02	15.402.110	15.402,11
1994	I01.03	54.100	54,10
1994	I01.F	22.220.470	22.220,47
1994	I03	884.420	884,42
1994	I03.03	547.680	547,68
1994	I07	52.040	52,04
1994	I07.01	1.062.560	1.062,56
1994	I07.02	21.480	21,48
1994	I07.03	2.534.880	2.534,88
1994	I08	288.460	288,46
1994	I13	3.305.170	3.305,17
1994	I14	624.350	624,35
1994	I15	24.019.360	24.019,36
1994	I15.01	134.840	134,84
1994	I16	339.940	339,94
1994	I17	100.360	100,36
1994	I19	578.960	578,96
1994	I19.T	518.240	518,24
1994	I21	19.110.330	19.110,33
1994	I23	49.709.350	49.709,35
1994	U01	225.697.562	225.697,56
1994	U01.01	101.367.246	101.367,25
1994	U01.N	10.220	10,22
1994	U02	2.648.888	2.648,89
1994	U03	4.644.150	4.644,15
1994	U04	751.140	751,14
1994	U05	857.640	857,64
1994	U06	9.835.174	9.835,17
1994	U07	440	0,44
1994	U08	17.125.220	17.125,22
<b>1995</b>	I01	39.599.370	39.599,37
1995	I01.01	55.935.824	55.935,82
1995	I01.02	14.126.620	14.126,62
1995	I01.03	5.920	5,92
1995	I01.F	19.686.380	19.686,38
1995	I03	1.263.961	1.263,96
1995	I03.01	2.660	2,66
1995	I03.03	184.400	184,40
1995	I05	1.871.320	1.871,32
1995	I06	37.940	37,94
1995	I07	7.760	7,76
1995	I07.01	1.221.500	1.221,50
1995	I07.03	3.263.350	3.263,35
1995	I08	1.050.280	1.050,28
1995	I12	4.780	4,78
1995	I13	4.553.410	4.553,41
1995	I14	827.480	827,48

1995	I15	29.838.220	29.838,22
1995	I15.01	346.880	346,88
1995	I15.02	1.540	1,54
1995	I16	292.540	292,54
1995	I17	61.840	61,84
1995	I19	641.100	641,10
1995	I19.T	447.100	447,10
1995	U01	186.910.431	186.910,43
1995	U01.01	142.201.004	142.201,00
1995	U01.N	316.340	316,34
1995	U02	2.259.654	2.259,65
1995	U03	8.257.950	8.257,95
1995	U04	154.500	154,50
1995	U05	969.370	969,37
1995	U06	8.250.575	8.250,58
1995	U07	720	0,72
1995	U08	61.211.650	61.211,65
<b>1996</b>	I01	52.716.540	52.716,54
1996	I01.01	66.499.970	66.499,97
1996	I01.02	17.338.761	17.338,76
1996	I01.F	19.334.390	19.334,39
1996	I01.T	47.080	47,08
1996	I03	2.428.440	2.428,44
1996	I03.03	223.460	223,46
1996	I04	15.900	15,90
1996	I05	965.800	965,80
1996	I07	266.640	266,64
1996	I07.01	806.350	806,35
1996	I07.03	2.928.100	2.928,10
1996	I08	1.994.150	1.994,15
1996	I13	3.984.600	3.984,60
1996	I14	981.790	981,79
1996	I15	33.704.110	33.704,11
1996	I15.01	549.870	549,87
1996	I16	461.350	461,35
1996	I17	27.895	27,90
1996	I19	475.070	475,07
1996	I19.T	976.990	976,99
1996	U01	197.571.230	197.571,23
1996	U01.01	141.983.482	141.983,48
1996	U01.N	367.300	367,30
1996	U02	2.765.540	2.765,54
1996	U03	4.516.600	4.516,60
1996	U04	121.500	121,50
1996	U05	480.510	480,51
1996	U06	8.575.380	8.575,38
1996	U07	3.300	3,30
1996	U08	34.875.240	34.875,24
<b>1997</b>	I01	56.657.890	56.657,89
1997	I01.01	69.269.300	69.269,30
1997	I01.02	30.298.590	30.298,59
1997	I01.F	18.964.110	18.964,11

1997	I01.T	118.160	118,16
1997	I03	2.913.600	2.913,60
1997	I03.03	240.420	240,42
1997	I05	626.160	626,16
1997	I07	5.240	5,24
1997	I07.01	106.460	106,46
1997	I07.03	3.424.940	3.424,94
1997	I08	2.345.540	2.345,54
1997	I13	12.798.910	12.798,91
1997	I14	1.760.790	1.760,79
1997	I15	33.185.548	33.185,55
1997	I15.01	686.360	686,36
1997	I16	18.420	18,42
1997	I17	39.120	39,12
1997	I19	419.300	419,30
1997	I19.T	1.981.540	1.981,54
1997	U01	207.448.427	207.448,43
1997	U01.01	110.985.340	110.985,34
1997	U01.N	433.960	433,96
1997	U02	2.942.510	2.942,51
1997	U03	3.737.830	3.737,83
1997	U03.R	212.540	212,54
1997	U04	148.020	148,02
1997	U05	1.392.280	1.392,28
1997	U06	6.305.935	6.305,94
1997	U07	740	0,74
1997	U08	36.499.950	36.499,95
1998	I01	72.839.250	72.839,25
1998	I01.01	80.963.820	80.963,82
1998	I01.02	45.326.410	45.326,41
1998	I01.F	18.338.550	18.338,55
1998	I01.T	16.180	16,18
1998	I02	40.720	40,72
1998	I03	2.342.340	2.342,34
1998	I03.03	106.860	106,86
1998	I04	22.000	22,00
1998	I05	1.461.700	1.461,70
1998	I06	13.780	13,78
1998	I07.01	291.720	291,72
1998	I07.03	3.954.470	3.954,47
1998	I13	21.696.180	21.696,18
1998	I14	1.214.780	1.214,78
1998	I15	40.990.420	40.990,42
1998	I15.01	623.640	623,64
1998	I15.02	2.980	2,98
1998	I16	15.440	15,44
1998	I17	54.540	54,54
1998	I19.T	1.221.160	1.221,16
1998	U01	171.521.152	171.521,15
1998	U01.01	166.710.810	166.710,81
1998	U01.D	443.800	443,80
1998	U01.N	569.440	569,44



1998	U02	2.995.220	2.995,22
1998	U03	3.870.390	3.870,39
1998	U04	118.470	118,47
1998	U04.C	1.744.100	1.744,10
1998	U05	1.772.600	1.772,60
1998	U06	9.835.335	9.835,34
1998	U08	22.759.820	22.759,82
<b>1999</b>	I01	87.768.904	87.768,90
1999	I01.01	91.949.296	91.949,30
1999	I01.02	54.389.260	54.389,26
1999	I01.F	19.794.720	19.794,72
1999	I12	856.540	856,54
1999	I13	29.344.230	29.344,23
1999	I14	839.740	839,74
1999	I15	48.463.460	48.463,46
1999	I16	6.120	6,12
1999	U01	162.293.647	162.293,65
1999	U01.01	194.945.960	194.945,96
1999	U01.D	1.603.480	1.603,48
1999	U01.N	598.240	598,24
1999	U02	2.845.740	2.845,74
1999	U03	6.257.500	6.257,50
1999	U04	179.440	179,44
1999	U04.C	3.088.160	3.088,16
1999	U05	1.628.820	1.628,82
1999	U06	13.452.280	13.452,28
1999	U08	22.439.320	22.439,32
1999	U09	130.660	130,66
<b>2000</b>	I01	79.824.930	79.824,93
2000	I01.01	111.940.450	111.940,45
2000	I01.02	56.655.140	56.655,14
2000	I01.F	20.608.660	20.608,66
2000	I04.C	334.680	334,68
2000	I12	2.260.120	2.260,12
2000	I13	32.756.200	32.756,20
2000	I14	462.840	462,84
2000	I15	52.773.600	52.773,60
2000	I16	18.120	18,12
2000	I20	2.043.840	2.043,84
2000	U01	155.396.848	155.396,85
2000	U01.01	226.274.755	226.274,76
2000	U01.D	1.581.980	1.581,98
2000	U01.N	614.740	614,74
2000	U02	2.958.700	2.958,70
2000	U03	6.544.830	6.544,83
2000	U04	190.080	190,08
2000	U04.C	2.939.500	2.939,50
2000	U05	1.728.240	1.728,24
2000	U06	12.543.470	12.543,47
2000	U08	22.571.210	22.571,21
2000	U09	329.740	329,74
<b>2001</b>	I01	82.944.550	82.944,55

2001	I01.01	72.398.890	72.398,89
2001	I01.02	41.494.134	41.494,13
2001	I01.F	21.381.460	21.381,46
2001	I12	49.137.060	49.137,06
2001	I13	68.483.830	68.483,83
2001	I14	753.940	753,94
2001	I15	255.874.324	255.874,32
2001	I16	10.020	10,02
2001	I20	2.444.160	2.444,16
2001	U01	169.407.015	169.407,02
2001	U01.01	238.484.332	238.484,33
2001	U01.D	1.852.960	1.852,96
2001	U01.N	552.960	552,96
2001	U02	3.141.290	3.141,29
2001	U03	5.781.850	5.781,85
2001	U04	245.380	245,38
2001	U04.C	9.608.880	9.608,88
2001	U05	2.847.520	2.847,52
2001	U06	13.960.618	13.960,62
2001	U08	32.697.990	32.697,99
2001	U09	5.260.860	5.260,86
<b>2002</b>	I01	90.623.031	90.623,03
2002	I01.01	75.087.410	75.087,41
2002	I01.02	33.864.437	33.864,44
2002	I01.A	1.153.470	1.153,47
2002	I01.F	20.705.610	20.705,61
2002	I12	5.531.350	5.531,35
2002	I13	59.603.150	59.603,15
2002	I14	534.200	534,20
2002	I15	185.318.861	185.318,86
2002	I16	11.580	11,58
2002	I20	2.416.930	2.416,93
2002	TRANSFER	92.900	92,90
2002	U01	174.302.678	174.302,68
2002	U01.01	242.365.558	242.365,56
2002	U01.D	1.462.780	1.462,78
2002	U01.N	578.240	578,24
2002	U02	3.737.450	3.737,45
2002	U03	5.701.675	5.701,68
2002	U04	325.250	325,25
2002	U04.C	7.115.120	7.115,12
2002	U05	2.588.170	2.588,17
2002	U06	13.278.213	13.278,21
2002	U08	37.161.940	37.161,94
2002	U09	4.237.420	4.237,42
<b>2003</b>	I01	88.840.000	88.840,00
2003	I01.01	61.832.134	61.832,13
2003	I01.02	37.486.740	37.486,74
2003	I01.A	2.363.465	2.363,47
2003	I01.F	23.723.090	23.723,09
2003	I08	30.950.360	30.950,36
2003	I08.S	8.505.300	8.505,30

2003	I09	46.143.030	46.143,03
2003	I10	1.581.610	1.581,61
2003	I12	7.786.420	7.786,42
2003	I13	50.392.730	50.392,73
2003	I14	288.560	288,56
2003	I15	54.757.566	54.757,57
2003	I16	5.100	5,10
2003	I17	6.159.680	6.159,68
2003	I20	2.573.260	2.573,26
2003	U01	165.359.718	165.359,72
2003	U01.01	248.316.204	248.316,20
2003	U01.D	459.880	459,88
2003	U01.N	584.760	584,76
2003	U02	2.905.880	2.905,88
2003	U03	5.270.130	5.270,13
2003	U04	340.600	340,60
2003	U04.C	2.282.390	2.282,39
2003	U05	2.331.120	2.331,12
2003	U06	12.833.780	12.833,78
2003	U08	2.042.474	2.042,47
2003	U09	254.260	254,26
<b>2004</b>	I01	27.338.250	27.338,25
2004	I01.01	8.653.820	8.653,82
2004	I01.02	13.356.330	13.356,33
2004	I01.A	705.780	705,78
2004	I01.F	7.666.140	7.666,14
2004	I08	25.870.150	25.870,15
2004	I08.S	2.443.780	2.443,78
2004	I09	9.482.619	9.482,62
2004	I10	254.040	254,04
2004	I12	1.463.000	1.463,00
2004	I13	13.046.544	13.046,54
2004	I14	86.591	86,59
2004	I15	12.751.644	12.751,64
2004	I16	2.860	2,86
2004	I20	905.960	905,96
2004	U01	52.186.554	52.186,55
2004	U01.01	83.061.556	83.061,56
2004	U01.D	162.480	162,48
2004	U01.N	187.240	187,24
2004	U02	960.100	960,10
2004	U03	1.193.120	1.193,12
2004	U04	134.090	134,09
2004	U04.C	1.231.980	1.231,98
2004	U05	556.600	556,60
2004	U06	4.769.130	4.769,13
2004	U09	116.000	116,00

*Taula 1a. Dades de tonelatge i descripció dels residus abocats a l'abocador de Coll Cardús durant 1994-2004*



## ANNEX B

### Residus de fustes i embalatges

#### 1. Composició orgànica dels residus.

	Tipus de residu	Pes entrada (t)	Cont humitat %	Cont pes sec %	% en pes ( matèria seca)					
					C	H	O	N	S	Cendres
RBD	Cartró	8.967	5	95	43	5,9	44,8	0,3	0,2	5
LBD	Fusta	125.542	20	80	49,5	6	42,7	0,2	0,1	1,5
	Plàstic	44.837	2	98	60	7,2	22,8	-	-	10
	Total LBD	170.379								

Cont humitat (t)	Cont pes sec (t)	Pes en t ( matèria seca)					
		C	H	O	N	S	Cendres
448	8.519	3.663	503	3.816	26	17	426
25.108	100.434	49.715	6.026	42.885	201	100	1.507
897	43.940	26.364	3.164	10.018	0	0	4.394
26.005	144.374	79.742	9.692	56.720	226	117	6.326

Taula 1b. Distribució percentual dels elements més importants que componen els residus de fustes i embalatges.

#### 2. Composició molar dels elements.

Total mols

RBD	$3.0 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^8$	$2.4 \cdot 10^8$	$1.8 \cdot 10^6$	$5.3 \cdot 10^5$
LBD	$6.6 \cdot 10^9$	$9.6 \cdot 10^9$	$3.5 \cdot 10^9$	$1.6 \cdot 10^7$	$3.7 \cdot 10^6$

Taula 2b. Composició molar dels elements despreciant les cendres

#### 3. Fórmula química aproximada sense Sofre

Component	Relació mol( Nitrogen=1)	
	Ràpidament biodegradables	Lentament biodegradables
Carboni	167	411
Hidrogen	273	594
Oxigen	131	219
Nitrogen	1	1

Taula 3b. Coeficients de la fórmula  $C_aH_bO_cN_d$  sense sofre.

Ràpidament biodegradables:  $C_{167}H_{273}O_{131}N$

Lentament biodegradables:  $C_{411}H_{594}O_{219}N$



Cont humitat (t)	Cont pes sec (t)	Pes en t ( matèria seca)					
		C	H	O	N	S	Cendres
7.656	3.281	1.575	210	1.234	85	13	164
437	6.854	2.974	398	3.036	21	14	411
21.873	269.769	80.931	11.330	37.498	12.949	2.482	124.363
26.248	17.498	8.364	1.050	6.649	595	52	787
<b>56.214</b>	<b>297.402</b>	<b>93.844</b>	<b>12.988</b>	<b>48.417</b>	<b>13.650</b>	<b>2.561</b>	<b>125.726</b>
146	7.145	4.287	514	1.629	0	0	715
73	3.573	18	4	14	4	0	3.534
0	0	0	0	0	0	0	0
<b>219</b>	<b>10.718</b>	<b>4.305</b>	<b>518</b>	<b>1.643</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4.248</b>

Taula 6b. Distribució percentual dels elements més importants que componen els residus amb elevada càrrega orgànica de Coll Cardús.

## 2. Composició molar dels elements.

Total mols

RBD	$7.8 \cdot 10^9$	$1.3 \cdot 10^{10}$	$3.0 \cdot 10^9$	$9.7 \cdot 10^9$	$8.7 \cdot 10^7$
-----	------------------	---------------------	------------------	------------------	------------------

Taula 7b. Composició molar dels elements depreciant les cendres

## 3. Fórmula química aproximada sense Sofre.

Component	Relació mol ( Nitrogen=1)
	Ràpidament biodegradables
Carboni	8
Hidrogen	13
Oxigen	3
Nitrogen	1

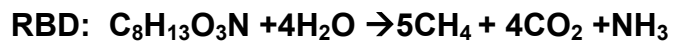
Taula 8b. Coeficient de la fórmula  $C_aH_bO_cN_d$  sense sofre.

Ràpidament biodegradables:  $C_8H_{13}O_3N$

#### 4. Equació completa de la reacció:

	Coeficients fórmula reacció RBD
H <sub>2</sub> O	4
CH <sub>4</sub>	5
CO <sub>2</sub>	4
NH <sub>3</sub>	1

Taula 9b. Coeficients de la reacció complerta



#### 5. Es determinen els pesos atòmics dels components de la reacció i tot seguit es determina el volum de metà i diòxid de carboni.

		Volum de gas m <sup>3</sup>
RBD	Metà	<b>172.627.954</b>
	Diòxid de Carboni	<b>134.711.041</b>

Taula 10b. Volum de gas produït pels residus amb elevada càrrega orgànica



#### 4.1.5 Residus industrials

### 1. Composició orgànica dels residus

	Tipus de residu	Pes entrada (t)	Cont humitat %	Cont pes sec %	% en pes ( matèria seca)						Cont humitat (t)	Cont pes sec (t)	Pes en t ( matèria seca)					
					C	H	O	N	S	Cendres			C	H	O	N	S	Cendres
<b>RBD</b>	Rest menjar	61.069	70	30	48	6,4	37,6	2,6	0,4	5	42.748	18.321	8.794	1.173	6.889	476	73	916
	Paper	229.007	6	94	43,4	5,8	44,3	0,3	0,2	6	13.740	215.267	93.426	12.485	95.363	646	431	12.916
	Cartró	290.075	5	95	43	5,9	44,8	0,3	0,2	5	14.504	275.572	118.496	16.259	123.456	827	551	13.779
	Restes jardí	183.206	60	40	47,8	6	38	3,4	0,3	4,5	109.923	73.282	35.029	4.397	27.847	2.492	220	3.298
	<b>Total</b>	<b>763.357</b>									<b>180.916</b>	<b>582.441</b>	<b>255.744</b>	<b>34.314</b>	<b>253.555</b>	<b>4.440</b>	<b>1.275</b>	<b>30.908</b>
<b>LBD</b>	Tèxtil	305.343	10	90	48	6,4	40	2,2	0,2	3,2	30.534	274.808	131.908	17.588	109.923	6.046	550	8.794
	Goma	305.343	2	98	69,7	8,7	-	-	1,6	20	6.107	299.236	208.567	26.034	0	0	4.788	59.847
	Cuir	61.069	10	90	60	8	11,6	10	0,4	10	6.107	54.962	32.977	4.397	6.376	5.496	220	5.496
	Fusta	305.343	20	80	49,5	6	42,7	0,2	0,1	1,5	61.069	244.274	120.916	14.656	104.305	489	244	3.664
	<b>Total</b>	<b>977.096</b>									<b>103.816</b>	<b>873.280</b>	<b>494.368</b>	<b>62.675</b>	<b>220.604</b>	<b>12.030</b>	<b>5.802</b>	<b>77.801</b>
<b>IN</b>	Plàstics	625.952	2	98	60	7,2	22,8	-	-	10	12.519	613.433	368.060	44.167	139.863	0	0	61.343
	Vidre	244.274	2	98	0,5	0,1	0,4	0,1	-	98,9	4.885	239.389	1.197	239	958	239	0	236.755
	Metalls	442.747	3	97	4,5	0,6	4,3	0,1	-	90,5	13.282	429.464	19.326	2.577	18.467	429	0	388.665
	Altres	0									0							
	<b>Total</b>	<b>1.312.973</b>									<b>30.687</b>	<b>1.282.286</b>	<b>388.583</b>	<b>46.983</b>	<b>159.287</b>	<b>669</b>	<b>0</b>	<b>686.764</b>
	<b>3.053.426</b>																	

Taula 11b. Distribució percentual desl elements orgànics més importants que componen els residus industrials de Coll Cardús.

## 2. Composició molar dels elements.

Total mols

RBD	$2.1 \cdot 10^{10}$	$3.4 \cdot 10^{10}$	$1.6 \cdot 10^{10}$	$3.2 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^7$
LBD	$4.1 \cdot 10^{10}$	$6.2 \cdot 10^{10}$	$1.4 \cdot 10^{10}$	$8.6 \cdot 10^8$	$1.8 \cdot 10^8$

Taula 12b. Composició molar dels elements despreciant les cendres

## 3. Fórmula química aproximada sense Sofre.

Component	Relació mol( Nitrogen=1)	
	Ràpidament biodegradables	Lentament biodegradables
Carboni	67	48
Hidrogen	107	72
Oxigen	50	16
Nitrogen	1	1

Taula 13b. Coeficient de la fórmula  $C_aH_bO_cN_d$  sense sofre.

Ràpidament biodegradables:  $C_{67}H_{107}O_{50}N$

Lentament biodegradables:  $C_{48}H_{72}O_{16}N$

## 4. Equació completa de la reacció:

	Coeficients fórmula reacció RBD	Coeficients fórmula reacció LBD
H <sub>2</sub> O	16	23
CH <sub>4</sub>	34	29
CO <sub>2</sub>	33	19
NH <sub>3</sub>	1	1

Taula 14b. Coeficients de la reacció completa

RBD:  $C_{67}H_{107}O_{50}N + 16H_2O \rightarrow 34CH_4 + 33CO_2 + NH_3$

LBD:  $C_{48}H_{72}O_{16}N + 23H_2O \rightarrow 29CH_4 + 19CO_2 + NH_3$

5. Es determinen els pesos moleculars dels components de la reacció i tot seguit es determina el volum de metà i diòxid de carboni.

		Volum de gas m <sup>3</sup>
RBD	Metà	<b>256.822.511</b>
	Diòxid de Carboni	<b>248.082.601</b>
LBD	Metà	<b>607.655.111</b>
	Diòxid de Carboni	<b>408.793.020</b>

Taula 15b. Volum de gas produït pels RSU RBD i LBD 1994-2004

#### 4.2 Càlcul de la distribució del volum de biogàs al llarg del temps

La quantitat de gas d'abocador produïda per la fracció biodegradable dels materials ràpidament i lentament biodegradables col·locats cada any és:

		m <sup>3</sup> Biogàs/kg RBD	m <sup>3</sup> Biogàs/kg LBD
Tipus de residu	<b>RSU</b>	0,874	1,027
	<b>R. Fustes i embalatges</b>	0,848	1,013
	<b>R.elevada matèria orgànica</b>	1,033	-
	<b>R.industrials</b>	0,867	1,164

Taula 16b. Volum de biogàs per kg de cada tipus de residu.

## 4.2.2 Residus de fustes i embalatges

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>
0	0,000	0,170 0,297 0,212 0,127 0,042
1	0,339	
2	0,254	
3	0,170	
4	0,085	
5	0,000	
<b>Total</b>		<b>0,848</b>

*Taula 17b. Quantitats anuals de producció de gas a partir dels residus de R.fustes i embalatges RBD.*

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>	Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>
0	0,000	0,014	8,000	0,095	0,088
1	0,027		9,000	0,081	
2	0,054	0,041	10,000	0,068	0,074
3	0,081	0,068	11,000	0,054	0,061
4	0,108	0,095	12,000	0,041	0,047
5	0,135	0,122	13,000	0,027	0,034
6	0,122	0,128	14,000	0,014	0,020
7	0,108	0,115	15,000	0,000	0,007
		0,101	<b>Total</b>		<b>1,013</b>

*Taula 18b. Quantitats anuals de producció de gas a partir dels residus de R.fustes i embalatges LBD.*

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>
0		0,007
1	0,014	0,012
2	0,010	0,009
3	0,007	0,005
4	0,003	0,002
5		
<b>Total</b>		<b>0,035</b>

*Taula 21b. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus de fustes i embalatges RBD.*

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>	Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>
0	0,000		8	0,045	0,041
1	0,013	0,006	9	0,038	0,035
2	0,026	0,019	10	0,032	0,029
3	0,038	0,032	11	0,026	0,022
4	0,051	0,045	12	0,019	0,016
5	0,064	0,057	13	0,013	0,010
6	0,057	0,061	14	0,006	0,003
7	0,051	0,054	15	0,000	
		0,048	<b>Total</b>		<b>0,479</b>

*Taula 22b. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus de fustes i embalatges LBD*

### 4.2.3 Residus amb elevada càrrega orgànica

Final any	Taxa de producció de gas, m3/any	Producció de gas m3
0	-	0,21 0,36 0,26 0,15 0,05
1	0,41	
2	0,31	
3	0,21	
4	0,10	
5	-	
<b>Total</b>		1,03

*Taula 23b. Quantitats anuals de producció de gas a partir dels residus de R. amb elevada càrrega orgànica RBD.*

Final any	Taxa de producció de gas, m3/any	Producció de gas m3
0		0,126 0,221 0,158 0,095 0,032
1	0,253	
2	0,189	
3	0,126	
4	0,063	
5		
<b>Total</b>		0,63

*Taula 24b. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus R. amb elevada càrrega orgànica RBD.*

#### 4.2.4 Residus industrials

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>
0	-	0,17 0,30 0,22 0,13 0,04
1	0,35	
2	0,26	
3	0,17	
4	0,09	
5	-	
<b>Total</b>		<b>0,867</b>

*Taula 25b. Quantitats anuals de producció de gas a partir dels residus industrials RBD.*

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>	Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>
0	0,000	0,016	8,000	0,109	0,101
1	0,031		9,000	0,093	
2	0,062	0,047	10,000	0,078	0,085
3	0,093	0,078	11,000	0,062	0,070
4	0,124	0,109	12,000	0,047	0,054
5	0,155	0,140	13,000	0,031	0,039
6	0,140	0,147	14,000	0,016	0,023
7	0,124	0,132	15,000	0,000	0,008
		0,116	<b>Total</b>		<b>1,164</b>

*Taula 26b. Quantitats anuals de producció de gas a partir dels residus industrials LBD.*

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>
0		0,074
1	0,148	0,130
2	0,111	0,093
3	0,074	0,056
4	0,037	0,019
5		
<b>Total</b>		0,37

Taula 27b. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus industrials RBD.

Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>	Final any	Taxa de producció de gas, m <sup>3</sup> /any	Producció de gas m <sup>3</sup>
0	0,0000		8	0,0179	0,0166
1	0,0051	0,0026	9	0,0154	0,0141
2	0,0102	0,0077	10	0,0128	0,0115
3	0,0154	0,0128	11	0,0102	0,0090
4	0,0205	0,0179	12	0,0077	0,0064
5	0,0256	0,0230	13	0,0051	0,0038
6	0,0230	0,0243	14	0,0026	0,0013
7	0,0205	0,0218	15	0,0000	
		0,0192	<b>Total</b>		0,186

Taula 28b. Quantitats anuals corregides de producció de gas a partir dels residus industrials LBD







