

# **Renda Familiar disponible bruta, factor socioeconòmic associat amb la generació de residus sòlids urbans per habitant en els municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Anàlisi de la intensitat i forma de la correlació i evolució dels nivells de generació 2000 – 2009.**

David Esteller Ocaña, Xavier Gabarrell Durany.

Llicenciatura en Ciències Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona. Espanya.

---

## **Resum**

En aquest treball s'utilitzen les Quantitats de Residus Generats per Habitant (KRGH) en els diferents municipis de l'entitat administrativa de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) durant la primera dècada del segle XXI (2000 - 2011) com a indicador de sostenibilitat en matèria de Residus Sòlids Urbans (RSU). S'estudia la relació d'aquesta variable amb la Renda Familiar Disponible (RFD) i s'analitza l'evolució dels nivells de generació al llarg de la sèrie històrica per a grups de municipis amb nivells de generació ben diferenciats amb objecte d'avaluar l'efecte produït pels successos amb més impacte en matèria de gestió tal és la introducció del cànon de residus i discutir si es donen situacions d'iniqüitat derivades del sistema de finançament dels serveis de gestió de residus.

---

## **Abstract**

In this paper, Quantities of Material Solid Waste Produced by Inhabitant in the municipalities of the Metropolitan Barcelona Region during XXI th. century's first decade (2000-2011), are used as sustainability indicator in Urban Solid Waste Management. The results of this indicator are crossed with the Gross Disposable Household Income in order to understand if there is any relationship among them. Finally, the historic evolution of QMSWPI for the groups of municipalities with different levels of waste production, are studied with the purpose of analyze the effect in terms of QMSWPI decrease of the "waste tax" and discuss if there are iniquity's situations derived from the waste management funding system.

---

## **Resumen**

En este artículo se usan las Cantidades de Residuos Generados por Habitante (KRGH) en los diferentes municipios de la entidad administrativa del Área Metropolitana de Barcelona (AMB) durante la primera década del siglo XXI (2000-2011) como indicador de sostenibilidad en materia de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Se estudia la relación de esta variable con la Renda Familiar Disponible (RFD) i se analiza la evolución de los niveles de generación a lo largo de la serie histórica para grupos de municipios con niveles de generación bien diferenciados con objeto de evaluar el efecto producido en materia de gestión de la introducción del canon de residuos discutir si se dan situaciones de inequidad derivadas del sistema de financiación de los Servicios de gestión de residuos.

## 1 Introducció.

La Gestió dels Residus és un punt clau en l'administració de les grans conurbacions urbanes en que, al llarg dels darrers segles, ens hem anat establint la major part de la humanitat. Alguns dels aspectes que justifiquen l'especial atenció que diferents autors i agents socials hi dediquen són el potencial efecte nociu sobre la salut de les persones i/o l'entorn, la despesa econòmica, la pèrdua d'utilitat de la matèria i energia i costos d'oportunitat associats, etc. Es per això que una adequada Gestió dels Residus es rellevant i s'hi destinen des de l'àmbit institucional i privat molts recursos.

l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) situada en el mediterrani occidental amb més de 3 milions d'habitants distribuïts entre els seus 36 municipis constituents es un exemple representatiu d'aquest tipus de ciutats.

La determinació de les Causes o Factors que Condicionen una major o menor quantitat de residus pot ajudar en la millora del disseny de les estratègies emprades per a assolir els objectius en matèria de gestió dels residus, específicament en la reducció del cabal de residus produïts i l'aplicació dels principis d'equitat, justícia social i específicament en qüestions referents als sistemes de finançament de les infraestructures de recollida i tractament dels residus urbans.

De tots els factors socioeconòmics amb potencial influència sobre els nivells de generació aquell que més debats ha suscitat es la riquesa. Lluny però d' haver arribat a un consens respecte de la forma i intensitat amb que aquest factor influeix sobre els impactes ambientals i més específicament sobre els nivells de generació de residus aquest debat es perfectament vigent encara avui dia.

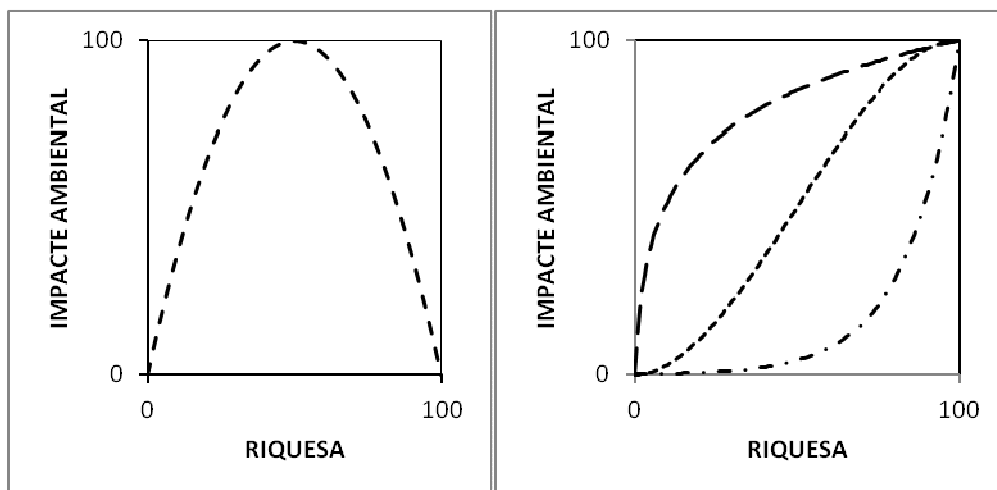
Simplificant molt es poden estereotipar dos tipus d'actituds envers aquesta relació entre impacte ambiental i renda: l'optimista i la pessimista. Ambdues visions coincideixen respecte de la importància de la riquesa com a factor explicatiu de la magnitud dels impactes ambientals, difereixen però respecte de la forma en que aquesta els condiciona.

Els postulants de l'actitud optimista defensen que la relació entre riquesa i impacte ambiental segueix un tipus particular de corba en forma d'U invertida, coneguda com a "corba ambiental de Kuznets" (Bruyn et al., 1998).

Aquesta mostraria dues fases. En la primera començaríem amb nivells baixos de riquesa acompanyats de nivells també baixos d'impacte ambiental. A mesura que creix l'economia, val esperar un augment de la magnitud de l'impacte fins a assolir cert nivell crític a partir del qual entrariem en la segona fase.

En aquesta segona fase els increments de riquesa anirien acompanyats d'impactes ambientals decreixents, en virtut, principalment, de dos factors. El primer, un increment gradual de la utilitat marginal de la qualitat ambiental i el segon increments en l'eficiència associats al desenvolupament tecnològic.

L'actitud pessimista defensa una postura radicalment diferent d'acord amb la qual els impactes ambientals serien sempre creixents amb la riquesa. Aquesta relació podria ser de tipus lineal, exponencial, logística o de qualsevol altre tipus però indefectiblement creixent donat que tot i acceptant la possibilitat d'incrementar l'eficiència gràcies al desenvolupament tecnològic consideren que aquest efecte beneficiós es veurà eventualment compensat per increments nets en el consum (efecte rebot) degut al menor cost d'adquisició.



A més a més no hi hauria cap raó per a assumir que aquest suposat augment de la utilitat marginal de la qualitat ambiental es traduís mitjançant augments de preu o altres mecanismes (desenvolupament de regulacions de protecció ambiental, conscienciació ciutadana, ...) en una veritable percepció per part dels agents socials d'aquests increments. Ja que molts d'aquests factors ambientals simplement no estan mercantilitzats o per que no són considerats com a valors dintre del sistema de valors dominant.

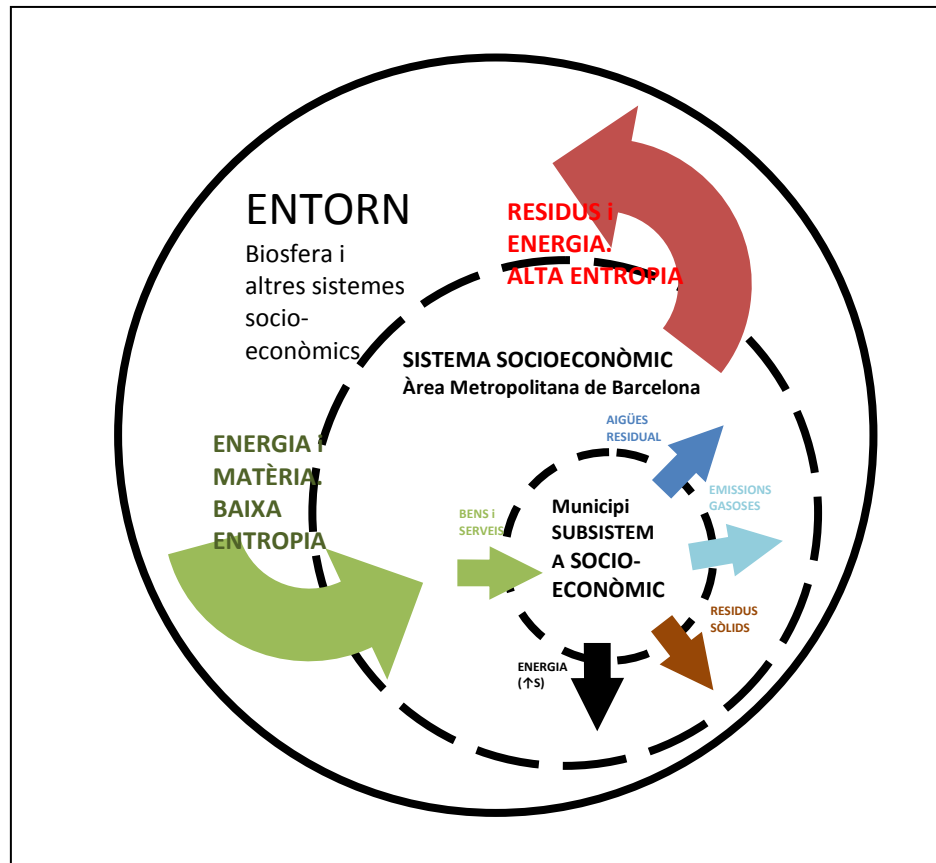
Això sense considerar, en primer lloc, que un increment de la utilitat marginal dels factors ambientals implica necessàriament un impacte o deteriorament dels mateixos i, en segon, que en la major part dels casos ni tan sols coneixem quin són els límits o capacitat de càrrega d'aquests i, per tant, el risc de que provoquem un dany irreversible i/o amb efectes perniciosos sobre nosaltres mateixos en que incorrem es troba en la més absoluta incertesa.

## 1.1 Marc conceptual

Des de la perspectiva de les bioeconomies així com de la teoria del metabolisme social (Fischer-Kowalski, 1998), el flux constant de materials i energia a través dels sistemes socioeconòmics es anàleg als processos de metabolització dels sistemes i organismes naturals.

Els sistemes socioeconòmics es troben emmarcats dintre de la biosfera de la qual extreuen els recursos materials i energètics de baixa entropia. Un cop introduïts al sistema són processats, convertits en bens i serveis, consumits i eventualment retornats al medi en forma de residus i energia amb elevada entropia, en coherència amb les lleis termodinàmiques.

D'entre aquestes lleis naturals cal destacar la 4a, doncs postula que "La matèria disponible es degrada de forma continua e irreversible en matèria no disponible de forma pràctica." (Nicholas Georgescu-Roegen, 1971).



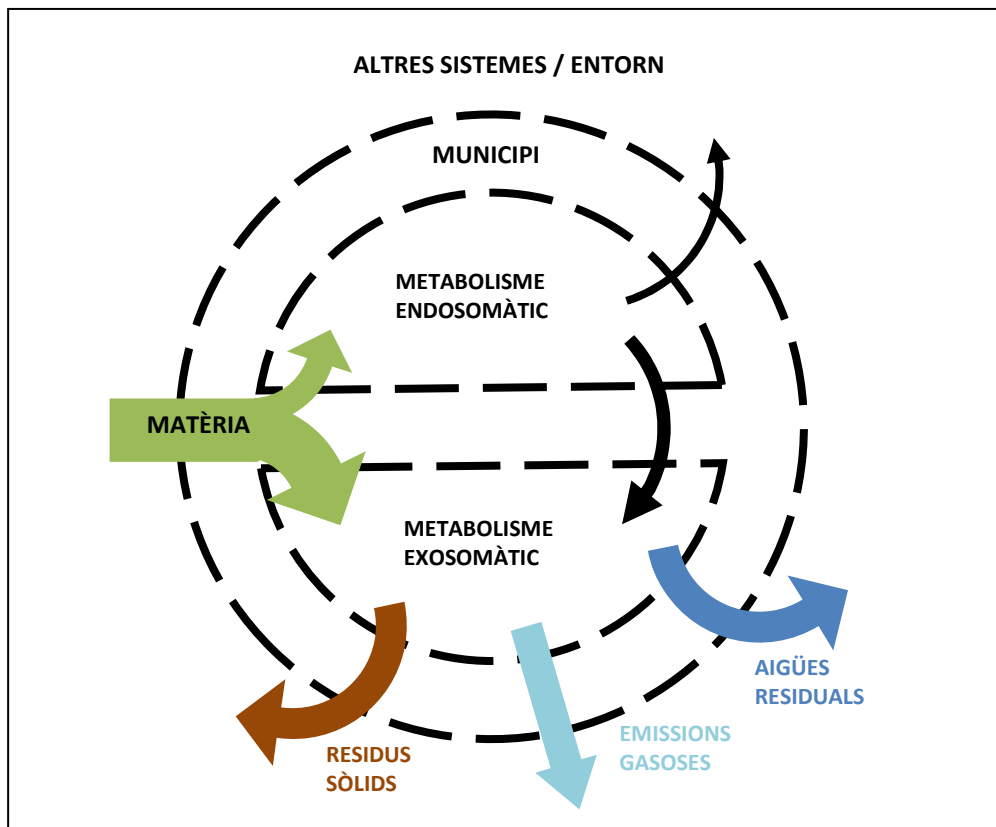
Aquest postulat implica una ineluctable linealitat dels fluxos materials en els sistemes socioeconòmics i per tant, en cas d'una disponibilitat finita de recursos, una irremeiable disminució de les possibilitats futures de producció de bens i serveis ." (Nicholas Georgescu-Roegen).

Així, el temps durant el qual qualsevol sistema socioeconòmic pot sostenir la seva funcionalitat, serà més o menys llarg en funció del ritme d'incorporació de nous recursos (matèria i energia del seu entorn) i del temps de residència d'aquesta en el propi sistema. A menor taxa d'extracció de matèria de la biosfera i major temps de residència de la matèria incorporada en els cicles socioeconòmics major sostenibilitat i *vice versa*.

Per raons de disponibilitat de dades els límits dels sistemes socioeconòmics d'estudi es corresponen amb les actuals regions administratives, concretament les municipals.

Tal i com hem introduït aquests subsistemes incorporen matèria i energia (bens i serveis) i la metabolitzen mitjançant dues vies, a saber, l'endosomàtica<sup>1</sup> i l'exosomàtica (Lotka) i es en aquest nivell administratiu en el que s'implementen les regulacions generalment promulgades des dels nivells nacional i supranacional en matèria de gestió de residus.

<sup>1</sup> METABOLISME ENDOSOMÀTIC: metabolisme propi dels organismes vius que componen el sistema (humans principalment) requerit per als seu manteniment i desenvolupament de les seves activitats i que obeeix fonamentalment a instruccions genètiques.



Amb independència de quines siguin les vies d'entrada de matèria al metabolisme exosomàtic o sociocultural les vies de sortida del sistema són el sistema de captació i gestió de les aigües residuals (per a les emissions líquides) i el sistema de recollida i gestió del residu sòlid (per a les emissions sòlides), per a les emissions gasoses l'atmosfera es el receptacle contenidor final i, pel principi de conservació de la matèria, la suma d'aquests tres vectors ha d'esser igual als inputs.

En aquest document ens centrem en l'anàlisi del metabolisme exosomàtic de matèria, per dues raons, la primera associada a la virtual impossibilitat de variació dels metabolisme endosomàtic (regit en gran part per instruccions genètiques) i a la manca en la nostra espècie d'instruccions genètiques per a l'abast del consum exosomàtic de matèria i energia (regulat per les institucions socials, polítiques i econòmiques) i segon per l'escala, diversos ordres de magnitud superiors, dels consums exosomàtics respecte dels endosomàtics en els sistemes subjectes a estudi (Martínez Alier).

Prenent com a hipòtesis de partida que els canvis d'estat en els processos de metabolisme exosomàtic d'aquests sistemes suposen en pes una fracció minoritària i estan gairebé sempre associats a l'alimentació i conseqüentment a processos de metabolització endosomàtics (la major part de la matèria en estat sòlid incorporada al sistema roman en estat sòlid al sortir d'aquest). Així doncs la quantitat de matèria que entra en el sistema en estat sòlid hauria de ser aproximadament igual a la que en surt.

Per altra banda, en un entorn en que els intercanvis pecuniaris són el principal mecanisme d'adquisició de bens materials, la quantitat de matèria que entra hauria de tenir una relació intensa amb la riquesa de que disposen els agents.

### 1.1.1 Definició de l'indicador d'impacte ambiental.

Acceptant que pràcticament la totalitat de la matèria que entra en el sistema en estat sòlid en surt també en estat sòlid. Que a més a més aquest flux de sortida de matèria el constitueixen els bens materials al final del seu cicle de vida útil i que aquests no estan relacionats directament amb la supervivència dels individus sinó que es tracta del

constituent material del consum exosomàtic, aleshores, els kilograms de residus sòlids urbans generats per municipi i any (KRSUGMA) hauria de ser un bon indicador de la intensitat del flux de matèria sòlida a través dels diferents municipis de l'AMB i per tant de la magnitud de l'impacte potencial<sup>2</sup> generat per aquests. Ja que el sistema de gestió de residus vigent a l'AMB recull amb major o menor eficiència la totalitat d'aquests.

Els KRSUGMA ens serveixen doncs per a avaluar la intensitat del flux de matèria sòlida a través dels sistemes socioeconòmics (municipis) però donada la intensa correlació d'aquests amb el número d'habitants<sup>3</sup> resulta impossible comparar els resultats entre municipis.

Per tal de poder comparar la magnitud de la intensitat del impacte ambiental entre municipis es necessària la ponderació dels kilograms totals generats en un municipi en un any per la població obtenint així una nova variable, els kilograms de residus sòlids urbans generats per habitant i any (KRSUGH) de cada municipi.

Aquesta variable ens permet comparar, ara si, la intensitat del flux de matèria sòlida a través dels diferents municipis i per tant ens permetrà determinar quina relació hi ha entre aquesta i els nivells de riquesa dintre de la diversitat present en la regió.

### **1.1.2 Indicador de riquesa: La renda familiar disponible bruta<sup>4</sup> per habitant.**

La riquesa és, per al cas que ens ocupa, la mesura en que un agent pot adquirir bens materials (susceptibles de convertir-se en residus sòlids), és a dir, com d'intens pot arribar a ser el flux de matèria a través dels sistemes socioeconòmics.

La riquesa docs, ens marcaria un sostre màxim de generació de residus per habitant en el cas que els individus decidissin destinar-ne el 100% a l'adquisició de matèria per a passar immediatament a considerar-la com a residu i tractar-la com a tal. En l'altre extrem del ventall de conductes possibles hi trobarien el cas de no adquisició de bens materials que equivaldria a la no generació de residu.

Entre els dos extrem s'hi troben tots els nivells de generació possibles que els individus poden escollir, cadascun d'ells resultat de la ponderació de quatre factors: la quantitat de matèria adquirida mínima compatible amb la supervivència, el factor de conversió riquesa/matèria, la quantitat de riquesa destinada a l'adquisició de bens materials i el temps de residència d'aquests en el sistema socioeconòmic<sup>5</sup>. Tal i com hem esmentat a la introducció, el consens en aquesta tema gira entorn de la idea que el nivell de generació d'impactes ambientals escollit (en el nostre cas mesurat en kilograms de RSU generats per habitant) guarda una intensa correlació amb la riquesa. De la mateixa manera hem introduït que hi ha opinions divergents respecte de la forma d'aquesta correlació.

Allà on uns defensen que la intensitat material de les entitats socioeconòmiques, a falta de nous mecanismes reguladors, serà sempre creixent amb la riquesa, els altres diuen

---

<sup>2</sup> L'impacte ambiental que mesuren els KRSUGenMA es potencial ja que la magnitud real de l'impacte dependrà tant dels constituents dels residus com dels tipus de tractaments realitzats a que se sotmetin.

<sup>3</sup> ANNEX II

<sup>4</sup> La renda familiar disponible bruta es considerada bruta per no estar corregida per la inflació i per tant és només una aproximació del poder adquisitiu de les persones tot i que sí s'han descomptat els impostos principals. No així el cànon de residus.

<sup>5</sup> El temps de residència és una mesura de la vida útil dels bens materials. El definim com al lapse de temps que transcorre entre l'entrada del bé material en un sistema socioeconòmic i la seva sortida en el moment en que esdevé un residu. Cal considerar com a hipòtesi axiomàtica que els agents socioeconòmics estudiats es troben al final de la cadena de producció del sistema socioeconòmic i que l'objecte de l'adquisició de bens materials per part seva té com a objecte, fonamentalment, el consum final.

que es desmaterialitzaran<sup>6</sup> amb els increments d'aquesta un cop assolit cert valor crític relacionat amb el desenvolupament d'una economia industrial i posterior deriva cap a models econòmics sustentats en el sector terciari, el desenvolupament tecnologies més eficients, increments en la utilitat marginal dels recursos naturals impactats i la introducció de normatives de protecció del medi ambient associades a una major conscienciació i valorització d'aquests bens.

En un entorn socioeconòmic en que els intercanvis pecuniaris són el principal mecanisme d'adquisició de bens, l'indicador de renda familiar disponible bruta per habitant és un bon indicador de la riquesa dels subjectes d'estudi, ja que, segons la definició de L'Institut d'Estadística de Catalunya, és:

*“La macromagnitud que mesura els ingressos de què disposen els residents d'un territori per destinar-los al consum o a l'estalvi.*

*Aquesta renda no només depèn dels ingressos de les famílies directament vinculats a la retribució per la seva aportació a l'activitat productiva (remuneració d'assalariats i excedent brut d'explotació), sinó que també està influïda per l'activitat de l'Administració pública mitjançant els impostos i les prestacions socials. Es calcula com a saldo del compte de renda de les famílies, és a dir, és la diferència entre el conjunt de recursos i usos.*

[...]

*Per elaborar la renda familiar disponible bruta per habitant es prenen com a referència les estimacions de població a 1 de juliol, tancades al març del 2013, realitzades per l'Idescat”<sup>7</sup>*

## **1.2 Funcionament del sistema de gestió de residus municipals.**

L'esquema bàsic del sistema de recollida de RSU durant el període estudiat és el següent:

L'administració local pren la responsabilitat de gestionar el procés en el seu conjunt. Per a fer-ho contracta empreses que fan la recollida de residus en les zones residencials i els dipositen en les plantes de tractament (dipòsits controlats, incineradores, ...).<sup>8</sup>

Els llocs de destí final dels residus cobren a aquestes empreses d'acord al pes o volum que hi dipositen. Per a cobrir les despeses, l'empresa encarregada de la recollida rep els diners de l'administració, la qual els recapta al seu torn dels ciutadans, de fet el finançament surt del Fons de gestió de residus de l'Agència Catalana de Residus la major part del qual prové dels pressupostos generals i de taxes específiques.

Una d'aquestes taxes és el cànon de residus<sup>9</sup>, impost de tipus Pigouvià<sup>10</sup>, que grava la disposició final de residus a dipòsits controlats amb la finalitat de desincentivar aquesta pràctica, fent més atractives la resta d'alternatives de gestió (incineració, ...), i disminuir el cabal de residus generats.

---

<sup>6</sup> Desmaterialització de la economia: Reducció del flux de matèria en l'economia.

<sup>7</sup> Veure Annex IV Definicions.

<sup>8</sup> Veure [www.gencat.cat](http://www.gencat.cat) Normativa catalana en matèria de residus.

<sup>9</sup> Veure Llei 16/2013, de 13 de juny, de finançament de les infraestructures de tractament de residus i del cànon sobre la deposició de residus.

<sup>10</sup> Els impostos pigouviàns són un tipus d'impost que busca corregir una externalitat negativa. L'efecte de l'impost és aconseguir que el cost marginal privat més l'impost sigui igual al cost marginal social.

El sistema de cobrament consisteix en dividir el cost anual de la gestió dels RSU de cada municipi entre les llars, de manera que, és passarien part dels costos de funcionament de les infraestructures de residus directament als usuaris d'aquestes.

El fet és, però, que no es passen els costos a les llars d'acord amb els seus nivells de generació. Es a dir, si una família concreta genera una bossa més o menys, pagarà el mateix. El pagament anual que realitza li atorga el dret a que li recullin una quantitat virtualment il·limitada de residus i un cop pagat el cànon, aquest passa a ser un cost irrecuperable ja realitzat i per tant no afecta a les decisions futures.

La introducció d'aquest impost hauria de suposa un encariment general per al conjunt de les llars, però per a cada llar concreta, disminuir la taxa de generació de residus no li evita haver d'assumir l'increment del pagament anual i per tant l'efecte de reducció dels KRSUGH hauria de ser mínim.

Una relació exhaustiva de les regulacions relacionades amb la gestió de residus es pot trobar en la web de la Generalitat, en l'apartat Agència de Residus de Catalunya, Consultes i tràmits, Normativa, Normatives catalana, estatal i europea en matèria de residus.

Considerem però que no és necessari especificar-les ja que no es tracta de discutir l'efecte específic de les regulacions ja que els models no parlen en concret de aquesta mena de mecanismes reguladors de l'evolució dels impactes ambientals sinó de que un cop arribat a cert nivell de riquesa es desenvolupen mecanismes reguladors, que podrien ser augments de preu dels serveis o simplement el desenvolupament de una consciència ambiental. Les normatives serien doncs un exemple més del procés de conscienciació general de la societat.



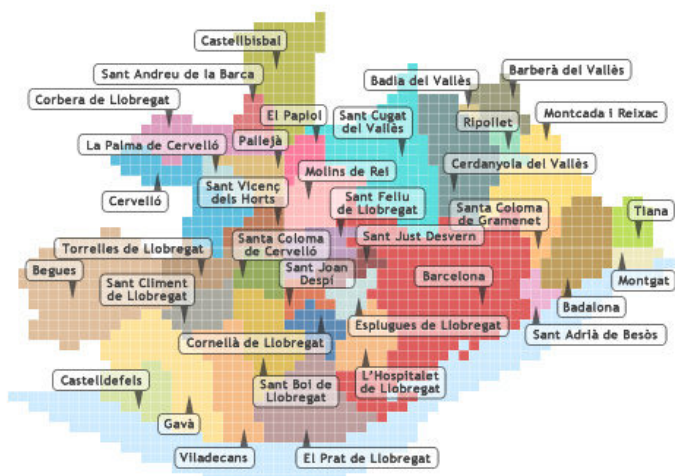
### 1.3 L'Àrea Metropolitana de Barcelona

Els sistemes socioeconòmics subjectes a estudi són els 33 municipis<sup>11</sup> dels quals hi ha dades disponibles sobre generació de residus dels 36 municipis constituents de l'entitat administrativa de l'Àrea Metropolitana de Barcelona que és l'autoritat responsable de la gestió dels residus en la regió des del 21 de juliol del 2011, d'acord amb les disposicions de la Llei 31/2010 aprovada al Parlament de Catalunya.

L'AMB substitueix les tres entitats metropolitanes vigents des de la seva constitució en 1987 i fins a la data de la seva formació (21/07/2011), a saber, la Mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, l'Entitat de Medi Ambient i l'Entitat Metropolitana del Transport. D'aquestes tres l'Entitat de Medi Ambient havia estat l'òrgan responsable en matèria de Residus Sòlid Urbans de la qual va assumir totes les funcions d'acord amb el Títol II art.14D de la Llei 31/2010.

Es tracta d'una regió costera del mediterrani occidental amb una superfície de 636 km<sup>2</sup> i més de 3,2·10<sup>6</sup> habitants<sup>12</sup>, per tant, densament poblada i fortament intensiva en termes d'indústria, comerç i activitats turístiques.

Constitueix un exemple representatiu d'una regió urbana europea desenvolupada que cobreix un vast ventall de condicions socioeconòmiques.



<sup>11</sup> Veure ANNEX I

<sup>12</sup> [www.amb.cat](http://www.amb.cat)

## **2 Objectius.**

L'objectiu d'aquest document és el de contrastar les prediccions que es deriven dels models de les teories esmentades amb dades de kilograms de residus generats per habitant i any (indicador de impacte ambiental) i de renda familiar disponible bruta (indicador de riquesa) dels municipis de l'AMB per tal de determinar quina de les dues resulta més versemblant, si bé no amb caràcter general, si en el marc de l'AMB i en la sèrie d'anys considerada.

Un cop acceptada una de les dues teories discutir si es pot considerar que efectivament es produeix un procés de conscienciació de la societat en vers la problemàtica derivada de la generació de residus mitjançant exemples tal com el de la implantació de les regulacions en matèria de gestió de residus per a disminuir el cabal de residus produït per persona tals com el cànon de residus.

## **3 Material i mètodes.**

Amb l'objectiu de contrastar els models de relació entre impacte ambiental i riquesa s'analitzen les distribucions de kilograms de residus generats per municipi i any per tal de classificar els municipis segons la intensitat de l'impacte potencial que produeixen per persona.

Per a fer-ho es determinen en primer lloc el número de grups de nivells de generació estadísticament identificables, es caracteritzen els grups mitjançant estimadors estadístics i s'identifiquen els municipis que pertanyen a cada grup.

Es classifiquen així mateix els municipis en nivells de RFDBH o classes analitzant en primer lloc les distribucions de renda familiar disponible bruta per habitant per tal de comprovar si hi ha aglomeracions estadísticament identificables de municipis de rendes aproximadament semblants, un cop agrupats els municipis s'obtenen els estadístics més rellevants de cada grup.

Tot seguit es creuen els resultats d'ambdues classificacions per tal de observar el grau de coincidència entre elles. I establir per tant el grau de correlació entre variables.

Finalment s'estudia l'evolució dels nivells de generació de les diferents classes amb la renda familiar disponible bruta per tal de comparar-la amb les prediccions d'ambdues teories (la optimista i la pessimista).

## 4 Resultats.

### 4.1 Determinació del número de nivells de generació de residus.

Es poden considerar entre 2 i 3 grups de municipis ben diferenciats pel que als seus nivells de generació de residus respecta. Si considerem 2 grups de generadors tipus amb puntuacions relatives de KRSUGH ben diferenciades d'acord amb el procediment de classificació obtenim que els municipis del primer grup (nivell de generació baix) presentarien un nivell de generació al voltant dels 474,85kg de RSU generats per habitant amb una desviació estàndard de 26,40KRSUGH (en promig interanual) i el composarien  $26 \pm 2$  municipis.<sup>13</sup>

Els del segon grup (nivell de generació alt) per la seva part generarien uns 668,46KRSUGH (en promig interanual) amb una desviació estàndard de 69,80KRSUGH i estaria compost per uns  $6 \pm 2$  municipis. La variabilitat en el número de municipis de cada grup es deguda a canvis de grup dels municipis.<sup>38</sup>

La diferència entre els dos grups seria d'uns 194kg per persona en un any xifra gens menyspreable ja que suposa un increment del 40% en els nivells de generació del segon grup respecte del primer, aproximadament 0,5kg de RSU extra al dia.

Tot i que el procediment de classificació només és estrictament vàlid per a tots els anys si es consideren únicament 2 grups de municipis val la pena considerar les classificacions en 3 grups de municipis principalment per dues raons. La primera perquè la classificació en 3 grups és vàlida per al 58 % dels anys<sup>38</sup>, valor suficientment raonable, i la segona perquè paga la pena estudiar la correlació entre els valors de dispersió de les distribucions de renda dels municipis i del número de grups de municipis amb nivells de generació de RSU ben diferenciats.

Així, si considerem que no només hi ha tres grups si no que a més a més els podem distingir els uns dels altres mitjançant el procediment, a les hores observariem que, el grup de municipis de nivell més baix de generació, produiria un promig interanual de 441,11kg de residus per persona i any amb una desviació estàndard de 39,47kg. Aquest grup el composarien un promig de  $17 \pm 3$  municipis.<sup>38</sup>

El segon grup, en ordre creixen de nivell de generació de residus per habitant, produiria residus a una taxa promig interanual de 553,27kg (desv.est. = 40,45kg) i hi trobaríem uns  $13 \pm 2$  municipis.<sup>38</sup>

I finalment, el grup 3, el de nivell de generació més elevat, el composarien uns  $2 \pm 1$  municipis amb un promig interanual de kilograms de residus generats de 765,06kg (desv.est. 75,35kg).<sup>38</sup>

Això significa que els grups de nivell de generació 2 i 3 estarien produint 112 i 324kg de RSU per habitant més que el primer, aproximadament un 25 i un 73% extra respectivament o el que és el mateix uns 0,3 i 0,9kg de RSU per persona i dia més.

Cal recordar que el procediment és estrictament vàlid per als anys, 2002, 2005, 2006, 2007, 2008 i 2009, mentre que no ho seria per als anys 2001, 2003, 2004, 2010 i 2011 ja que en aquests anys el grup 3 el constitueix un únic cas i tampoc no ho seria per a l'any 2000 donat que la distribució en aquest any es de tipus normal.

---

<sup>13</sup> Veure l'Annex III

Per a la classificació en 4 grups de generadors tipus, els anys en que trobaríem un nivell de confiança prou alt com per a considerar aquests 4 grups serien el 2005, 2007 i 2008 (també es possible aplicar aquesta classificació a l'any 2000 però la distribució es de tipus normal i per tant de fet no podríem distingir el cas en que tots els municipis composessin un únic tipus de generador i les posicions relatives al voltant del valor esperat (promig) fossin un fenomen aleatori del cas en que efectivament constituïssin grups diferenciats per nivell de generació de residus.). Amb tot si considerem la possibilitat de classificar els municipis en 4 nivells de generació obtenim els resultats següents:

El grup 1 el composarien uns  $14 \pm 3$  municipis generant uns 431,83kg de residus a l'any amb una desviació estàndard de 43,98.<sup>14</sup>

Del grup 2 en formarien part  $13 \pm 1$  municipis amb un nivell de generació de residus anual d'aproximadament 525,06kg / any (desviació estàndard = 42,33)<sup>39</sup>

El grup 3 serien  $4 \pm 2$  municipis produint 634,99kg de residus anuals (desviació estàndard = 63,48).<sup>39</sup>

I el darrer grup (grup 4) el constituïrien  $2 \pm 1$  municipis produint 787,98kg (s = 70,45).<sup>39</sup>

Això suposarien 93, 203 i 356kg de RSU més generats a l'any pels grups 2, 3 i 4 més que el nivell de generació més baix, increments del 22, 47 i 82% aproximadament i que representarien 0,3, 0,6 i 1kg extra al dia, resultats que sens dubte evidencien que hi ha grans diferències entre grups de municipis de l'AMB pel que fa a nivells de generació de RSU per habitant.

#### **4.2 Classificació dels municipis de l'AMB per nivells de generació de RSU per habitant.**

Una altra de les virtuts d'aquest procediment és que ens permet classificar els municipis segons els seus nivells de generació de residus per habitant en grups de nivell de generació, cal però parar atenció als canvis de grup. Val a dir que la classificació per nivells de generació aquí emprada no es una classificació amb límits entre grups absoluts si no que es una classificació fonamentada en les posicions relatives dels municipis per a cada l'any, es a dir, si un municipi es troba en el grup alt de generació això significa que en aquest any el municipi es troba en la part alta de la taula. Per tant un canvi de grup no vol dir necessàriament un increment o decrement de la quantitat de residus generada si no que la posició relativa a variat.

Aquí un municipi pertany a un grup en funció del percentatge d'anys de la sèrie en que es troba per sobre o per sota de la resta de municipis i en base als 2 mètodes de classificació (2 Grups = {ALT; BAIX}; 3 Grups = {ALT, MITJÀ, BAIX}).

Així si considerem la classificació en 2 grups {ALT, BAIX}

Un cop realitzada la classificació en 2 grups segons nivell de generació de residus per habitant, observem que només 4 municipis romanen més del 50% dels anys en el grup superior, aquests son Santa Coloma de Cervelló, Begues, Sant Cugat i Castelldefels. El percentatge d'anys que trobem aquests municipis en el grup de nivell de generació alt és en promig del 82% amb una desviació estàndard de només el 0,15.

---

<sup>14</sup> Veure taules de l'Annex III.

Tota la resta de municipis ( en ordre decreixen de % d'anys en el grup 1: Badalona, Badia, Barberà del Vallès, Cerdanyola del Vallès, Cornellà del Llobregat, Esplugues de Llobregat, Hospitalet de Llobregat, Molins de rei, Montcada i Reixac, Prat de Llobregat, Ripollet, Sant Adrià de Besos, Sant Andreu de la barca, Sant Boi, sant Climent, sant Feliu del Llobregat, sant Joan Despí, santa Coloma de Gramanet, Viladecans, Barcelona, Gavà, Montgat, Sant Just Desvern, Sant Vicenç dels Horts, Torrelles, el Papiol, Pallejà, Tiana i Castellbisbal) pertanyerien al nivell de generació de residus per habitant baix i aquests romandrien en aquest grup de nivell de generació un promig del 92% dels anys (des.vest. 0,13). Val a dir, que els municipis de el Papiol, Pallejà, Tiana i Castellbisbal (en ordre creixent) canvien un nombre molt significatiu de vegades de grup, apareixent en promig el 36% dels any en el nivell de generació alt.

Si realitzem la classificació en 3 grups per nivells de generació per habitant (que recordem-ho només seria valida per als anys 2002, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 de la sèrie 2000 – 2011) a les hores obtindríem que els municipis de Sant Cugat del Vallès i Begues romandrien en el grup de nivell de generació més elevat, amb un temps promig de residència en el grup 3 del 59% dels anys. La resta dels anys apareixerien en el nivell de generació Mitjà. Com a grup presenten els següents resultats en els estadístics fonamentals:

Any =		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
generació de	Casos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Mitjana	659,74	569,87	616,32	710,05	809,79	799,17	696,53	737,74	708,18	804,26	675,47	603,94
	Error stnd	12,33	15,73	98,00	110,21	101,43	21,47	103,61	56,09	12,23	57,96	73,74	125,13
	Des vest	17,44	22,24	138,59	155,86	143,44	30,37	146,53	79,32	17,29	81,97	104,29	176,96
	Normalitat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Les probes de normalitat no es poden realitzar degut al fet que el grup el constitueixen únicament dos municipis, i val a destacar els valor de les desviacions estàndard summament elevats.

Santa Coloma de Cervelló i Castelldefels pesarien del grup de generació alt al mig i Tiana, Sant Just Desvern, Pallejà, Sant Vicenç dels Horts, Papiol, Barcelona, Castellbisbal i Gavà passarien del baix al mitjà. els municipis d'aquest grup hi romandrien el 86% dels anys. els principals estadístics per a aquest grup són:

Any =		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nivell de generació de residus MITJA	Casos	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Mitjana	518,74	576,77	602,48	596,36	602,58	601,13	582,70	587,17	534,43	564,05	548,18	526,98
	Error stnd	37,73	29,73	27,93	15,73	19,57	16,78	16,70	31,01	17,18	10,21	9,52	12,72
	Des vest	119,33	94,03	88,33	49,76	61,88	53,06	52,81	98,07	54,32	32,29	30,12	40,23
	Norm. (KS)	,200	,139	,012	,200	,200	,200	,200	,001	,200	,098	,200	,200
	Sig.												

Les probes de normalitat indiquen que no es pot descartar la normalitat de les distribucions per a qualsevol dels anys de la sèrie excepte 2002 i 2007.

El grup de municipis de nivell de generació baix el constituïrien Cornellà, l'Hospitalet del Llobregat, Ripollet, Santa Coloma de Gramenet, Sant Andreu, Sant Feliu del Llobregat,

Sant Joan Despí, Esplugues de Llobregat, Badia, Molins de Rei, Badalona, Barberà, Sant Boi, Montcada i Reixac, Torrelles, Prat de Llobregat, Viladecans, Sant Adrià de Besòs, Sant Climent, Cerdanyola i Montgat. Aquests hi serien el 86% dels anys en aquest grup. els estadístics més important per a aquest grup es troben a la taula seguen:

Any =		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nivell de generació de residus BAIX	Casos	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Mitjana	450,24	456,95	475,80	460,50	487,75	472,72	474,93	467,94	460,19	448,01	445,75	433,03
	Error stnd	14,72	10,34	10,26	8,61	24,64	8,00	9,51	8,57	9,45	7,01	7,29	6,86
	Des vest	67,45	47,40	47,02	39,47	50,10	36,66	43,59	39,27	43,28	31,35	32,61	30,66
	Norm (KS) Sig.	,066	,030	,200	,200	,137	,200	,120	,200	,042	,138	,200	,200

Cal destacar els any 2001 i 2008 per als quals els valors de significança de les probes KS de normalitat son relativament baixos, inferiors al 0,05, es a dir, per a aquests dos anys podríem descartar la normalitat de les distribucions amb un 95% de confiança o més.

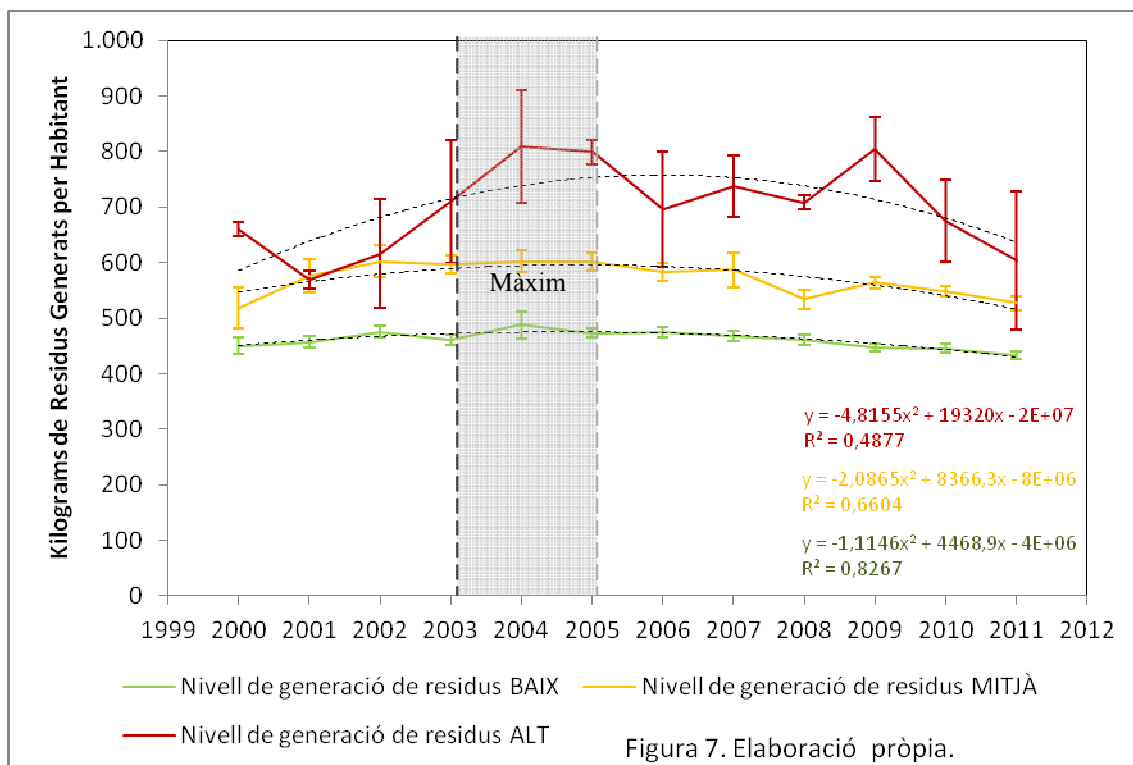
Parem atenció ara als canvis de grup, en primer lloc als dels municipis del grup 1 (nivell de generació baix). els municipis Cornellà, l'Hospitalet del Llobregat, Ripollet, Santa Coloma de Gramenet, Sant Andreu, Sant Feliu del Llobregat, Sant Joan Despí, Esplugues de Llobregat no canvien mai de grup si no que romanen sempre en el nivell baix de generació. els municipis de Badia, Molins de Rei, Badalona, Barberà, Sant Boi, Montcada i Reixac, Torrelles, Prat de Llobregat, Viladecans, Sant Adrià de Besòs, Sant Climent tot hi romandre la major part del temps en el nivell baix apareixen 1, 2, 3 i fins a 4 anys en el nivell Mig de generació de residus per habitant i finalment els municipis de Cerdanyola del Vallès i Montgat els podem arribar a trobar fins al 45% dels anys de la serie en el grup de nivell de generació Mig.

Pel que fa als municipis del grup 2 (nivell de generació mig) només Castelldefels canvia un nombre significatiu de vegades de grup per a aparèixer en el grup 3 (nivell Alt).

I els municipis del grup 3, que son Sant Cugat i Begues, romanen el 55% i el 64% dels anys en aquest grup respectivament i quan canvien de grup només baixen com a màxim un nivell, de ALT a MITJÀ.

La majoria dels canvis de grup es produeixen entre els anys 2004 a 2008.

En la gràfica següent podem veure l'evolució temporal dels promitjos de residus generats per habitant per a cadascun dels tres grups:



En la gràfica queda palès, tal i com hem exposat ja, que difícilment es podrien distingir els grups de nivells de generació alt i mitjà per als anys 2001, 2002, 2003, 2006 i 2011 (caldrà afegir a més a més els anys 2004 i 2010) donat principalment als elevats valors de dispersió de les distribucions dels municipis del nivell alt de generació de residus.

Pel que fa a l'evolució històrica per a cadascun dels grups de nivell de generació, es pot observar que les corbes segueixen un patró ben determinat y que ajusten amb valors d' $R^2$  molt bons a paràboles amb màxims entre el 2004 i el 2006. Es a dir, els nivell de generació de residus augmenten durant aproximadament la meitat de la sèrie històrica fins a assolir un màxim al voltant de 2004 o 2005 i disminueixen a partir d'aleshores.

Més concretament, per al cas del grup de nivells alts RSU, el valor màxim de generació tindria lloc en el 2006, si la taxa de creixement dels residus segueix la funció  $\Delta KRSUGH = 9,631ANY + 19320$  i, per tant, el % de creixement acumulat seria del 7'6% aproximadament (o del 4,8% en base a els dades). Aquest punt màxim també podria estar en el 2004, any a partir del qual els creixements de residus són en general negatius (19,6% de creixement acumulat). Aquest grup presenta el valor de correlació més baix dels 3, tot i això no podem descartar que no estiguin seguint aquesta tendència ja que es troba dintre dels límits dels intervals de confiança.

Els grups de nivell de generació baix i mitjà segueixen el mateix patró amb una tendència molt més definida, amb nivells de generació màxims assolits en 2004 clarament en ambdós casos, amb taxes de creixement molt més modestes d'aproximadament el  $\pm 0,5$  i  $\pm 0,8\%$  anual.

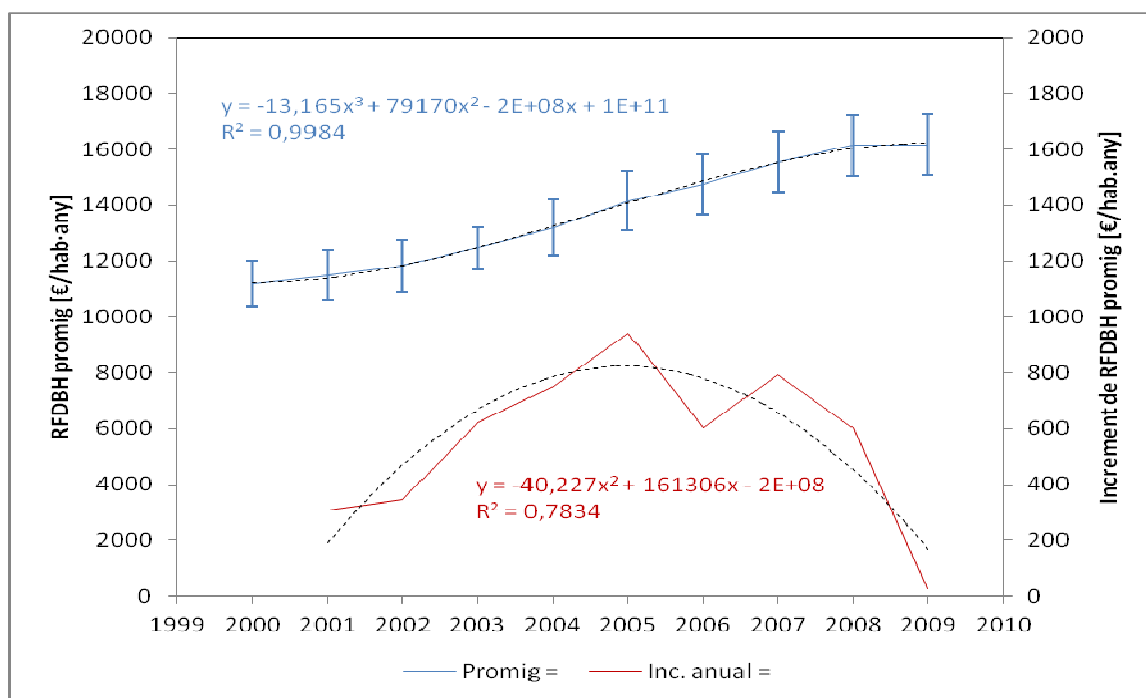
### 4.3 Anàlisi estadístic descriptiu de les distribucions de RFDBH.<sup>15</sup>

Els valors promig de renda es troben entre els 11183€ anuals per habitant de 2000 i els 16174€/hab·any de 2009. Aquests valors es troben molt a prop de la mitjana de la unió europea en tots els anys, no en va és una regió relativament rica i industrialitzada, com o demostra el fet de que hi trobem el segon port en volum de transit de mercaderies de la

<sup>15</sup> Els valors estadístics es troben compendiats en taules i gràfics a l'annex IV.

mediterrània, el segon aeroport més transitat de la península ibèrica, una xarxa de transport de rodalies densa o el tren d'alta velocitat entre d'altres infraestructures de comunicacions i industrials.

El valor promig es sempre creixent, tot i que la taxa de creixement segueix més a viat una funció polinòmica de segon grau, amb un màxim entre el 2004 i 2005, es a dir, la taxa de creixement és sempre positiva tot i que creix entre el 2000 i el 2004 i decreix entre 2005 i 2009, el que significa que la renda creix entre els anys 2000 i 2004 i s'estanca a partir d'aquest valor presentant creixement cada cop més petits i eventualment 0 en arribar al final de la sèrie.



RFDBH promig [€/hab.any]										
Any =	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Promig =	11183	11490	11837	12460	13210	14150	14753	15545	16148	16174
Desviació típ. =	2246	2491	2630	2162	2812	2977	3043	3040	3114	3107
Error típ. =	804	891	941	774	1006	1065	1089	1070	1096	1094
n =	30	30	30	30	30	30	30	31	31	31
Inc. anual =		307	347	623	750	940	603	792	603	26
% d'inc. anual =		2,7	3,0	5,3	6,0	7,1	4,3	5,4	3,9	0,2

Pel que fa al rang, el rang màxim en un any és de 12400€ (2009) i el rang per a tot el conjunt de la sèrie arriba als 16800€ anuals de diferència entre el màxim (Màx<sub>2009</sub> = 24500€) i el mínim (Mín<sub>2001</sub> = 7700€), el que vol dir que el màxim és només unes 3 vegades més gran que no pas el mínim, aquests valors de rang ens indiquen que en general les diferències entre grups de renda no poden ser gaire grans, sinó que es tracta d'una regió amb nivells d'equitat considerables.

Tot hi això, les distribucions no són normals sinó que mostren indicis de poder ser considerades com a solapaments de distribucions normals i per tant els municipis es poden classificar en grups de RFDBH mitjançant el mateix procediment emprat per a classificar-los en base als KRSUGH.



#### **4.4 Classificació dels municipis de l'AMB en nivells de RFDBH.**

Aplicant el mateix procediment de classificació emprat amb la variable de KRSUGH per a classificar els municipis segons RFDBH observem que es poden definir fins a 5 grups de municipis amb rendes ben diferenciades. Tot i això només ens interessen les classificacions en 2 i 3 grups de renda per tal de poder comparar-les amb els resultats de classificació per nivells de generació de residus.

En classificar els municipis en 2 grups obtenim que el primer té una RFDBH promig interanual de 12642€ per persona i any ( $s = 1840\text{€}$ ) i el constitueixen  $24,5 \pm 0,3$  municipis que són: Badia del Vallès, Molins de Rei, Montgat, Badalona, Barberà, Cerdanyola del Vallès, Cornellà, Esplugues de Llobregat, Hospitalet de Llobregat, Montcada i Reixach, Prat de Llobregat, Ripollet, Santa Coloma de Gramanet, Sant Adrià de Besòs, Sant Andreu de la Barca, Sant Boi, Sant Feliu de Sant Joan Despí, Viladecans, Castellbisbal, Gavà, Sant Vicenç dels Horts, Castelldefels, Santa Coloma de Cervelló, Pallejà i Torrelles.

El segon té una renda, en promig interanual de 18815€ per persona i any ( $s = 2703\text{€}$ ) i en formen part  $5,2 \pm 0,1$  municipis que són Sant Just Desvern, Tiana, Sant Cugat del Vallès i Begues.

En classificar els municipis en 3 grups de renda obtenim, que el primer grup, el de renda baixa, té una RFDBH promig interanual de 11475€/hab ( $\sigma = 668\text{€/hab.}$ ), el segon, el de renda mitjana, de 14082€/hab. ( $\sigma = 832\text{€/hab.}$ ) i el tercer, renda alta, 19343€/hab. ( $\sigma = 1101\text{€/hab.}$ ).

Els grups els constituïrien 13, 14 i 4 municipis respectivament, sempre els mateixos per a tots els anys, ja que les posicions relatives dels municipis romanen constants al llarg de tota la sèrie històrica només Barberà (40% dels anys en rendes baixes i 60% mitjanes) i Montcada i Reixach (70% baixes i 30% mitjanes) canvien un nombre significatiu de vegades.

Begues, Sant Cugat del Vallès, Sant Just Desvern i Tiana encapçalarien el rànquing de renda. En el nivell de renda baix hi trobem Badalona, Badia del Vallès, Cornellà, el Prat de Llobregat, l'Hospitalet, Montcada i Reixach, Ripollet, Santa Coloma de Gramanet, Sant Adrià de Besòs, Sant Andreu de la Barca, Sant Boi, Sant Vicenç i Viladecans. Mentre que la resta, Barberà, Barcelona, Castellbisbal, Castelldefels, Cerdanyola, Esplugues, Gavà, Molins, Montgat, Pallejà, Santa Coloma de Cervelló, Sant Feliu de Llobregat, Sant Joan Despí i Torrelles tenen nivells de renda mitjans.

#### **4.5 Els kilograms de RSU generats per habitant i la renda familiar disponible bruta. Creuant les dades.**

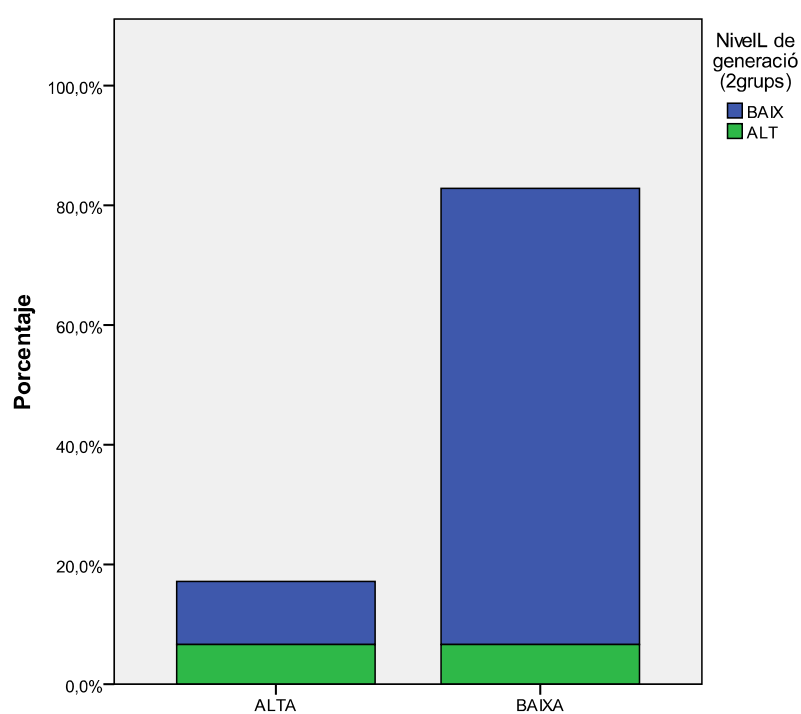
Si comparem els resultats de la classificació en 2 grups de municipis en base a les dues variables considerades (KRSUGH i RFDBH) observem que en el 88,41% dels casos si un municipi presenta una RFDBH baixa o alta, aleshores presenta un nivell de generació de residus igualment baix o alt respectivament.

Es a dir, en el conjunt dels anys de la sèrie, un municipi ha presentat una renda baixa o alta, també ha mostrat un nivell igualment baix o alt en el 88,41% dels casos. Aquest resultat mostra que les dues variables estan fortament relacionades ja que es tracta d'un valor molt major al del valor esperat si les coincidències foren degudes a un fenomen aleatori.

Per tant no es pot descartar la hipòtesi de que la riquesa (mesurada en RFDBH) i els nivell de generació d'impactes ambientals (en aquest cas potencials, mesurats en KRSUGH) es troben íntimament relacionats. I per tant acceptem la premissa en la que es basen tots dos models, tan la corba ambiental de Kuznets com la opositora.

Per altra banda, ja havíem introduït que hi ha consens respecte de la intensitat de la mateixa, al contrari que sobre la forma d'aquesta relació. D'acord amb les prediccions optimistes, donat que ens trobem en un entorn socioeconòmic desenvolupat, amb infraestructures industrials i de comunicació i amb nivells d'equitat i riquesa disponible raonablement bons, esperariem trobar que el percentatge de vegades que els municipis presentin nivells alts de generació de RSU decreixi amb els increments de renda.

Ans al contrari, en el conjunt de la sèrie, quan un municipi té una renda alta, presenta, el 46,15% de les vegades, un nivell de generació alt i un altre 53,85% un nivell de generació baix, mentre que els municipis de renda baixa, presenten un nivell de generació baix el 87,65% de les vegades ( $P(NG_{ALT}|RFDBH_{BAIXA}) = 12,35\%$ ).



nivell de renda (2 g) Figura 10. Elaboració pròpia

Això significa que en general els municipis de renda baixa rarament presenten nivells de generació alt, és evident que disposen de molt poc marge per a incrementar la generació de residus ja que, probablement consumeixen tota la seva renda per a assolir els nivells de consum dels quals resulten els nivells de generació de residus.

Els municipis de renda alta per altra banda es troben equitativament repartits entre les vegades que generen nivells alts i baixos de residus i per tant la probabilitat de que presentin nivells de generació elevats és major que no pas la dels municipis de rendes menors. De fet la renda alta sembla poder donar com a resultat tant un nivell de generació igualment alt com baix.

En termes crematístics amb més renda el consum de matèria pot arribar a ser més alt, el nivell de generació de residu potencial és més alt, i per tant el nivell de residus *de facto* pot arribar a ser més alt, encara que a vegades (el 53,85% de les vegades) no ho sigui. A jutjar per les dades, les rendes més elevades no estan optant per la incorporació de innovacions en eficiència (millores tecnològiques, substitució del consum de bens

materials, per d'altres bens i/o serveis menys intensius en matèria sòlida) o no ho fan amb la mateixa intensitat amb que incrementen el consum i generació de residus.

Des del pla teòric, en el procés de desenvolupament i implementació de tecnologies més eficients en termes d'intensitat material i de substitució de bens per a la maximització de la utilitat, els primers en estar en disposició d'incorporar les millores en eficiència son aquells que disposen de més renda.

Si la economia es desmaterialitzès, substituït bens materials per serveis i altra mena de bens menys intensius en matèria, segons prediu el model de la corba ambiental de Kuznets, hauríem d'observar que aquells que disposen de rendes més altes, per estar en millor posició per a escollir, serien els primers en dur a la pràctica la substitució i estarien escollint amb major freqüència nivells de generació més baixos.

Es a dir, si disposen de cert capital que poden consumir en generar un extra de residu suficient com per a donar lloc a nivells de generació alts, també en disposarien per a millorar en eficiència i inclús disminuir el seu nivell de residus o com a mínim estarien en una millor posició per a fer-ho que les rendes més baixes i per tant si s'estigués donant aquest procés de desenvolupament ells serien els primers en incorporar la millora.

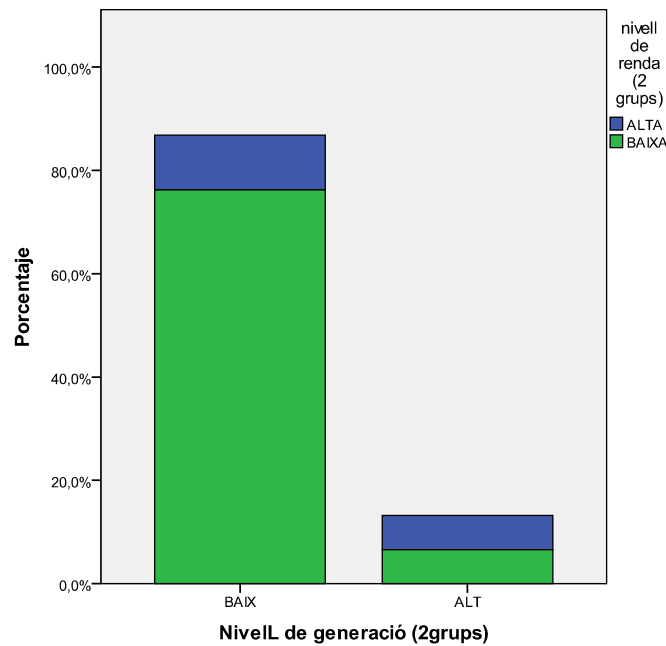
Si accepten això, la conducta dels municipis de nivell de renda alta ens hauria de servir d'indicador avançat dels nivells de generació esperables si se segueix el seu model de creixement. a les hores, si les rendes altes assenyalen la tendència en les pautes de consum en cas de seguir la seva senda de creixement i per tant dels nivells de generació de RSU aleshores aquesta tendència serà necessàriament creixent.

D'acord amb les dades, sembla ser que si bé es possible que efectivament s'estigui duent a terme un procés de millora en termes d'eficiència, aquest no compensa els increments del consum associats a una renda major, en tot cas, la part de la renda que queda alliberada en virtut de millores en l'eficiència s'acaba destinant a augmentar el consum de bens (efecte rebot) materials conducta que sembla tenir més incentius per a les rendes més elevades que no pas la de disminuir la seva intensitat d'ús de bens materials.

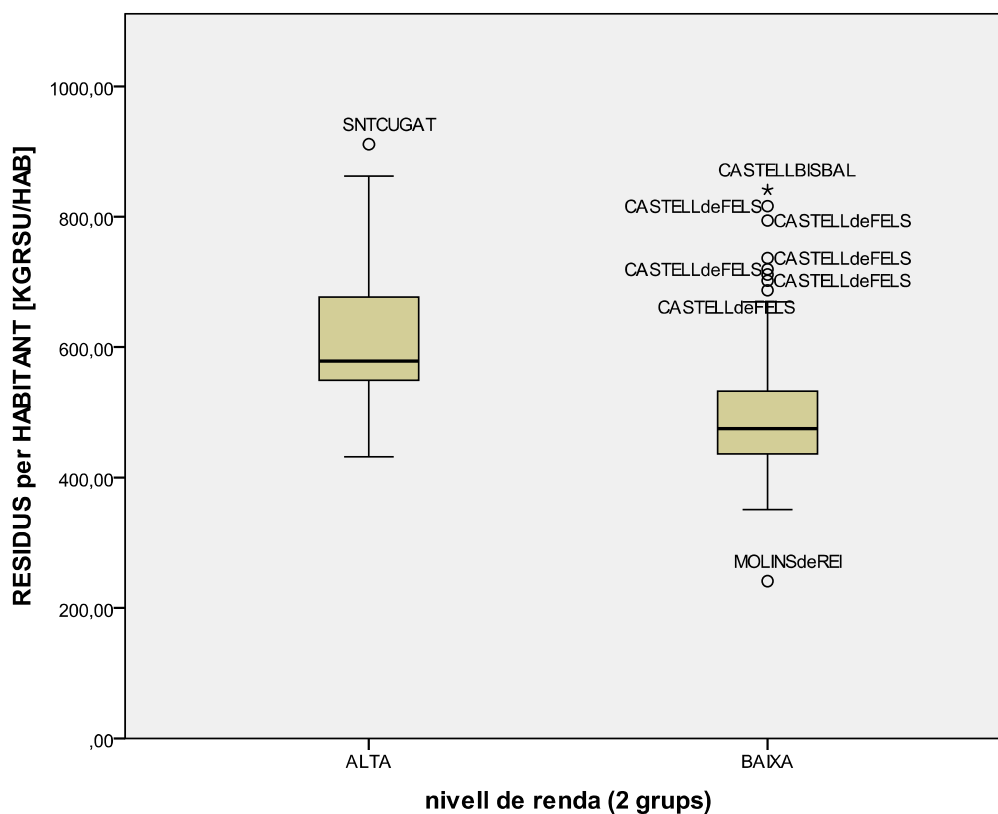
Per contra les rendes més baixes tenen més incentius per a generar nivells de residu més baixos ja que disposen de un marge més petit per a reposar els bens que es degraden i passen a residu, de manera que una forma d'incrementar-ne la utilitat és a través de maximitzar-ne l'ús (temps de residència) i minimitzant els consum.

Si mirem els resultats a la inversa, en el 44,44% de les ocasions en que un municipi te un nivell de generació alt, te un nivell de renda també alt. I en el 55,56% de les ocasions te renda baixa. Aquesta aparent paritat és deguda a que el nombre de municipis de renda baixa és uns 5 vegades més gran que no pas el de renda alta, així el petit percentatge de vegades en que algun municipi de renda baixa presenta nivell de generació alt representa un percentatge molt alt de les vegades que s'ha produït un nivell de generació alt en un any.

Els nivell de generació baixos apareixen juntament amb nivells de renda baixos en el 88,71% de les ocasions i només en el 11,29% amb nivells de renda alta.



Un diagrama de caixes dels KRGH dels dos nivells de renda, ens ajuda a copsar amb major nitidesa la informació.



És clar que els nivells de generació de residus són significativament diferents per als dos nivells de renda.<sup>16</sup> Les rendes baixes, tenen un nivell de generació promig de 493,41kilograms de RSU per persona i any ( $s = 110,2\text{kgRSU/hab.any}$ ) mentre que els de renda alta en generen 613, 37kg ( $s = 15,28\text{kg/hab.any}$ ).

Aquests valor no difereixen gaire del dels resultants de classificar els municipis directament en funció dels seus nivells de generació en 2 grups (recordem que el promig

<sup>16</sup> Annex IV: Descriptius de KRGH. Classificació en 2 grups de RFDHB.

del grup de generació de RSU baixa és de 474,85k/hab.any [s = 26,40kg/hab.any] i el d'alta 668,46kg/hab.any [s = 69,80kg/hab.any] .

Es a dir, obtenim els mateixos resultats de nivell de generació dels grups resultants de la classificació de KRSUGH i RFDBH, o dit d'una altra manera, aquestes dues variables estan relacionades més enllà del que seria esperable si les coincidències foren degudes a fenòmens estocàstics.

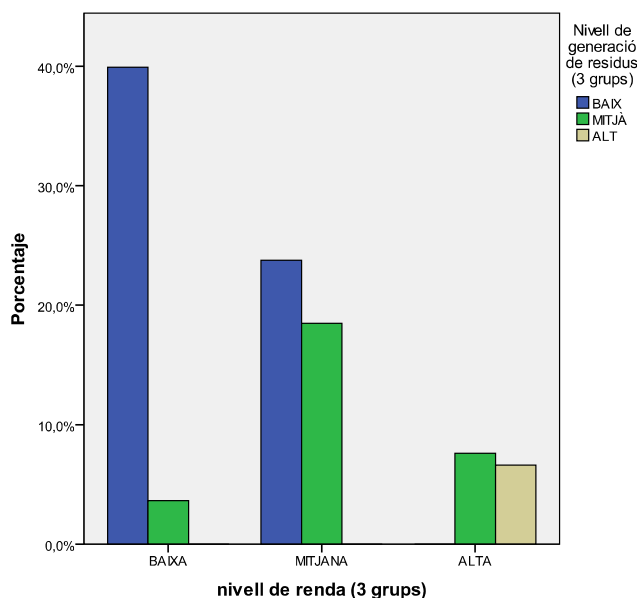
No podem deixar de notar, que el municipi de Castelldefels, presenta nivells de generació molt més alts (més de dues desviacions estàndard per sobre de la mitjana) que els de la resta del seu grup degut a que es troba just en el marge entre grups de renda.

Analitzem ara els resultats de les classificacions en tres grups per nivell de renda familiar disponible i nivell de generació de residus.

Els municipis de renda baixa tenen en promig una probabilitat del 74,3% de presentar nivells baixos de generació de residus, un 25,0% de que siguin mitjans i un 0,8% de que siguin alts. Es a dir, gairebé sempre presenten nivells de generació baixos, algunes vegades mitjans i gairebé mai alts.

En l'altre extrem els municipis de renda alta només en el 9,5% de les ocasions presenten nivells de generació baixos. Amb molta més freqüència els seus nivells de generació de RSU son mitjans (60%) o alts (30%).

Els de renda mitjana un 73,1% de probabilitat de nivell baix de generació, un 27,1% de mitjà i un 0,8% d'alt.<sup>17</sup>

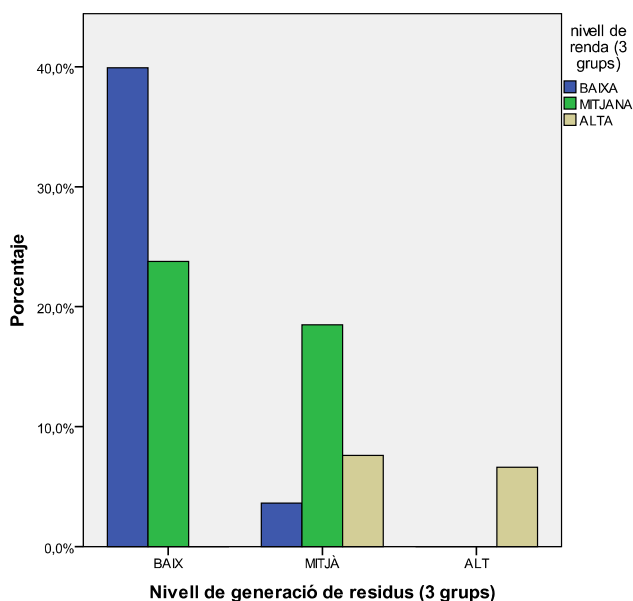


En incrementar el número de nivells de renda, podem observar amb més detall com es reparteixen els nivells de generació entre aquests. El patró és, com és natural, el mateix que en fer la classificació en 2 grups, però les diferències entre els dos extrems de renda són molt més acusades. Els municipis amb rendes baixes gairebé només mostren nivells de generació baixos, els de rendes altes, nivells de generació mitjans o alts.

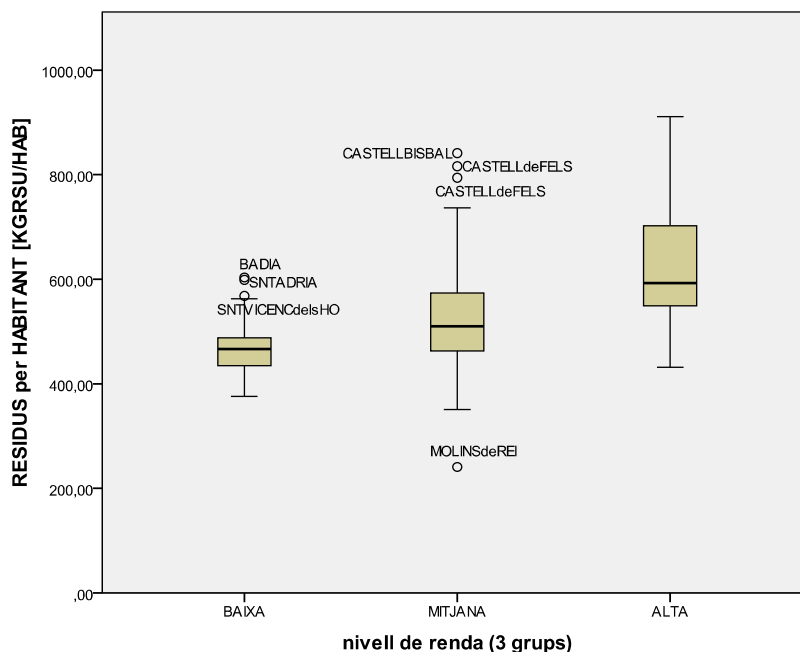
<sup>17</sup> Annex IV:

De fet els municipis de rendes altes són els únics que presenten nivells de generació alts, doncs els municipis de renda mitjana en només generen RSU en nivells mitjans o baixos.

Podem observar en la gràfica seguen que el nivell de generació baix està íntegrament constituït per municipis que mostren nivells de renda baixos i en menor mesura mitjans, en els nivells de generació mitjans hi predominen els municipis de renda mitjana tot i que en aquest nivell de generació també hi podem trobar algunes vegades municipis de nivells de renda alts o baixos. de quantitats més altes de residus només les generen els municipis de renda més alta.



Un diagrama de caixes ens pot ajudar a interpretar amb més claredat els resultats.

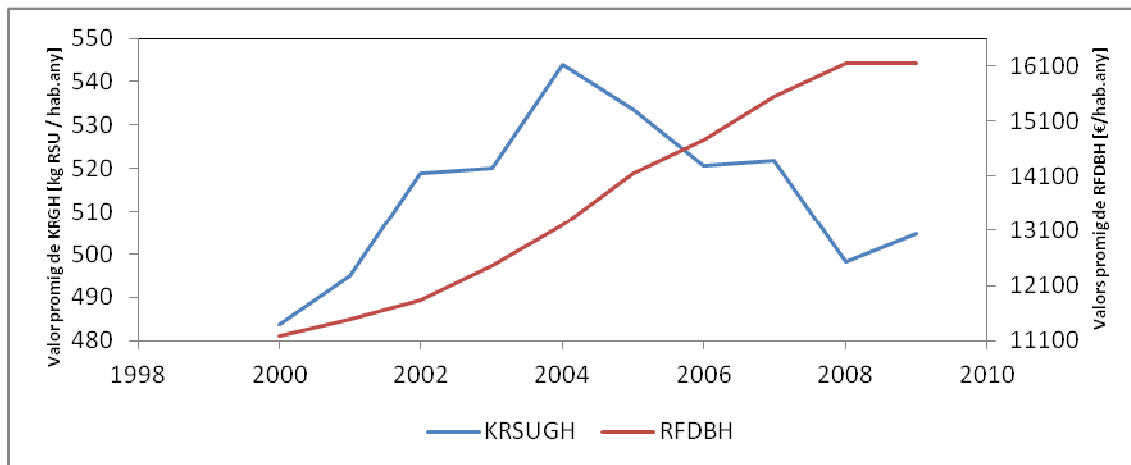


En primer lloc els nivells promitjos de generació de residus dels tres grups de renda familiar disponible son clarament diferents entre si, i en segon, són creixents amb la renda, és a dir, el nivell de generació de residus promig del grup de renda alta (624,74kg/hab.any; s =116,69 kg/hab.any) és major al de renda mitjana

(525,25kg/hab.any; s = 94,62kg/hab.any) i aquest al seu torn major que el de renda baixa (467,25kg/hab.any; 43,67kg/hab.any)<sup>18</sup>.

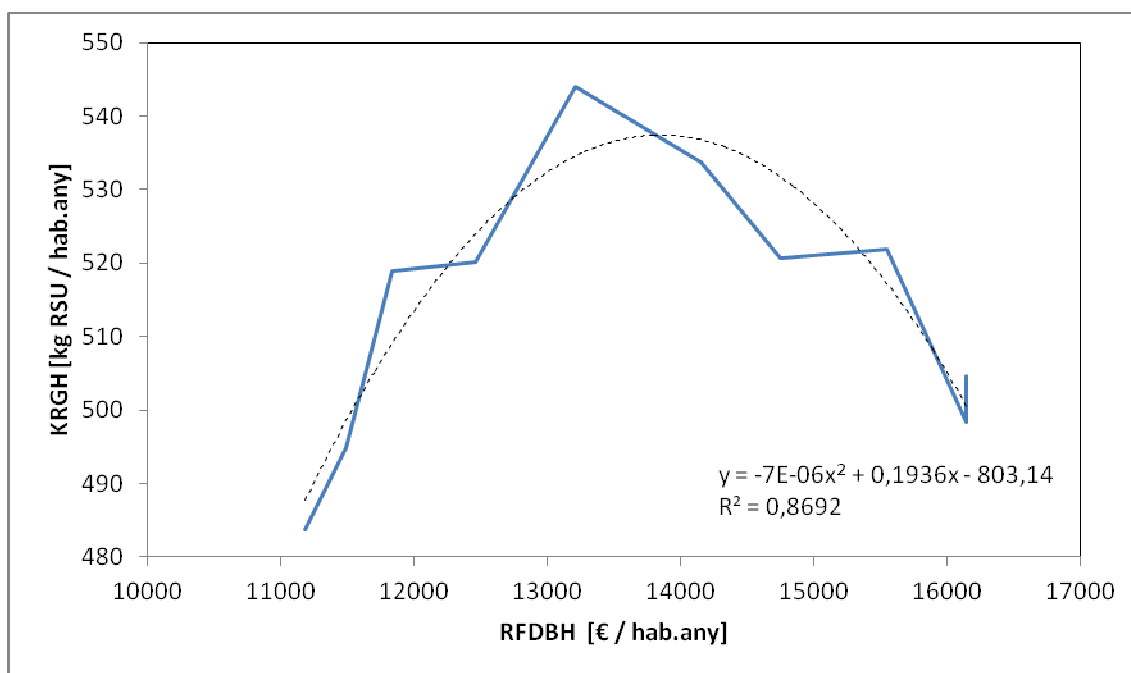
#### 4.6 Evolució dels nivells de generació de residus dels 3 grups de RFDBH.

En el gràfic següent, hi trobem l'evolució dels valor de generació de RSU per habitant. Aquests segueixen una tendència molt clara, creixen entre el 2000 i el 2004 i decreixen entre el 2004 i el 2009. En el mateix gràfic hi trobem les RFDBH promig que mostren valors de creixement positius per a tots els anys excepte el 2008-2009, en que baixen lleugerament.



Donat que el creixement de les RFDBH és positiu al llarg de gairebé tot el període, aparentment, és compleixen les condicions necessàries per a comprovar les prediccions del model de la corba ambiental de Kuznets.

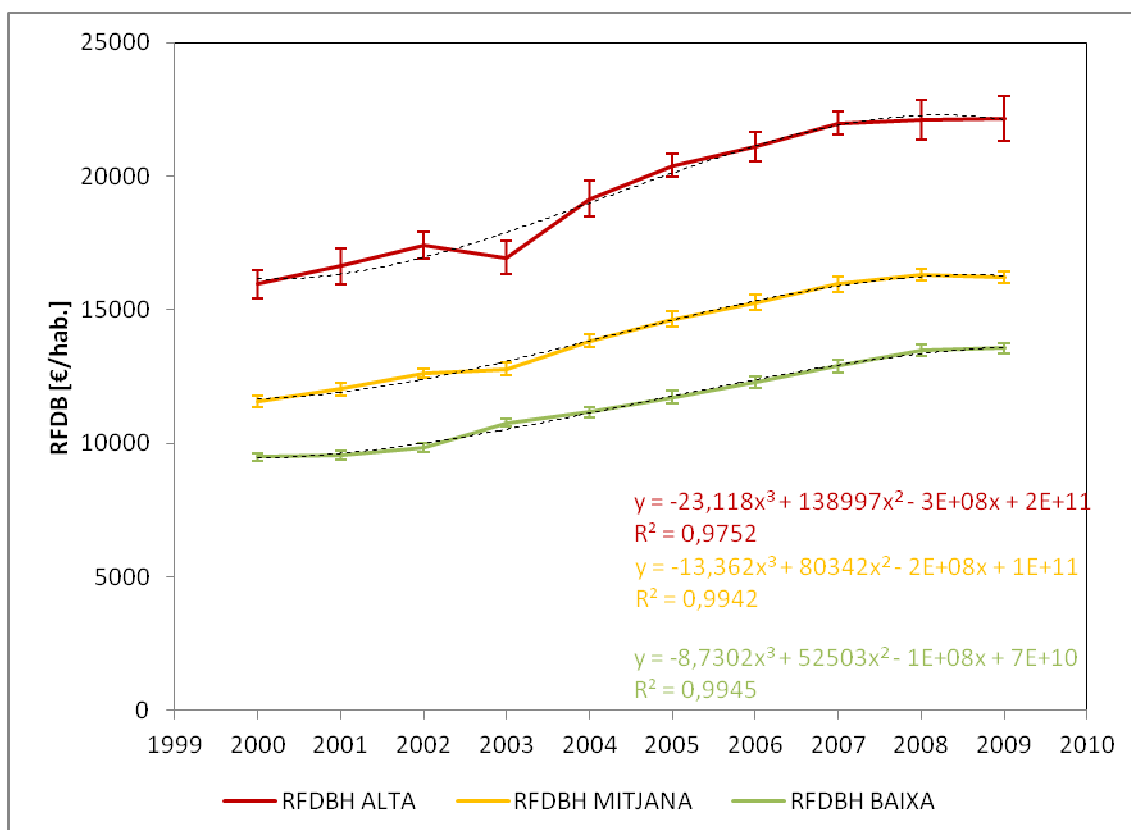
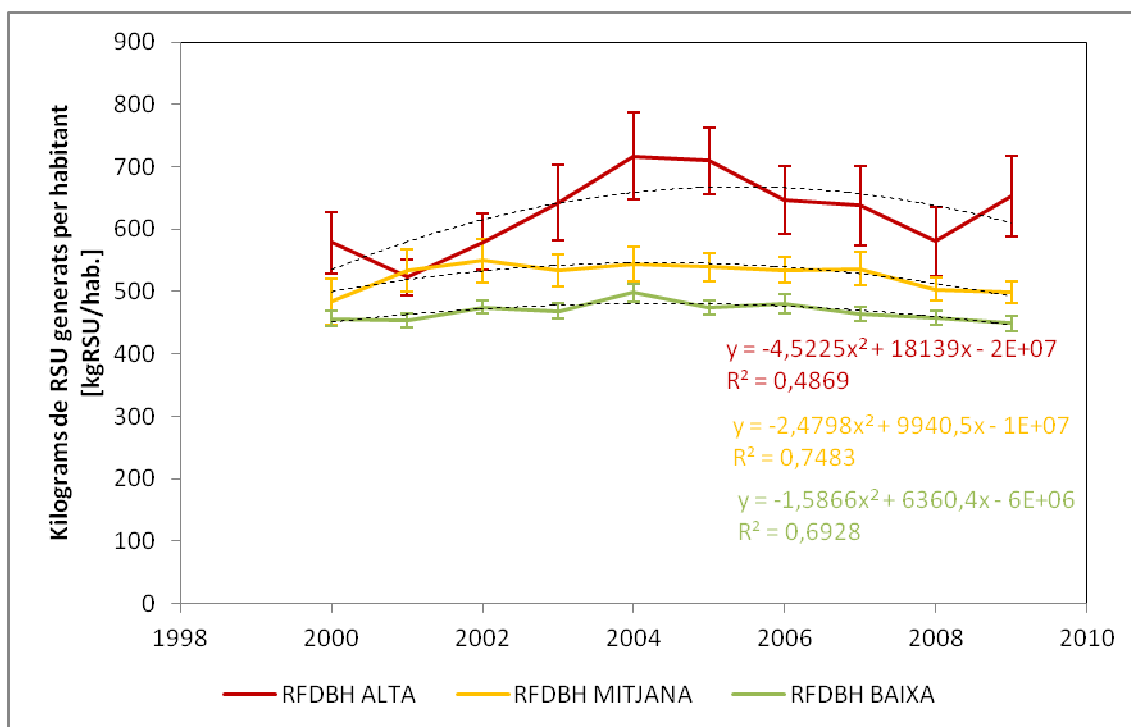
De fet, si grafiquem els KRGH contra la RFDBH obtenim un resultat pastat a la predicció:



<sup>18</sup> Veure l'Annex IV: "Estadístics de les distribucions de KRSUGH. Classificació en 3 grups de RFDBH."

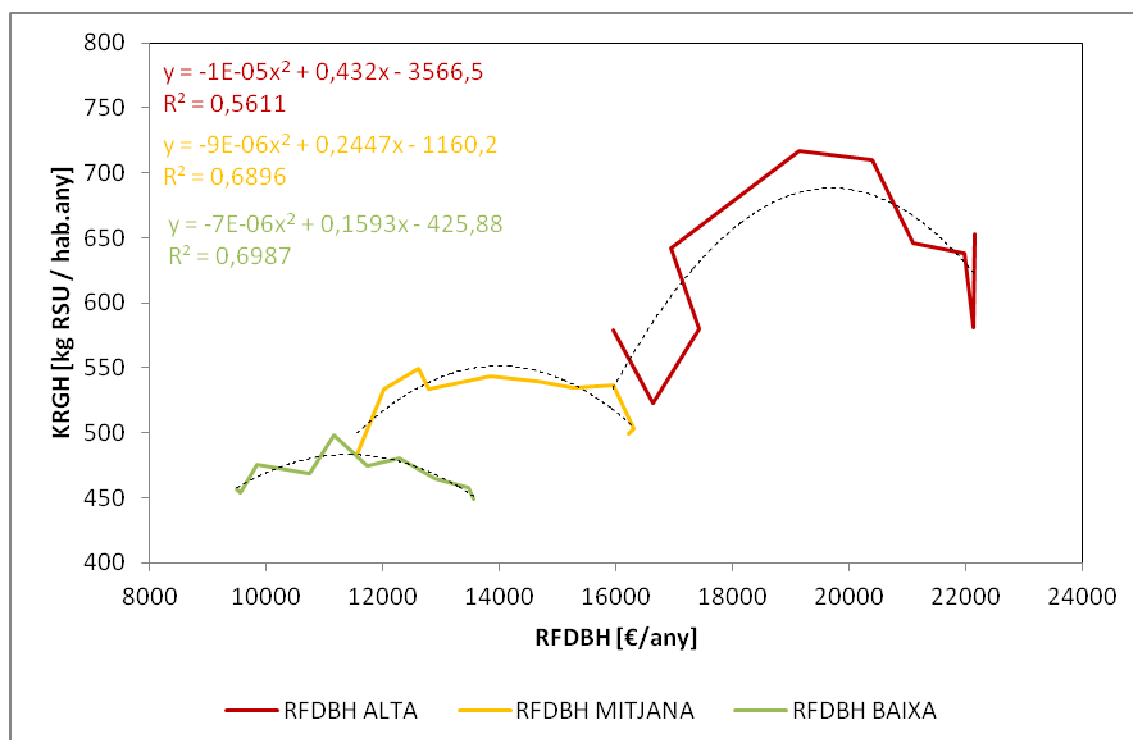
La sèrie històrica comença en nivells baixos de RFDBH acompanyats de nivells igualment baixos de KRGH, ambdós valors augmenten fins que s'assoleix, pels volts de 2004, un màxim de generació de 544kg de RSU per hab. i any. Un cop assolit aquest nivell de renda crítica (entre els 13000 i els 14000 €/hab.any) els nivells de generació de residus disminueixen.

El patró és idèntic si observem l'evolució del KRSUGH de cadascun dels grups de renda contra la RFDBH per separat.





Els nivells de generació pugen entre el 2000 i el 2004 o 2005 i les rendes segueixen un patró ascendent entre 2000 i 2007, moment en que l'increment és més petit que l'error i per tant no podem dir si pugen o no.



Els nivells de generació segueixen el patró de corba en forma d'U invertida en tots tres casos de nivell de RFDBH, els màxims però els assolitzen en valors de RFDBH diferents, i majors com més gran és la RFDBH del grup de renda, es a dir, semblaria que es requereixin valors de renda més grans per a començar a disminuir el nivell de generació de residus per habitant com més gran sigui el valor promig de RFDBH del grup. Aquest fet entraria en contradicció amb les prediccions del model de la corba ambiental de Kuznets i en canvi recolzaria els postulats pessimistes que plantegen que a menor renda majors són els incentius per a minimitzar els insums necessaris per a mantenir la utilitat. En tot cas sembla inversemblant poder calcular un valor de RFDBH crític tal que provoqui un canvi de patró en els nivells de generació de residus.

D'igual manera, es podria adduir que de fet no és necessari que un grup concret assoleixi el nivell de RFDBH crític sinó que és la societat en conjunt la que quan assoleix aquest valor incorpora les regulacions necessàries per a disminuir els valors dels impactes, sigui mitjançant increments de preu, a través de normatives, totes dues coses a l'hora o qualsevol altre mecanisme.

La introducció en 2004 del cànon de residus podria ser un exemple d'això i reforçaria la hipòtesi de la corba ambiental de Kuznets.

L'esquema bàsic del sistema de recollida de RSU es el següent:

L'administració local pren la responsabilitat de gestionar el procés en el seu conjunt. Per a fer-ho contracta empreses que fan la recollida de residus en les zones residencials i els dipositen en les plantes de tractament (dipòsits controlats, incineradores, ...).

Els llocs de destí final dels residus cobren a aquestes empreses d'acord al pes o volum que hi dipositen. Per a cobrir les despeses, l'empresa encarregada de la recollida rep els diners de l'administració, la qual els recapta al seu torn dels ciutadans, de fet el

finançament surt del Fons de gestió de residus de l'Agència Catalana de Residus la major part del qual prové dels pressupostos generals i de taxes específiques.

Una d'aquestes taxes és el cànon de residus, impost de tipus Pigouvià, que grava la disposició final de residus a dipòsits controlats amb la finalitat de desincentivar aquesta pràctica, fent més atractives la resta d'alternatives de gestió (incineració, ...), i disminuir el cabal de residus generats.

El sistema de cobrament consisteix en dividir el cost anual de la gestió dels RSU de cada municipi entre les llars, de manera que, és passarien part dels costos de funcionament de les infraestructures de residus directament als usuaris d'aquestes.

El fet és, però, que no és passen els costos a les llars d'acord amb els seus nivells de generació. Es a dir, si una família concreta genera una bossa més o menys, pagarà el mateix. El pagament anual que realitza li atorga el dret a que li recullin una quantitat virtualment il·limitada de residus i un cop pagat el cànon, aquest passa a ser un cost irrecuperable ja realitzat i per tant no afecta a les decisions futures.

La introducció d'aquest impost hauria de suposar un encariment general per al conjunt de les llars, però per a cada llar concreta, disminuir la taxa de generació de residus no li evita haver d'assumir l'increment del pagament anual i per tant l'efecte de reducció dels KRSUGH hauria de ser mínim. To i així les dades semblen mostrar que efectivament a estat una normativa d'un èxit inapel·lable.

## **5 Conclusions.**

En primer lloc és indubtable que existeix una relació directament proporcional entre els kilograms de RSU produïts per persona i any i la RFDBH per a tots els anys de la sèrie històrica 2000-2009. i per tant acceptem que a major RFDBH majors són els kilograms d'RSU produïts per habitant i any sempre que en el lapse de temps considerat no s'introdueixin millores en eficiència o altres factors correctors tals com normatives o impostos. Cal considerar que si els municipis de rendes mitjanes i baixes disposessin de rendes equiparables a les dels municipis de renda alta, probablement assolirien els mateixos nivells de generació.

Tot i aquesta intensa relació creixent entre RFDBH i KRSUGH d'acord amb les anàlisis realitzades el model de la corba ambiental de Kuznets sembla predir amb una gran exactitud els resultats observats mentre que les previsions pessimistes no coincideixen amb les observacions i per tant descartem de manera provisional aquestes en favor de les tesis més optimistes. Es a dir, acceptem que arribat cert nivell de riquesa global en la societat aquesta desenvolupa les regulacions necessàries per tal de minimitzar els seus impactes en matèria de residus.

Un exemple del desenvolupament d'aquestes regulacions és la introducció del cànon de residus precisament en l'any 2004, any en que s'inicia el descens dels nivells de generació tant del promig com dels 3 grups de RFDBH. La coincidència temporal de la introducció del cànon i del descens dels nivells de generació de residus no implica necessàriament que aquest sigui la causa de la millora en les puntuacions de sostenibilitat sinó que més aviat l'aparició d'aquest és un exemple del desenvolupament d'una consciència ambiental generalitzada que implica menor consum i/o temps de residència més llargs dels bens materials en els sistemes socioeconòmics.

Per altra banda, si aquest patró de proporcionalitat entre renda i generació de residus, observat en el nivell intermunicipal, se segueix de igual forma en el nivell intramunicipal,

aleshores, s'està incorrent en una iniquitat en el sistema de cobrament dels impostos sobre la gestió de residus municipals, ja que aquest no fa consideracions de renda ni aplica altres formes de correcció per a estimar el grau d'ús<sup>19</sup> de cadascun dels ciutadans del sistema públic de gestió de residus<sup>20</sup> entre els habitants d'un mateix municipi.

I, finalment, acceptem de manera provisional<sup>21</sup> la validesa de la teoria de la corba ambiental de Kuznets, d'acord amb la qual els increments de la riquesa tot i anar associats amb empitjoraments de la qualitat ambiental en les primeres fases de desenvolupament, un cop superat cert llindar, la relació s'inverteix donant lloc a millores en la sostenibilitat dels sistemes socioeconòmics. Com a mínim per a l'indicador de KRSUGH.

---

<sup>19</sup> Veure l'annex II.

<sup>20</sup> El cobrament d'aquest impost hauria de prendre en consideració com a mínim dues variables, número de persones residents en la vivenda i renda disponible.

<sup>21</sup> Veure l'annex 0.

## 6 Bibliografia.

Cristina Sendra, Xavier Gabarrell i Teresa Vicent (2006) “Anàlisis de los flujos materiales de una región: Catalunya (1996-2000)” Revista iberoamericana de Economía Ecológica, 2006, vol. 4, pp. 43 a 54.

GEORGESCU-ROEGEN, N. (1971) The Entropy Law and the Economic Process  
Harvard University Press.

Maria Christina Fragkou , Luis Salinas Roca , Josep Espluga & Xavier Gabarrell (2013): “Metabolisms of injustice: municipal solid-waste management and environmental equity in Barcelona's Metropolitan Region”, Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability, DOI:10.1080/13549839.2013.792045

Maria Christina Fragkou □, Teresa Vicent, Xavier Gabarrell, (2009) “A general Methodology for calculating the MSW management self-sufficiency indicator: Application to the wider Barcelona area” Elsevier B.V. DOI: 10.1016/j.reconrec.2009.004

Pere Riera, Dolores García, Bengt Kriström, Runar Brännlund (2008), Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales. Ed. Parainfo.

[www.amb.cat](http://www.amb.cat)

[www.gencat.cat](http://www.gencat.cat)

[www.idescat.cat](http://www.idescat.cat)

## 7 Acrònims i paraules clau.

AMB	Àrea Metropolitana de Barcelona.
Bioeconomies	Ciència de la gestió de la sustentabilitat o estudi i valoració de la (in)sostenibilitat.
Cost d'oportunitat	Cost de la inversió dels recursos disponibles, en una oportunitat econòmica, a costa de la millor alternativa disponible.
Distribució de probabilitat	Funció que assigna a cada succés definit sobre una variable aleatoria la probabilitat de que aquest succés es doni.
Externalitat	Situació en que els costos o beneficis de producció i/o consum d'algún bé o servei no so reflexats en el preu de mercat dels mateixos.
Impacte ambiental	Efecte que produeix l'activitat humana sobre el medi ambient.
impost pigouvià	Impost que busca corregir una externalitat negativa.
KRSUGH	kilograms de residus solids urban generats per habitant
KRSUGMA	kilograms de residus solids urbans generats per municipi i any
KS	Test de Kolmogorov-Smirnov
Kuznets	
Metabolisme social	
RFDBH	Renta Familiar Disponible Bruta per Habitant
Riquesa	Abundancia de recursos valuables, posesions materials o el control de tals actius.
RSU	residus sòlids urbans
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SW	Test de Shapiro-Wilk
Termodinamica	Branca de la física que descriu els estats d'equilibri a nivell macroscòpic.
Utilitat	Mesura de la satisfacció.

