



SD-AYMAD. "Sostenibilidad ambiental y valorización energética de residuos urbanos."
Organizada por el Ayuntamiento de Madrid.

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS URBANOS

Alfonso Maíllo Sánchez
Asesor
AEVERSU

“CONAMA 9”

Sostenibilidad Ambiental y Valorización Energética de Residuos Urbanos

Alfonso Maíllo Sánchez
(Asesor de AEVERSU)
4 de Diciembre de 2008
Ayuntamiento de Madrid
Sala Dinámica
Palacio Municipal de Congresos
(Campo de las Naciones)

- 1. Aspectos / Realidades de los Residuos Sólidos Urbanos
 - 1.1. Legal – Directivas – Guías – Principios
 - 1.2. Generación – Cantidades – Procesos
 - 1.3. Medio Ambiente – Emisiones
 - 1.4. Energía Posible
 - 1.5. Social – Público
 - 1.6. Económico – Coste / Beneficio

- 1. Aspectos / Realidades de los Residuos Sólidos Urbanos
 - 1.1. Legal – Directivas – Guías – Principios
 - 1.2. Generación – Cantidades – Procesos
 - 1.3. Medio Ambiente – Emisiones
 - 1.4. Energía Posible
 - 1.5. Social – Público
 - 1.6. Económico – Coste / Beneficio

NUEVA DIRECTIVA MARCO

El objetivo inicial era, entre otros casos, aclarar la distinción entre Residuos y No Residuos y entre Recuperación y Eliminación y así lo hace

Aglutina los siguientes Principios:

- **Eficiencia energética**
- **Ecoeficiencia**
Máximo aprovechamiento de recursos con la mínima incidencia ambiental y para la salud de las personas
- **Disminución de gases de Efecto Invernadero**
- **Análisis del Impacto Ambiental a lo largo del Ciclo de Vida de los productos**

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA NUEVA DIRECTIVA 2008/98CE DE 19 DE NOVIEMBRE DE 2008, SOBRE RESIDUOS

6

JERARQUÍA DE ACCIONES PARA TRATAR LOS RESIDUOS

Por primera vez toman carta de naturaleza en una DIRECTIVA como orden de prioridades en la legislación y política de prevención y gestión de los Residuos

- a. PREVENCIÓN.
- b. PREPARACIÓN PARA LA REUTILIZACIÓN
La Reutilización se incluye como Prevención
- c. RECICLADO
- d. OTRO TIPO DE VALORIZACIÓN.
Por ejemplo: Valorización Energética
- e. ELIMINACIÓN
Residuo mínimo

Este “orden de prioridades” es algo más que un consejo y menos que una obligación

De esta forma se trata de disociar el crecimiento económico de la generación de residuos

Acepta que puede resultar necesario aportarse de esta Jerarquía para determinados flujos de residuos cuando esté justificado por motivos de factibilidad técnica, viabilidad económica y protección del medio ambiente entre otros, o sea, de acuerdo con el análisis de ciclo de vida

PREVENCIÓN

- Se impone como obligación de los Estados Miembros
- Se fijan unos plazos concretos tanto para presentar “Programas de Prevención”, a más tardar el 12 de Diciembre de 2013, donde se deben fijar objetivos de prevención de residuos (Anexo IV: Generación, diseño, consumo)
- La Comisión se impone unas fechas para fijar medidas (2011) y objetivos (2014) y de desvinculación (2020)

PREPARACIÓN PARA LA REUTILIZACIÓN

Se ha sustituido la antigua fase de “Reutilización” por “Preparación para la reutilización”

La Reutilización es darle una nueva oportunidad al producto de que se trate. Por tanto está dentro del Concepto PREVENCIÓN, pues se evita utilizar un nuevo material, pero para ello hay que hacer algo: Transporte, Limpieza, etc., y esto es lo que se llama Preparación

RECICLADO

Se pide un reciclado de alta calidad y para ello exige la Recogida Selectiva de residuos cuando sea: Técnica, Económica, y medioambientalmente factible y adecuada para cumplir los criterios de calidad necesarios para los sectores de reciclado correspondientes, de al menos: Papel, metales, plástico y vidrio

Fija unos objetivos para esos materiales, para antes del 2020, de al menos un 50% global de su peso de los residuos domésticos y posiblemente de otros orígenes siempre que sean asimilables a los residuos domésticos y fija también que al menos un 70% de los R.C.D.

Esta cifra del 50% indica de alguna manera y sin tener en cuenta la facilidad o dificultad de ser alcanzada, que el otro 50% del peso global es lo que llamamos FRACCIÓN RESTO que es lo que, de no ser tratada, o sea Valorizada, iría a Vertedero

VALORIZACIÓN

La Directiva exige que se adopte medidas para garantizar que todos los residuos se sometan a operaciones de Valorización de acuerdo con la jerarquía y respetando la salud de las personas y el medio-ambiente

- Riesgo para el agua, suelo, aire, fauna y flora
- Ruidos y olores
- Atentar al paisaje, lugares de interés especial

Define expresamente el Concepto de Valorización e indica en el Anexo II la lista, no exhaustiva, de operaciones de Valorización

La primera de estas operaciones es: “Utilización principal como combustible u otro medio de producir energía” y aclara que aquí se incluyen las Instalaciones de Incineración, destinadas al Tratamiento de R.S.U. cuando su Eficiencia Energética resulte igual o superior a:

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA NUEVA DIRECTIVA 2008/98CE DE 19 DE NOVIEMBRE DE 2008, SOBRE RESIDUOS

11

- 0,60 para instalaciones autorizadas antes del 1 de Enero de 2009
- 0,65 para instalaciones autorizadas después del 31 de Diciembre de 2008

Según la fórmula:

Eficiencia energética =

$$\frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 \cdot (E_w + E_f)}$$

Siendo:

E_p = Energía anual producida como calor o electricidad:

- $E_{p_1} = E_{\text{eléctrica}} \times 2,6$
- $E_{p_2} = E_{\text{calorífica}} \times 1,1$

E_f = Aportación anual de Energía al Sistema por otros combustibles

E_i = Energía anual contenida en los residuos

0,97 = Factor que representa las pérdidas por radiación y escorias

Esta fórmula, aunque no ha dejado contento a casi nadie, tiene la virtud de ser un valor objetivo de “pasa o no pasa” para diferenciar la Valorización de la Eliminación

Deja a las autoridades locales la aplicación de condiciones locales que puedan afectar a la fórmula

ELIMINACIÓN

Indica que cuando no se lleva a cabo la Valorización, según el artículo 10, el residuo se someta a operaciones de eliminación seguras, según la lista que se indica en el Anexo I

Como antes en la “Valorización” ha indicado que TODOS los residuos deben someterse a operaciones de Valorización; significa que a la actividad de Eliminación sólo debería ir el “residuo del residuo”, o sea, lograr que el rechazo tienda a cero aunque no pueda lograrse

BIO-RRESIDUOS

Comprenden:

- Residuos biodegradables de parques y jardines
- Residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva, consumo al por menor
- Residuos comparables procedentes de Plantas de Transformación de alimentos

Los estados miembros deben adaptar medidas para:

- a) Recogida separada con vistas a su Compostaje y Digestión
- b) Que durante su tratamiento se logre un alto grado de protección del medio-ambiente
- c) Que los materiales producidos a partir de bio-rresiduos sean ambientalmente seguros

Como aun no existe normativa de Compostaje, la Comisión se ha comprometido a presentar una propuesta con criterios de calidad

CUMPLIMIENTOS Y SANCIONES

(Artículo 36)

1. Los Estados Miembros adoptarán las medidas necesarias para prohibir el abandono, el vertido o la gestión incontrolada de residuos
2. Los Estados Miembros establecerán disposiciones sobre las sanciones aplicables por infracción de lo dispuesto en la presente Directiva y tomarán todas las medidas necesarias para garantizar su aplicación. Las sanciones serán efectivas, proporcionadas y disuasorias

DIRECTIVA DE VERTEDEROS 1999/31/CE Y NORMA ESPAÑOLA R. DTO. 1481/2001 de 27 de Noviembre de 2001

Etapas de reducción de la fracción Biodegradable de los R.S.U. a enviar a Vertedero:

- 1. El 16 de Julio de 2006, reducción al 75% de la Fracción Biodegradable del año 1995**
- 2. El 16 de Julio de 2009, reducción al 50% de la Fracción Biodegradable del año 1995**
- 3. El 16 de Julio de 2016, reducción al 35% de la Fracción Biodegradable del año 1995**

El Gráfico I indica la estimación de Eurostat y la Tabla I indica la estimación que aparece en el borrador del Nuevo Plan Integral Nacional de Residuos

Como se ve, no coinciden en el cumplimiento de la primera etapa, pero si van a coincidir en la segunda, puesto que entre 2006 y 2009 no se ha realizado apenas ninguna Instalación de Valorización material o Energética en España

Como se observa en la Tabla Madrid Comunidad, no cumplió en 2006 y tampoco lo hará en 2009 y si no hace nada tampoco lo hará en 2016

18.3.-GENERACIÓN DE RB Y OBJETIVOS ECOLÓGICOS DE REDUCCION DE VERTIDO DE RB

Generación de Residuos Biodegradables (RB): Inicialmente se estimó que en 1995 se generaron en España 11.633.000 t de RB (78% de los RSUs). Actualmente esta cifra se ha corregido debido a pequeños ajustes derivados de mejores datos posteriores, siendo finalmente de 11.934.142 toneladas. En el I Plan Nacional de Residuos Urbanos se estimaba que en 1996 el 44% de los RSU generados era materia orgánica, el 21% papel/cartón, el 1% maderas, quedando un resto de “Otros residuos” del 12%, parte de los cuales son RB (telas, etc).

Objetivos de Reducción: De acuerdo con el RD 1481/2001, la cantidad de RB que pueden depositarse en vertederos en el período 2006-2016, son los siguientes:

Tabla 1: Reducción del vertido de RB

Año	Reducción	Cantidad RB (t)
2006	75%	8.950.607
2009	50%	5.967.071
2016	35%	4.176.950

Situación Actual: RB Depositados en Vertedero, por CCAA: Para cuantificar los RB vertidos es necesario por un lado, caracterizar los RU que se vierten sin tratar y por otro, introducir un parámetro como medida de su biodegradabilidad, para determinar cuando los RSU tratados pueden ser considerados estabilizados biológicamente y vertidos sin ser contabilizados como biodegradables. En la tabla 2 se refleja la información suministrada por las CCAA relativa a las cantidades de RB vertidas durante los años 2004-2006. También se indican las diferencias entre las cantidades vertidas y las legalmente admisibles.

Cantidades de RB depositadas en vertedero 2004-2006

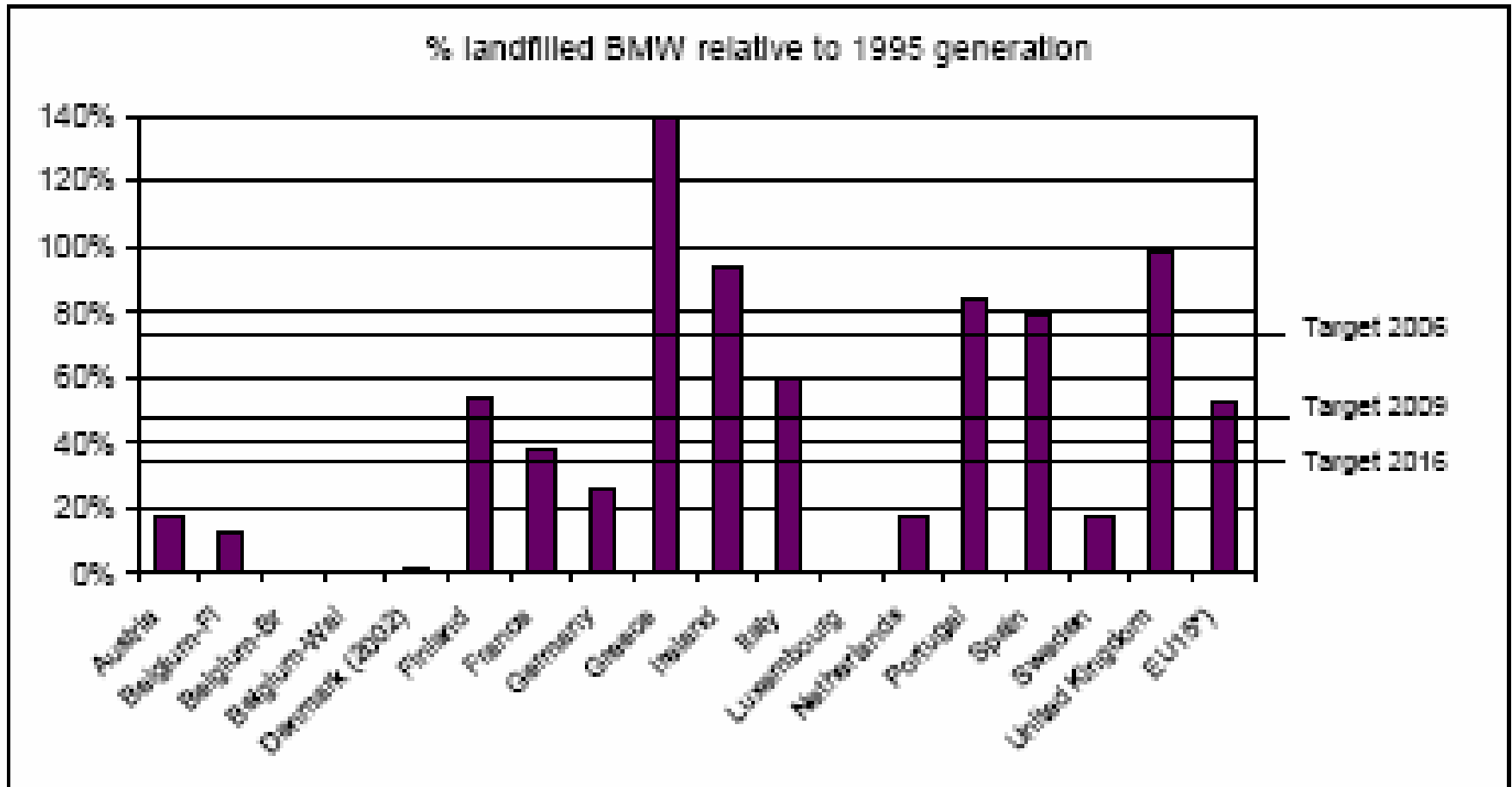
Tabla 2. Cantidades de RB depositadas en vertedero 2004-2006.

COMUNIDAD AUTONOMA	RB generados 1995	RB a vertedero 2004	RB a vertedero 2005	RB a vertedero 2006	Objetivo 2006: 75% Gen. 1995	Diferencia Vertido 2006 - Objetivo 2006	% desvío sobre el objetivo	Objetivo 2009: 50% Gen. 1995	Objetivo 2016: 35% Gen. 1995
ANDALUCIA	1.924.578	1.489.029	1.586.607	1.670.888	1.443.434	227.455	16	962.289	673.602
ARAGON	249.684	326.070	313.147	348.575	187.263	161.312	86	124.842	87.389
ASTURIAS	291.343	262.610	260.285	258.985	218.507	40.477	19	145.672	101.970
BALEARES	289.765	143.953	169.124	149.716	217.324	-67.608	-31	144.883	101.418
CANARIAS	531.390	479.632	501.922	506.156	398.543	107.614	27	265.695	185.987
CANTABRIA	128.713	102.794	104.237	122.519	96.535	25.984	27	64.357	45.050
CASTILLA-LA MANCHA	683.890	86.468	91.799	100.554	512.918	-412.364	-80	341.945	239.362
CASTILLA Y LEON	720.325	N.D.	231.695	268.991	540.244	-271.253	-50	360.163	252.114
CATALUÑA	1.983.762	1.166.375	1.126.785	1.134.325	1.487.822	-353.497	-24	991.881	694.317
EXTREMADURA	213.603	249.843	235.293	205.879	160.202	45.677	29	106.802	74.761
GALICIA	569.960	278.478	339.069	399.486	427.470	-27.984	-7	284.980	199.486
MADRID	1.662.035	1.219.554	1.223.556	1.286.948	1.246.526	40.422	3	831.018	581.712
MURCIA	276.146	N.D.	N.D.	247.800	207.110	40.691	20	138.073	96.651
NAVARRA	145.718	N.D.	N.D.	144.650	109.289	35.362	32	72.859	51.001
PAIS VASCO	714.000	553.488	486.000	453.365	535.500	-82.135	-15	357.000	249.900
LA RIOJA	80.940	78.137	68.096	58.970	60.705	-1.735	-3	40.470	28.329
VALENCIA	1.433.864	270.867	412.546	410.423	1.075.398	-664.975	-62	716.932	501.852
CEUTA	16.890	0	0	0	12.668	-12.668	-100	8.445	5.912
MELILLA	17.536	0	0	0	13.152	-13.152	-100	8.768	6.138
SUMA	11.934.142	6.707.298	7.150.161	7.768.229	8.950.607	-1.182.377	-13	5.967.071	4.176.950

N.D.: Dato no recibido

DISTANCIA DE LOS OBJETIVOS PARCIALES EN 2003

Figure 9.1 BMW distance to target, 2003



Note *): Excluding Luxembourg and the regions Wallonia and Brussels.

Source: European Commission (2006b).

- 1. Aspectos / Realidades de los Residuos Sólidos Urbanos
 - 1.1. Legal – Directivas – Guías – Principios
 - 1.2. Generación – Cantidades – Procesos
 - 1.3. Medio Ambiente – Emisiones
 - 1.4. Energía Posible
 - 1.5. Social – Público
 - 1.6. Económico – Coste / Beneficio

COMPOSICIÓN TIPO DE LA FRACCIÓN RESTO SEGÚN EXISTENCIA O AUSENCIA DE RECOGIDA SELECTIVA DE LA MATERIA ORGÁNICA DE LOS RSU

FRACCIÓN	SIN RECOGIDA SELECTIVA DE MATERIA ORGÁNICA	CON RECOGIDA SELECTIVA DE MATERIA ORGANICA
Materia orgánica	50'05 % (Bio)	39'48 % (Bio)
Papel y Cartón	13'32% (Bio)	17'07 % (Bio)
Plásticos	11'59%	14'77%
Vidrio	5'09%	6'44%
Metales Férricos	3'21%	3'95%
Metales No Férricos	1'85%	2'47%
Madera	1'35% (Bio)	1'80% (Bio)
Celulosa	4'06% (Bio)	4'74 % (Bio)
Textiles	2'72 % (50% Bio)	3'26 (50% Bio)
Varios	6'76 % (30% Bio)	6'02 % (30% Bio)
TOTAL	100'00 %	100'00%
Total Biodegradable	72'16%	67'73%
PCI estimado	8'96Mj/kg	9'99 Mj/Kg

ENERGY, TRANSPORT AND ENVIRONMENT INDICATORS

Total Waste Generated (Hazardous, Non-hazardous)
for Year 2004

	(thousand tonnes)		
	Hazardous Waste	Non- Hazardous Waste	Total Waste
EU-27	74 056	2 693 230	2 767 290
EU-15	58 841	1 855 488	1 914 332
Belgium	5 197	47 612	52 809
Bulgaria	528	251 530	252 058
Czech Republic	1 446	27 830	29 276
Denmark	322	12 492	12 814
Germany	20 000	344 022	364 022
Estonia	7 333	13 527	20 861
Ireland	724	23 789	24 513
Greece	278	28 518	28 796
Spain	3 116	157 552	160 668
France	7 553	399 170	406 723
Italy	6 134	133 672	139 806
Cyprus	77	1 450	1 527
Latvia	17	1 240	1 257
Lithuania	87	5 174	5 261
Luxembourg	124	8 188	8 313
Hungary	1 365	23 296	24 661
Malta	2	2 480	2 482
Netherlands	1 876	85 869	87 744
Austria	1 014	52 007	53 021
Poland	1 593	136 214	137 807
Portugal	773	37 515	38 288
Romania	2 238	359 091	361 329
Slovenia	108	5 663	5 771
Slovakia	422	10 246	10 668
Finland	2 508	71 854	74 361
Sweden	1 249	103 659	104 910
United Kingdom	7 973	349 571	357 544
Iceland	8	493	501
Norway	670	6 784	7 454
Croatia	113	7 095	7 209
Turkey	998	57 823	58 820

Data Source: Eurostat

Around 2 700 million tonnes of waste were generated in EU-27 in 2004 according to the first reporting under the Waste Statistics Regulation. Germany, France, Romania and the United Kingdom reported the highest amounts of waste generated with more than 300 million tonnes in each country. The ratio of hazardous waste to non hazardous waste is fairly scattered across the EU 27 Member States. The aggregated EU-27 share of hazardous waste is calculated as 2.7% of the total waste, however, in Estonia more than a third of the generated waste is classified as hazardous, with Belgium following with 9.8%. The lowest share of hazardous waste is reported by Latvia (1.7%). After the first analysis of the data received in 2006 the classification criteria for the hazardousness of waste and the allocation of waste streams to statistical waste categories are being further clarified in order to prepare for the second reporting in 2008.

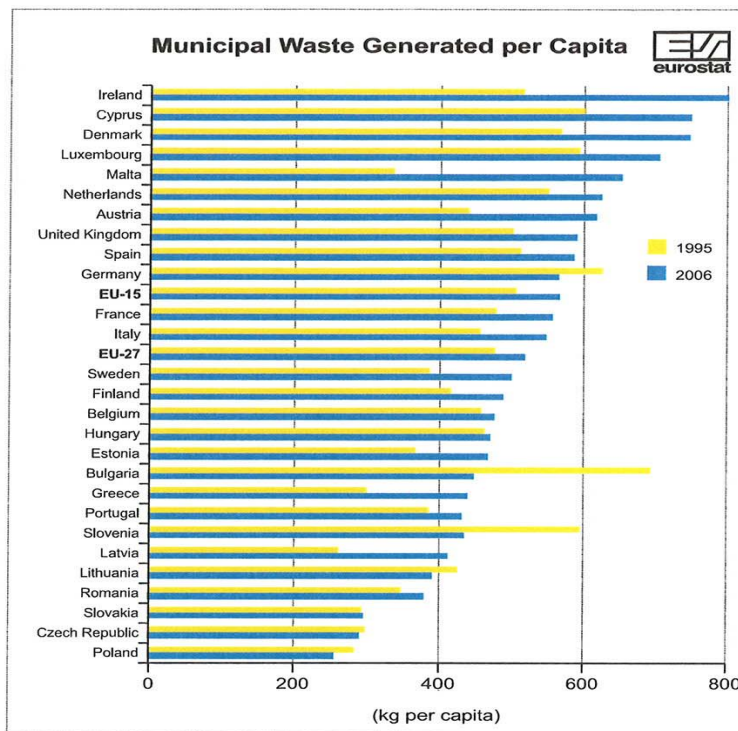
ENERGY, TRANSPORT AND ENVIRONMENT INDICATORS

Municipal Waste Generated

	(kg/capita)					
	1995	1998	2001	2004	2005	2006
EU-27	474	497	522	516	512	517
EU-15	505	540	572	567	560	563
Belgium	453	460	467	474	476	475
Bulgaria	693	495	491	471	475	446
Czech Republic	302	293	273	278	289	296
Denmark	567	593	658	696	737	737
Germany	624	647	633	587	564	566
Estonia	368	400	372	449	436	466
Ireland	514	557	705	745	742	804
Greece	302	378	417	433	438	443
Spain	510	566	658	608	597	583
France	476	508	528	543	542	553
Italy	454	472	516	538	542	548
Cyprus	600	664	703	739	739	745
Latvia	263	247	302	311	310	411
Lithuania	424	443	377	366	376	390
Luxembourg	592	629	650	688	705	702
Hungary	460	484	451	454	460	468
Malta	332	378	542	642	615	652
Netherlands	549	593	615	625	624	625
Austria	438	532	578	620	619	617
Poland	285	306	290	256	245	259
Portugal	385	423	472	436	446	435
Romania	350	284	345	345	377	385
Slovenia	596	584	479	417	423	432
Slovakia	295	259	239	274	289	301
Finland	414	466	466	465	474	488
Sweden	386	431	442	464	482	497
United Kingdom	499	543	592	605	584	588
Iceland	427	452	469	506	521	534
Liechtenstein	:	:	:	:	:	:
Norway	626	647	635	724	759	793
Switzerland	598	616	659	668	666	715
Croatia	:	:	:	:	:	:
Turkey	445	510	457	421	438	434

Data Source: Eurostat

ENERGY, TRANSPORT AND ENVIRONMENT INDICATORS



ENVIRONMENT 3.3.1

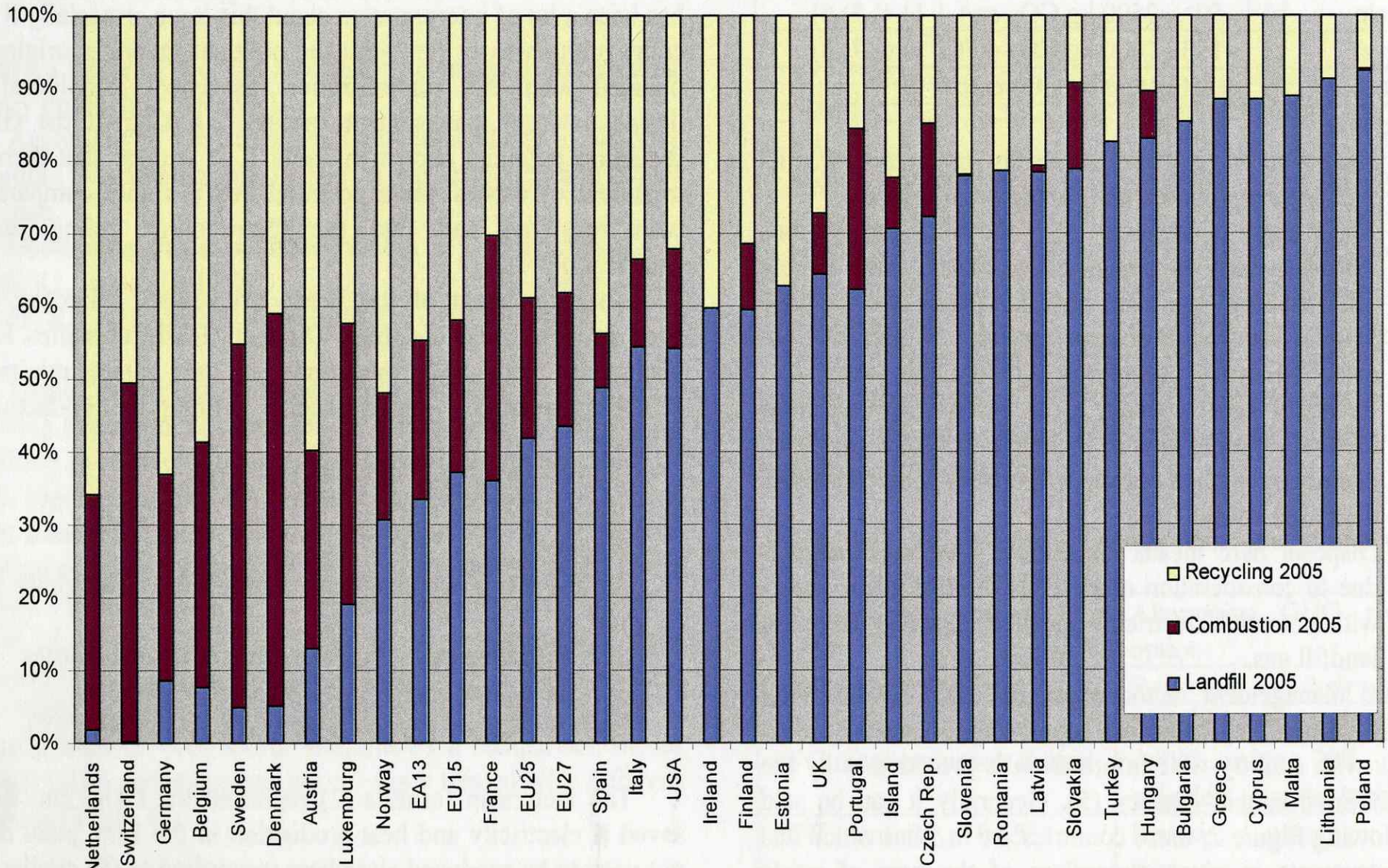
The total amount of municipal waste generated is growing. The upward trend has slowed down slightly since 2000 and indeed shows signs of stabilising, though at high levels. Over the period 1995 to 2005 both the Gross Domestic Product (GDP) and the generation of municipal waste grew by about 20 %; there is no evidence of decoupling of these trends. For 2003 some countries reported smaller amounts of (garden) waste due to the warm and dry summer.

The amount of municipal waste generated per person is generally higher in the old Member States (EU-15) than in the new Member States although Cyprus and Malta do have a relatively high production of waste. Ireland has the highest generation of municipal waste in the European Union.

Municipal waste consists of waste generated by households and waste collected within the municipal waste collection scheme from businesses and institutions. The inclusion of businesses and institutions depends on individual countries' waste management procedures.

METODOS DE TRATAMIENTO DE RSU EN EUROPA (2005)

Waste Treatment Methods Europe 2005



WtE goes hand-in-hand with recycling

Country	Recycling, composting etc. In % of total (rounded to closest whole number)	Thermal Treatment In % of total (rounded to closest whole number)	Landfill In % of total (rounded to closest whole number)	MSW In kg per person per year (2005)
Netherlands	65	33	2	624
Germany	60	25	15	601
Austria	59	23	18	630
Belgium	57	34	9	464
Luxembourg	46	36	18	705
Sweden	45	50	5	482
Denmark	41	54	5	737
Spain	39	6	55	579
Italy	34	11	55	542
Finland	31	9	60	459
France	30	34	36	543
United Kingdom	27	8	65	584
Portugal	16	22	62	446
Czech Republic	15	13	72	289
Hungary	15	6	79	459
Poland	7	0,4	92	245

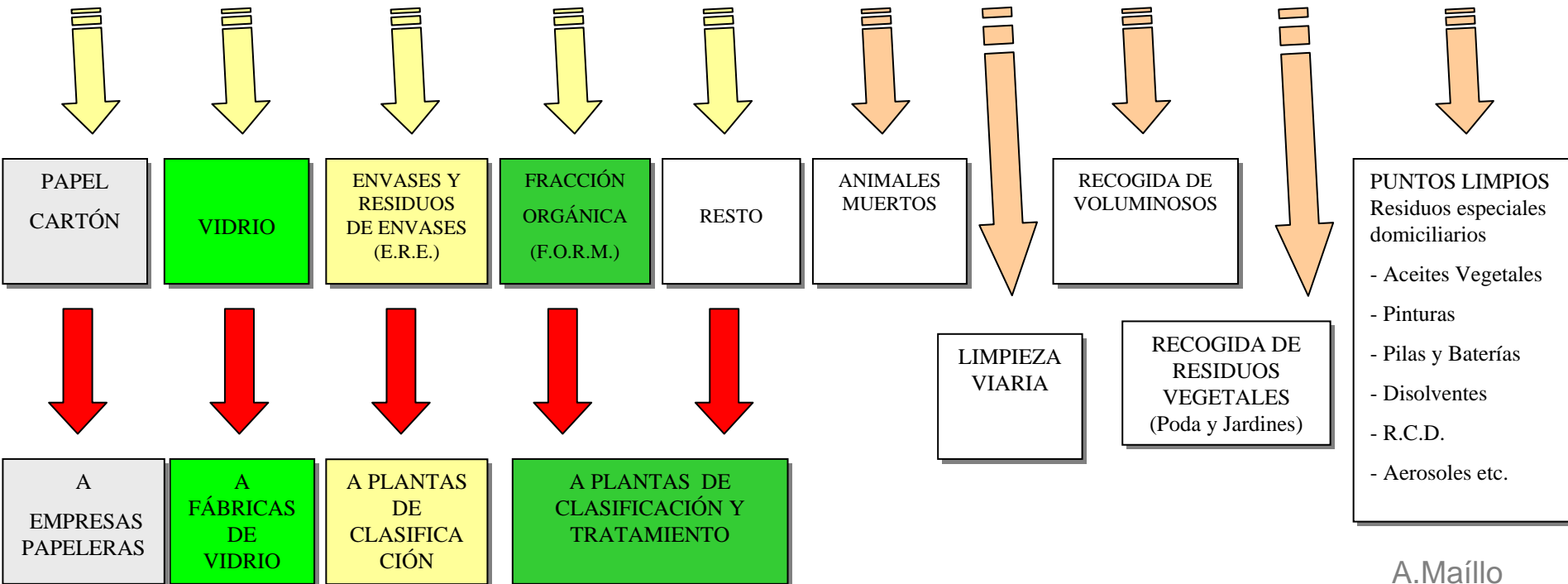
Source: Eurostat, base year 2005

579x45=26,06 mill.t/a

MODELO DE ACTUACIÓN

RECOGIDA SELECTIVA

RECOGIDA DE OTRAS FRACCIONES



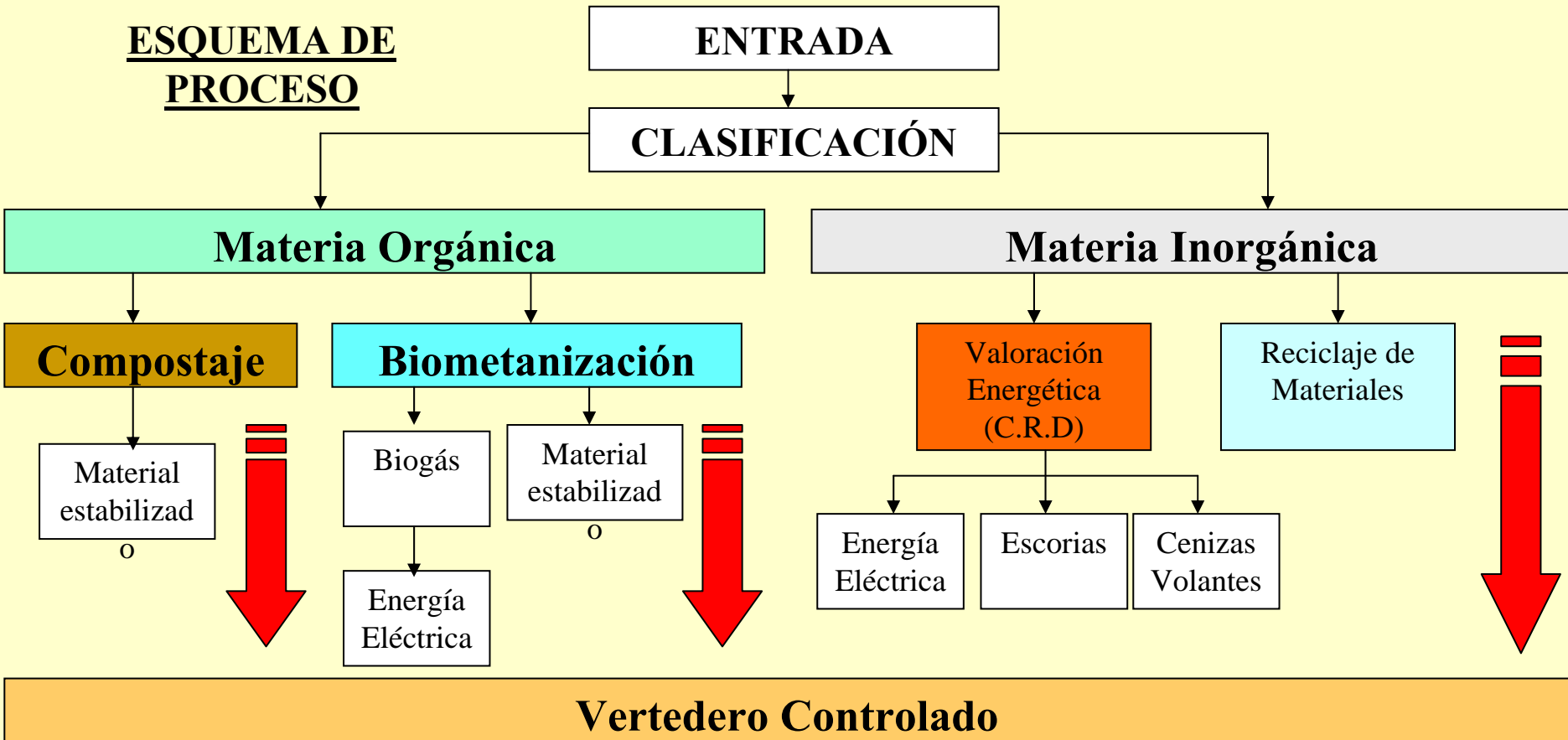
TRATAMIENTO DE LA FRACCIÓN “RESTO” (T.M.B.)

27

CARACTERÍSTICAS:

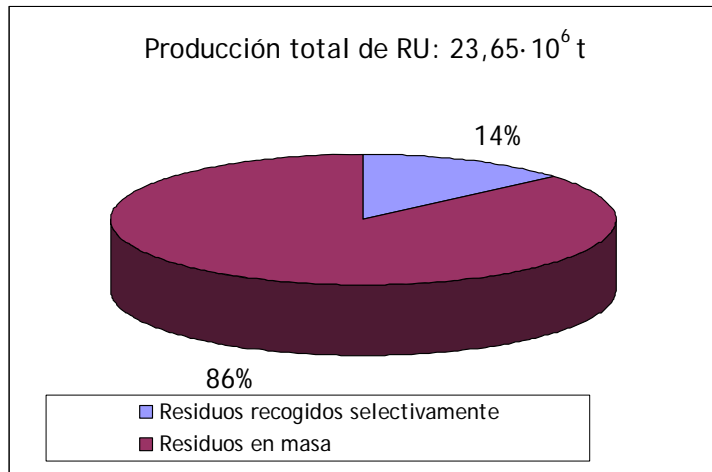
- Se recoge selectivamente “puerta a puerta” y se envía a la Planta de Clasificación y Tratamiento
- Material heterogéneo formado por el resto de residuos y por “errores” de las otras Recogidas Selectivas
- El porcentaje del “RESTO” es del orden del 50% del residuo total producido

ESQUEMA DE PROCESO

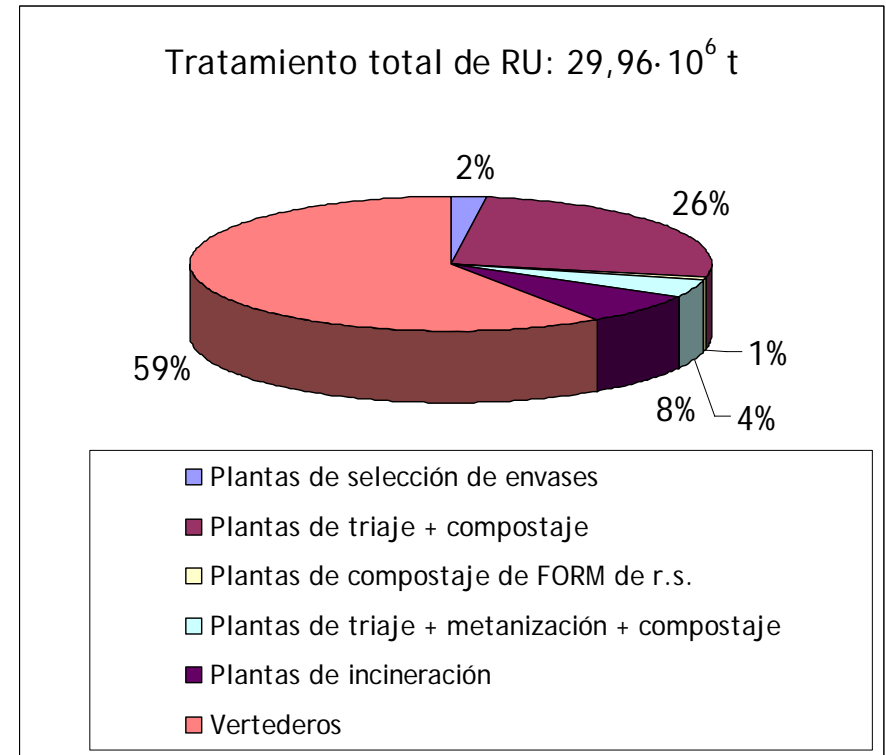


El rechazo enviado a Vertedero si no hay Valorización Energética es superior al 50% de “RESTO” entrante

La gestión de los residuos urbanos en España (2006)



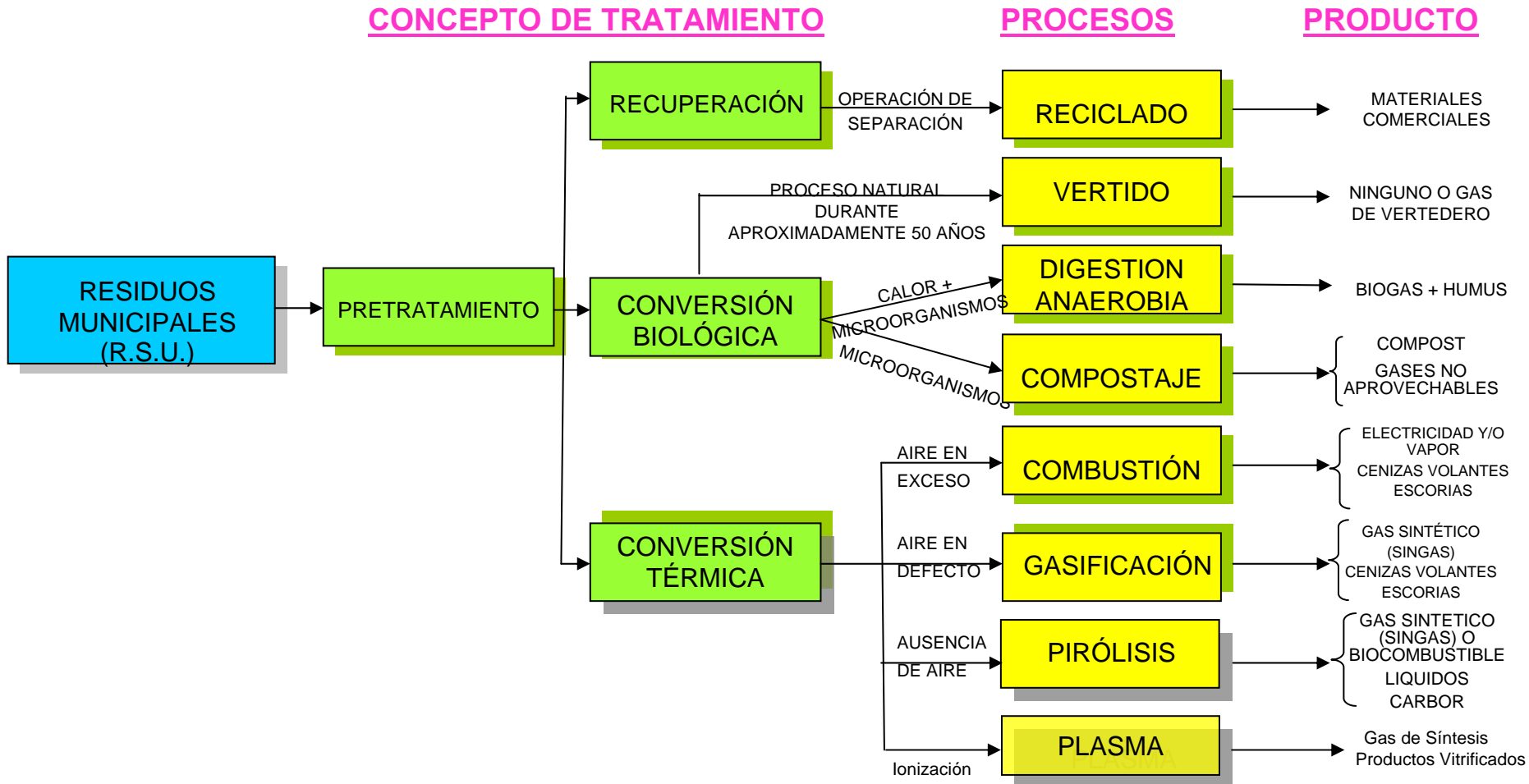
Si consideramos la producción ($23,65 \cdot 10^6$ t), **el vertedero supone el destino del 75%** de los residuos generados



- El borrador del mes de octubre de 2008 del Plan Nacional Integral de Residuos (PNIR) tan solo prevé pasar de las cerca de 2 millones de toneladas incineradas actualmente a **2,7 millones de toneladas el año 2012**, objetivo muy alejado de la situación en la que se encuentran los países europeos más avanzados en la materia

ESQUEMA DE OPCIONES DE TRATAMIENTO DE LOS RSU

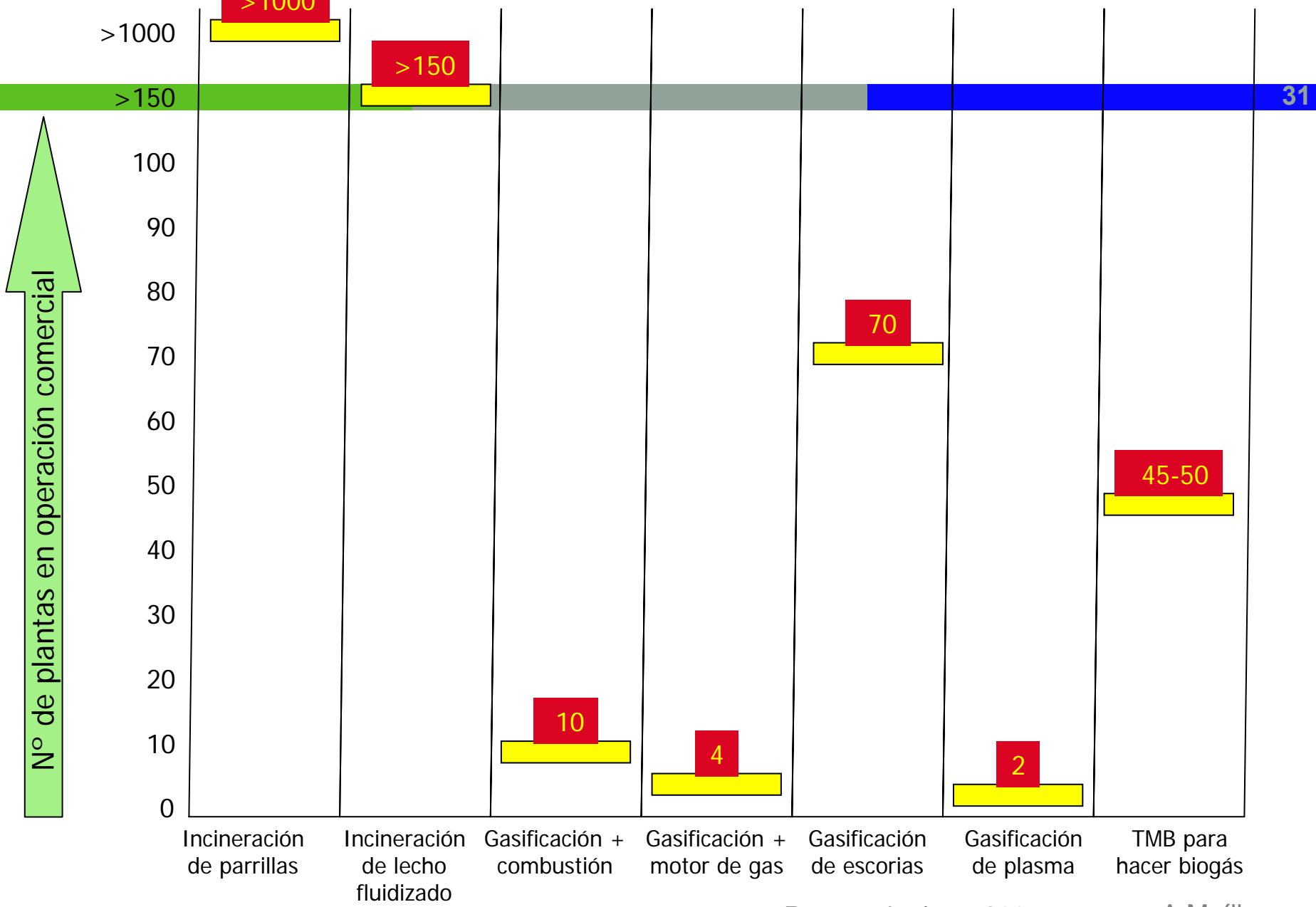
OPCIONES PARA VALORIZAR LOS RESIDUOS MUNICIPALES



PLANTAS DE TRATAMIENTO DE ESPAÑA 2006

■ 67 Plantas de Envases	330.638 t/a - 4.955 t/ud
■ 23 Plantas de Compostaje Selectivo	243.921 t/a - 10.605 t/ud
■ 59 Plantas de Triaje Compostaje Residuos en Masa	6.455.246 t/a – 109.416 t/ud
■ 9 Plantas de Triaje y Biometanización	1.123.279 t/a - 124.869 t/ud
■ 10 Plantas de Incineración con Recuperación Energía	1.915.278 t/a - 191.528 t/ud
■ 188 Vertederos	17.000.000 t/a - 68,8%
■ Total Generado	<hr/> 24.653.074 t/a

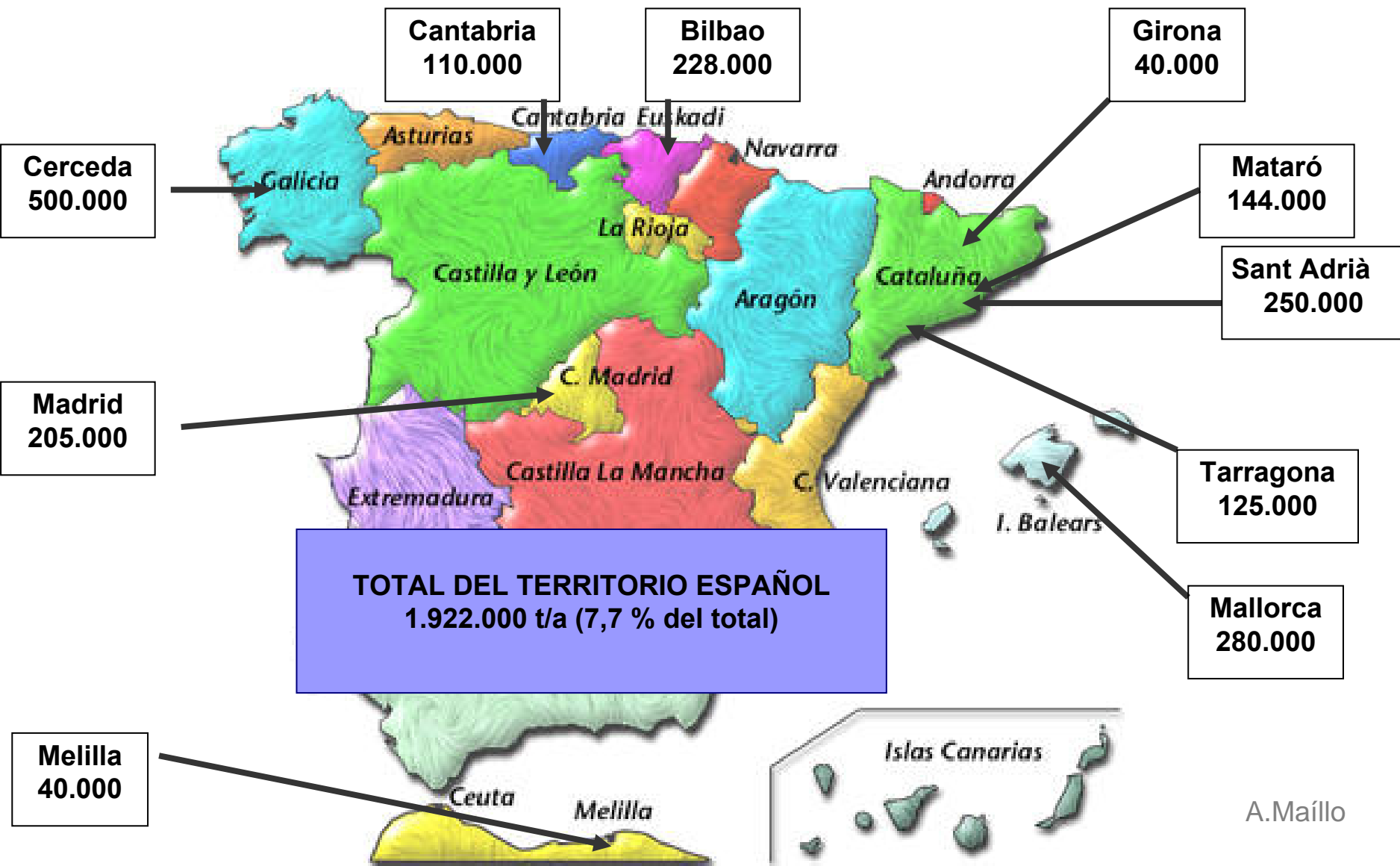
TABLA DE PLANTAS EN OPERACIÓN COMERCIAL



Fuente: Juniper. 2007

A.Maíllo

Toneladas de residuos urbanos tratadas en España mediante incineración en el año 2007



MERCADO GLOBAL DE PLANTAS DE INCINERACIÓN DE RSU

33

- Existencias actuales: ~ 2.500 Plantas Térmicas en 31 países
1.800 en Japón
- Hay actualmente 290 Proyectos en Construcción, Expansión y Modernización de Plantas
- En la última década, se ha incrementado la capacidad global de tratamiento desde 160 millones a 200 millones de toneladas al año
- Se prevé 240 millones de t/año de capacidad de tratamiento en 2012
- En Europa, en los últimos 16 años, se han adjudicado las Plantas Incineradoras existentes, en una cantidad de:
380 Plantas (571 líneas), con una capacidad total de 7.936,78 t/h.,
equivalente a 59.525.850 t/año (suponiendo 7.500 h/año)

Significa una media de:

20,89 t/h. y Planta <> 501 t/día <> 155.310 t/año

13,90 t/h. y Línea <> 334 t/día <> 103.416 t/año

Fuente: "Fraunhofer Institute de Alemania" y ECOPROG 2007.

Emisiones en Alemania

Capacidad de incineración de residuos en Alemania		
Año	Número de plantas	Capacidad, en 1.000t/a
1965	7	718
1970	24	2.829
1975	33	4.582
1980	42	6.343
1985	46	7.877
1990	48	9.200
1995	52	10.870
2000	61	13.999
2005	66	16.900
2007	72	17.800

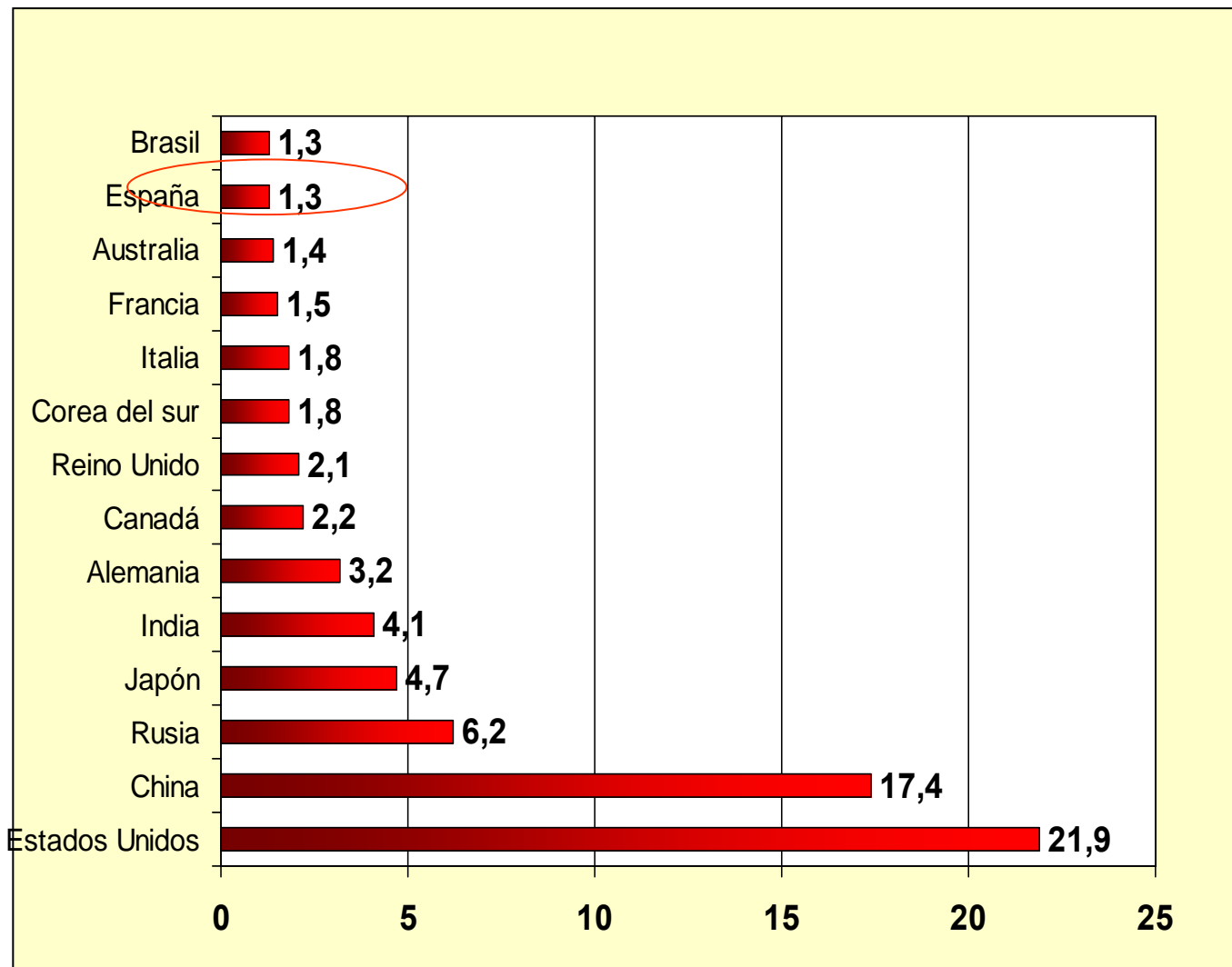
	Emisiones al año de PCDD/Fs en g i - TEQ		
	1990	1994	2000
Extracción y transformación	740	220	40
Incineración	400	32	0.5
Centrales eléctricas	5	3	3
Plantas de incineración de residuos industriales	20	15	<10
Calefacción doméstica	20	15	<10
Tráfico	10	4	<1
Creación	4	2	<2
Total emisiones en el aire	1.200	330	<<70

- **Síndrome NIMBY – (NO IN MY BACK YARD)**
- **Síndrome NIMEY – (NO IN MY ELECTORAL YEAR)**
- **Síndrome NIMOT – (NO IN MY OFICE TIME)**
- **Síndrome BANANA – (BUILDING ABSOLUTY NOTHING ANYWHERE NEAR ANYBODY)**
- **Exigencias de tratamiento:**
 - **Económicamente posible**
 - **Ambientalmente correcto**
 - **Socialmente aceptable**

- 1. Aspectos / Realidades de los Residuos Sólidos Urbanos
 - 1.1. Legal – Directivas – Guías – Principios
 - 1.2. Generación – Cantidades – Procesos
 - 1.3. Medio Ambiente – Emisiones
 - 1.4. Energía Posible
 - 1.5. Social – Público
 - 1.6. Económico – Coste / Beneficio

Principales Países Emisores de CO₂ en el Mundo (Porcentaje sobre el total mundial en 2004)

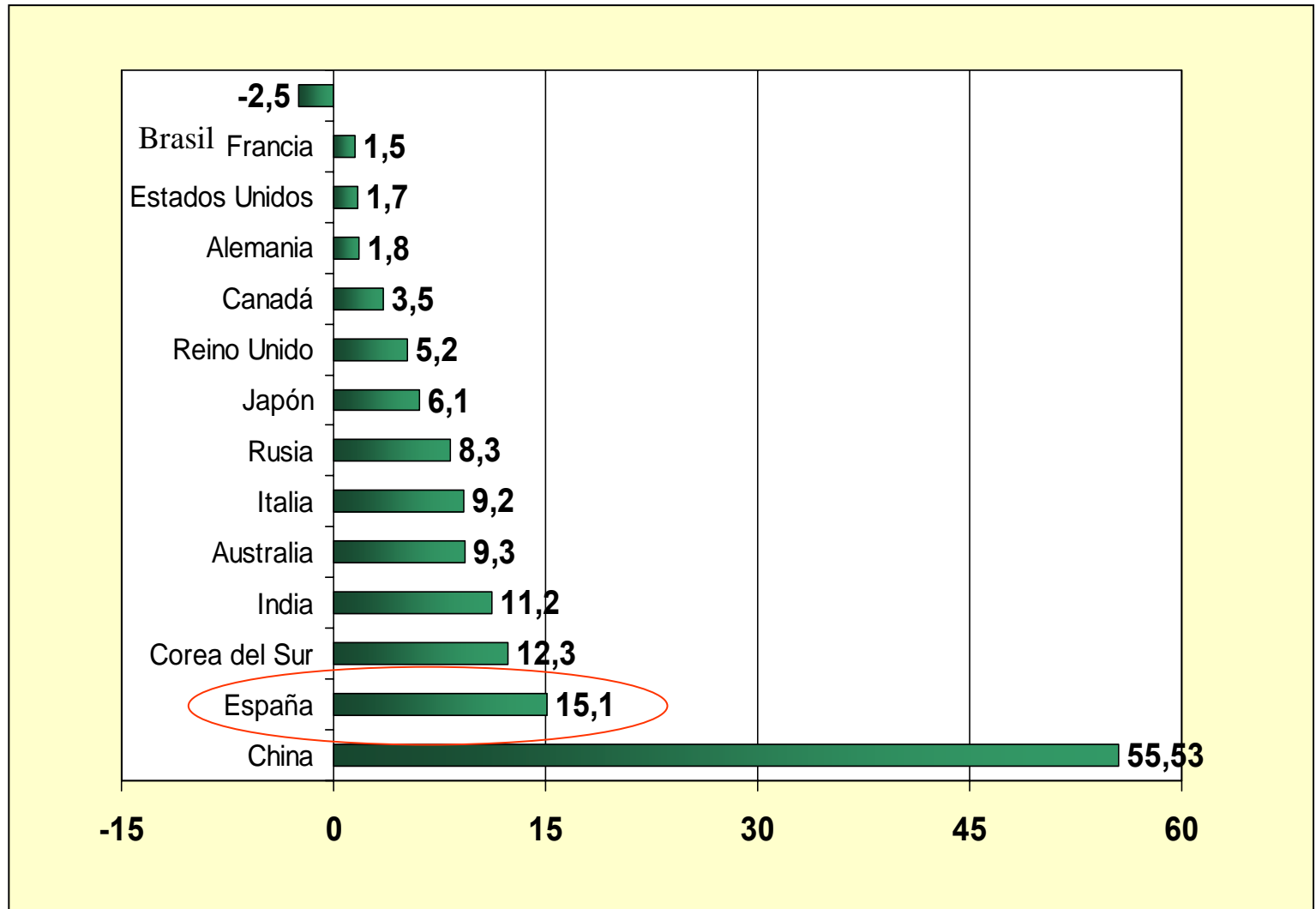
37



Fuente: Administración de Información de Energía de Estados Unidos

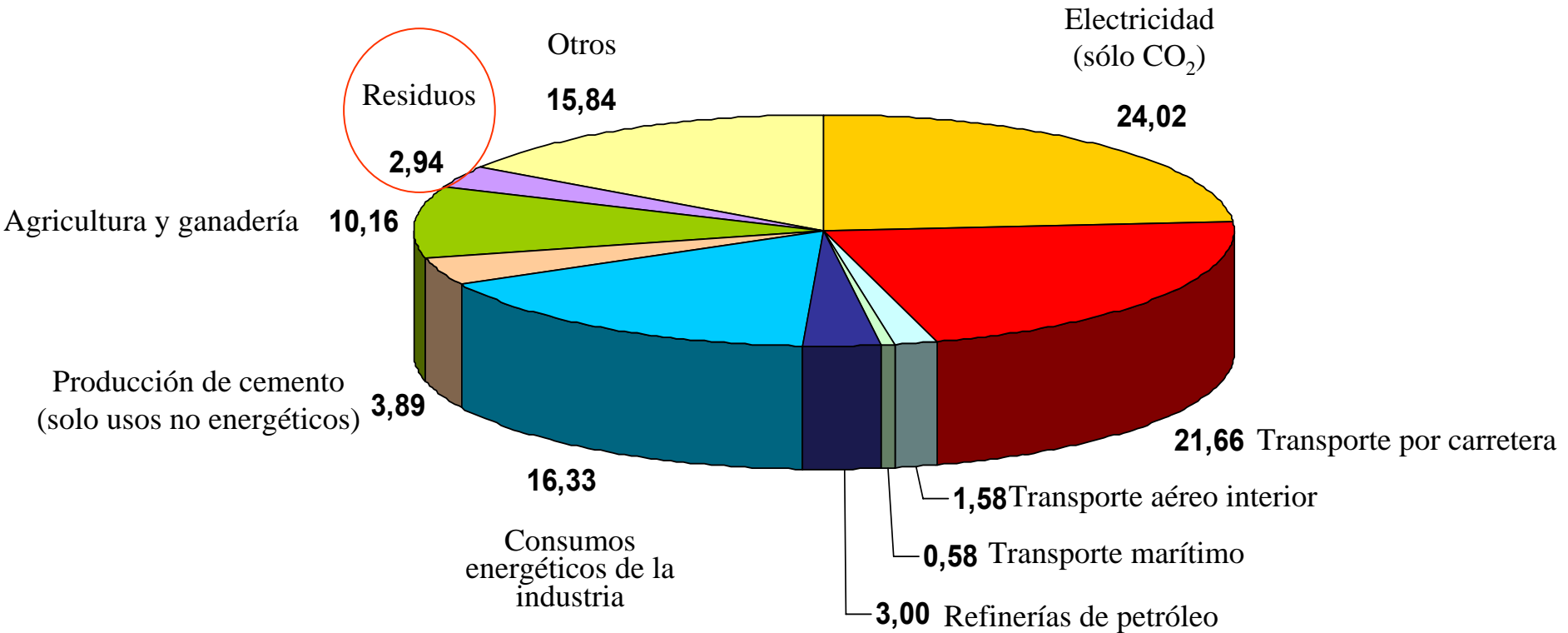
A.Maíllo

Variación en las Emisiones de CO₂ (Porcentaje de la variación entre 2000 y 2004)



Fuente: Administración de Información de Energía de Estados Unidos

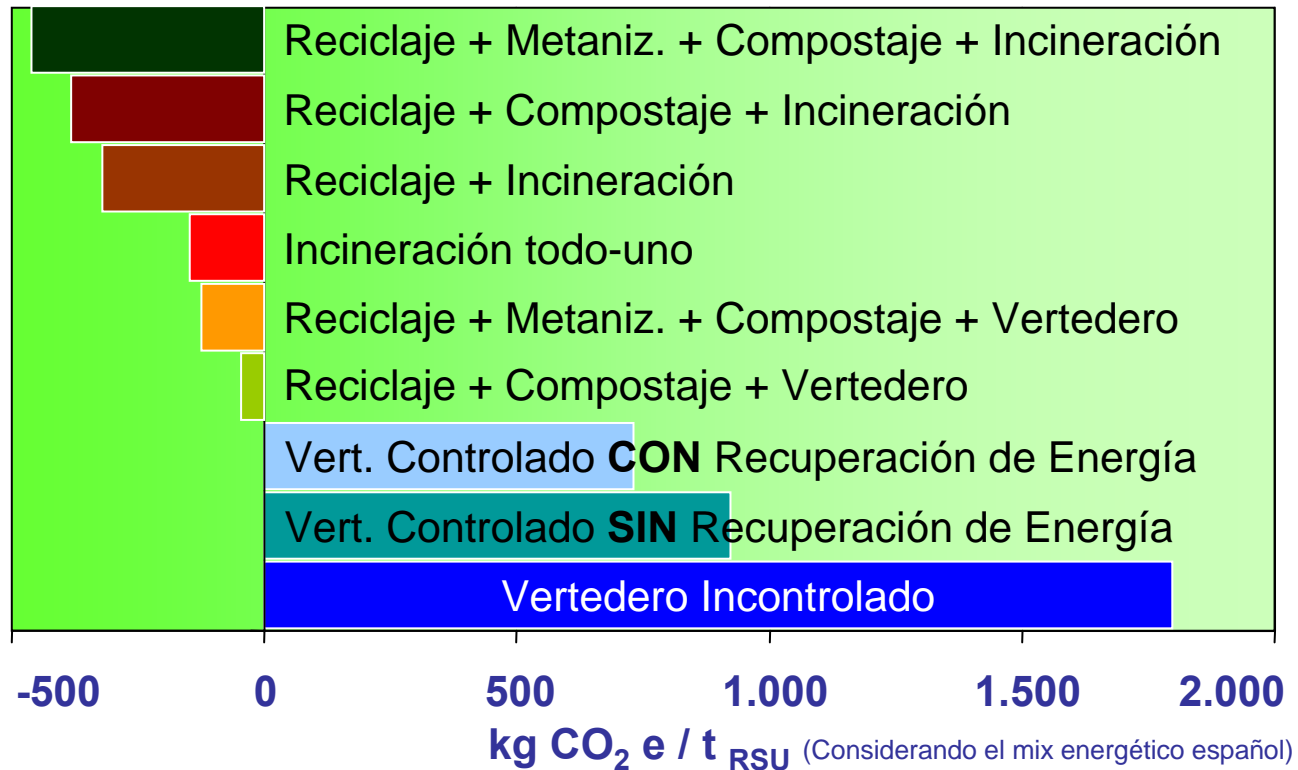
Emisiones de CO₂ en España por Sectores (2006)



Fuente: Evolución de los gases de efecto invernadero en España (1990-2006) Informe de CCOO/ World Watch, Abril 2007

- Las $1,92 \cdot 10^6$ t de RU incineradas en España evitaron la emisión de $0,29 \cdot 10^6$ teq CO₂ si consideramos que se evitan 150 Kg CO₂ eq por tonelada de RU incinerado
- Las $16,01 \cdot 10^6$ t destinadas a vertedero emitieron:
 - $12,01 \cdot 10^6$ teq CO₂ si consideramos vertedero con recuperación de energía (750 Kg CO₂ eq emitida por tonelada de RU vertida)
 - $14,73 \cdot 10^6$ teq CO₂ si consideramos vertedero sin recuperación de energía (920 Kg CO₂ eq emitida por tonelada de RU vertida)

Emisiones CO₂ según tipo tratamiento

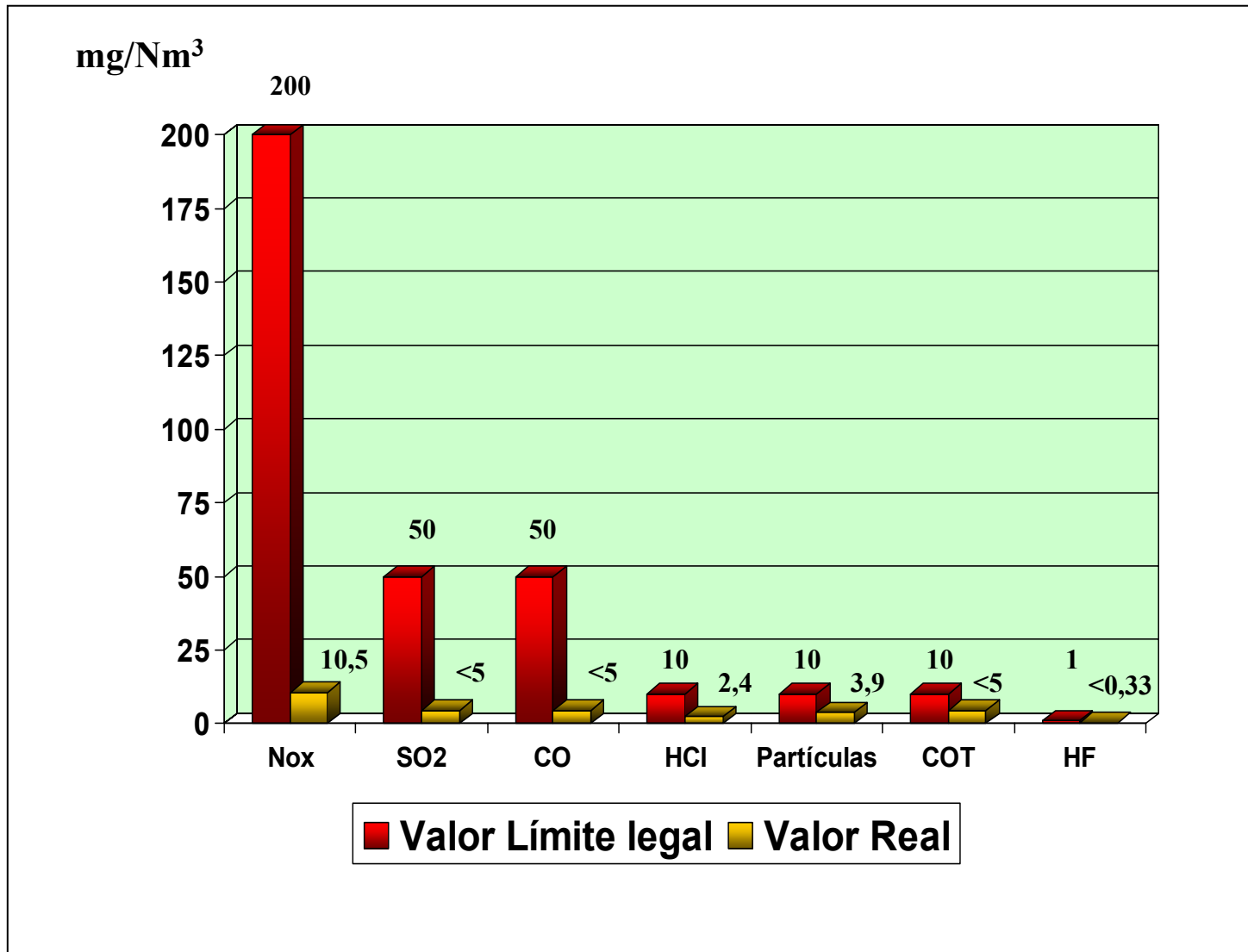


- Caso español 22 MM t RSU producidas:
 - Sistemas de tratamiento actuales: 6,3 MM t CO₂ eq. emitidas (+)
 - Sistemas de tratamiento optimizados: 5,7 MM t CO₂ eq. ahorradas (-)
- Ahorro neto → 12 MM t CO₂ eq.

CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE LAS PLANTAS INCINERADORAS DE RSU DE MADRID, MALLORCA Y CANTABRIA EN EL AÑO 2007

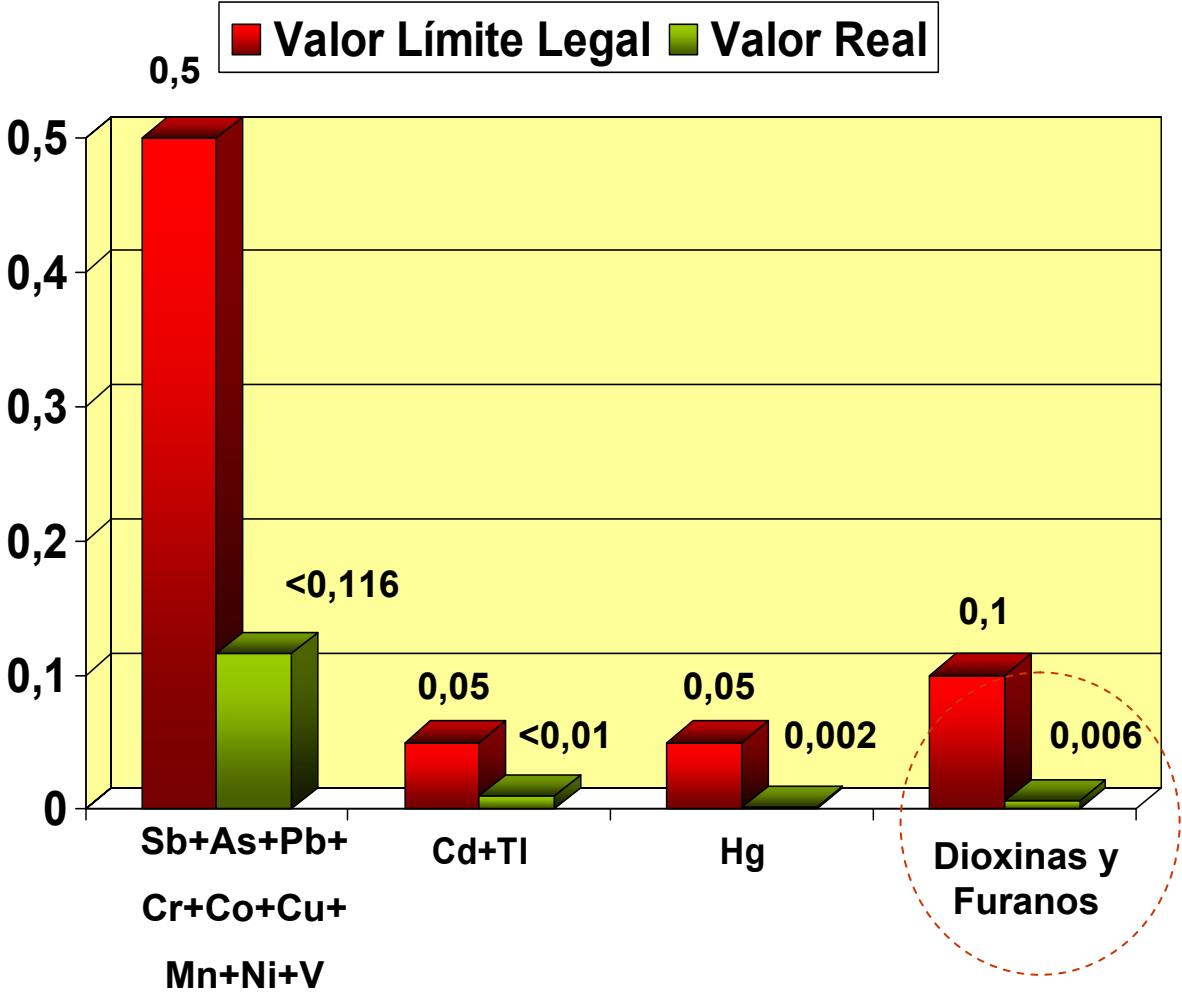
Parámetros Controlados	Limites fijados	Media diaria origen año 2007		
		Madrid	Mallorca	Cantabria
CO (mg/Nm ³)	50	21'3	12'5	10'7
COV (mgCOT/Nm ³)	10	0'6	5	2'06
HCL (mg/Nm ³)	10	4'0	2'3	4'16
Particulas (mg/Nm ³)	10	2'1	2'4	0'76
SO2 (mg/Nm ³)	50	0'04	23'5	2'71
Nox (mgNO 2/ Nm³)	200	108'2	65'2	148'8
HF ((mg/Nm ³)	1	0'04	0'04	0'33
Cd+Tl (mg/Nm ³)	0'05	<0'025	0'0049	0'011
Hg (mg/Nm ³)	0'05	<0'001	0'00033	0'001
Ni+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+				
Sb+V(mg/Nm ³)	0'5	<0'123	0,0625	0'115
Dioxinas y furanos (ng-Iteq/Nm ³)	0'1	0'008	0'019	0'004

Emisión de Contaminantes TIRME 2006



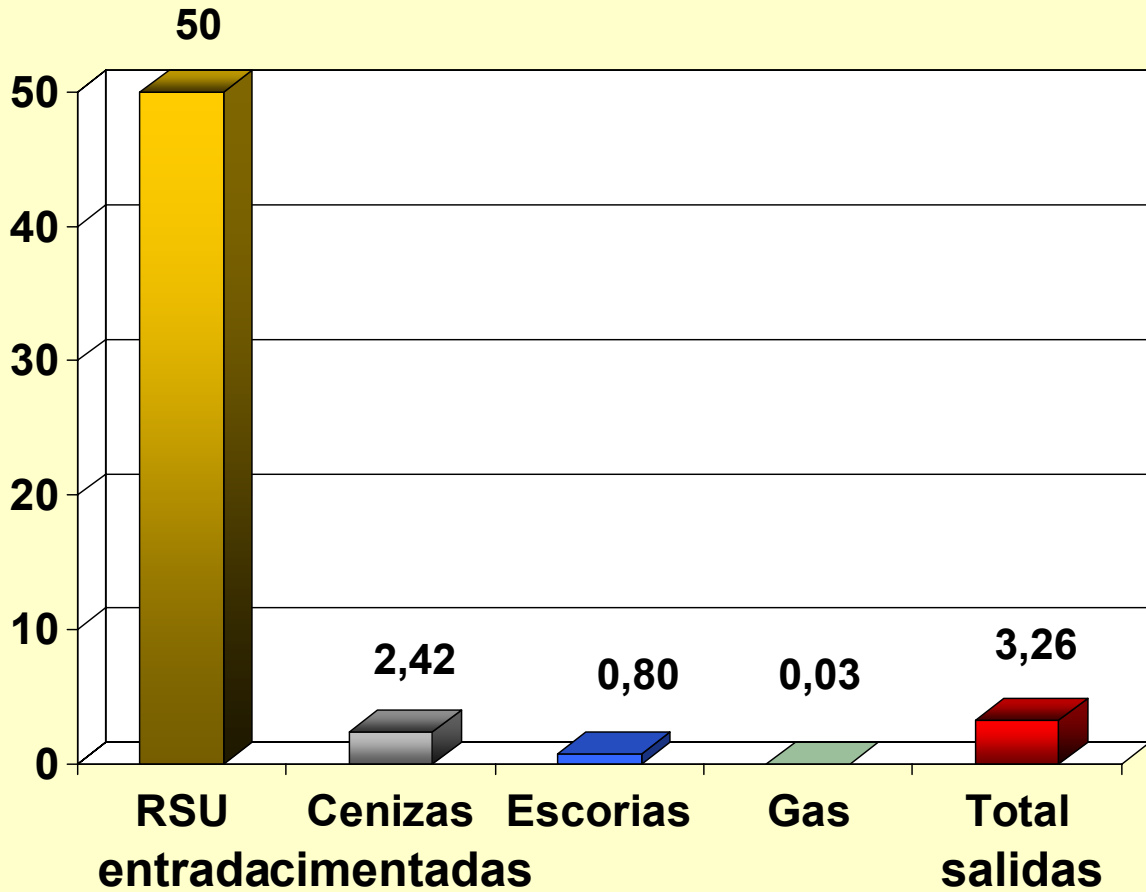
Emisión de Contaminantes TIRME 2006

mg/Nm³



Balance de Dioxinas y Furanos Tirme 2006

$\mu\text{g} - \text{iTEC/t RSU}$



salidas

COMPARACIÓN DE EMISIONES PROCEDENTES DE INCINERACIÓN DE R.S.U. Y OTRAS FUENTES - LIMITES DE EMISIONES EN VALORES DIARIOS

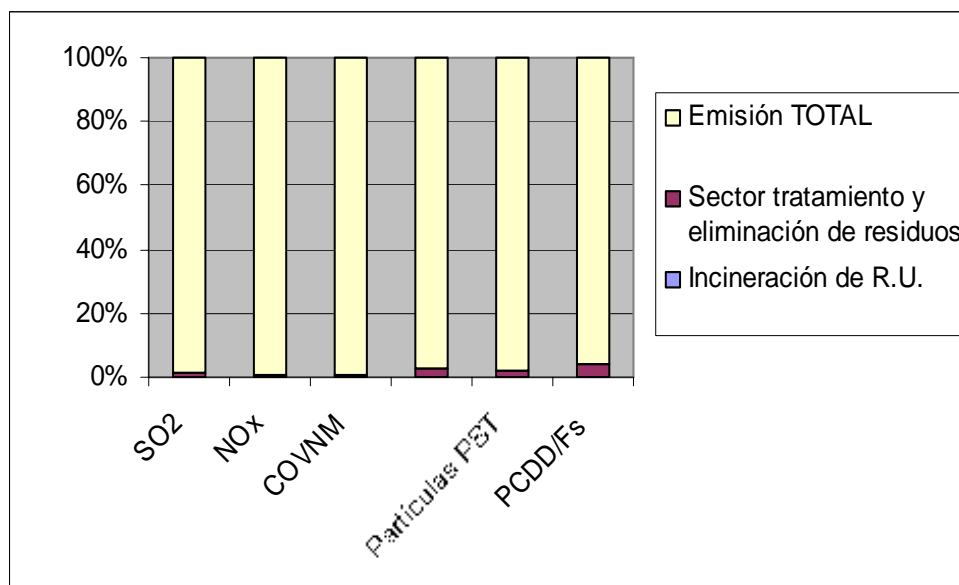
	NOx t/año	SOx t/año	CO t/año	Partículas t/año	HCl. t/año	COV t/año	Dioxinas y Furanos
1. Según directiva europea 2000/76/CE	200 mg/Nm ³ 2.316 t/año	50 mg/Nm ³ 579 t/año	50 mg/Nm ³ 579 t/año	10 mg/Nm ³ 115,8 t/año	10 mg/Nm ³ 115,8 t/año	10 mg/Nm ³ 115,8 t/año	0,1 ng/Nm ³ ITQ 1,158 g/año ITQ
2. Emisiones reales incineradoras	130 mg/Nm ³ 1.505 t/año	5 mg/Nm ³ 57,9 t/año	15 mg/Nm ³ 173,7 t/año	5 mg/Nm ³ 57,8 t/año	7 mg/Nm ³ 81 t/año	1,9 mg/Nm ³ 22 t/año	0,05 ng/Nm ³ ITQ 0,579 g/año ITQ
3. Según valores reales en España año 2002 MIMAM	1.485.675 t/año	1.541.770 t/año	2.908.523 t/año	321.269 t/año	No hay datos	2.710.149 t/año	141 I.T.Q. g/año
Porcentaje 1/3	0,155 %	0,037 %	0,02 %	0,036 %		0,004 %	0,82 %
Porcentaje 2/3	0,1 %	0,004 %	0,006 %	0,02 %		0,001 %	0,41 %

Toneladas incineradas en España: Para cálculo de cantidades de gases 6000 Nm³/t

- La Plana (Gerona)	8.000 t/año	0'4 Mw de potencia
- Melilla	40.000 t/año	2'0 Mw de potencia
- San Adrián de Besós (Barcelona)	250.000 t/año	23'0 Mw de potencia
- Mataró (Barcelona)	144.000 t/año	11'1 Mw de potencia
- Gerona	40.000 t/año	2'0 Mw de potencia
- Tarragona	125.000 t/año	7'5 Mw de potencia
- Mallorca	280.000 t/año	21'0 Mw de potencia
- Madrid	205.000 t/año	29'0 Mw de potencia
- Sogama (La Coruña)	500.000 t/año	45'0 Mw de potencia
- Zabalgardi (Bilbao)	228.000 t/año	17'0 Mw de potencia
- Meruelo (Cantabria)	110.000 t/año	9'0 Mw de potencia
<hr style="width: 100%; margin-top: 10px;"/>		
- Total	1.930.000 t/año	167'0 Mw de potencia

EMISIONES EN ESPAÑA: CORINE 2003

	<i>SO2(t)</i>	<i>NOx(t)</i>	<i>COVNM (t)</i>	<i>CO(t)</i>	<i>Partículas PST(t)</i>	<i>PCDD/Fs (g)</i>
Emisión TOTAL	1328407	1553266	2735346	2517597	300638	131
Sector tratamiento y eliminación de residuos	14001	6201	27338	76298	6280	5,7
Correspondiente a la Incineración RU	154	2526	47	307	58	0,3

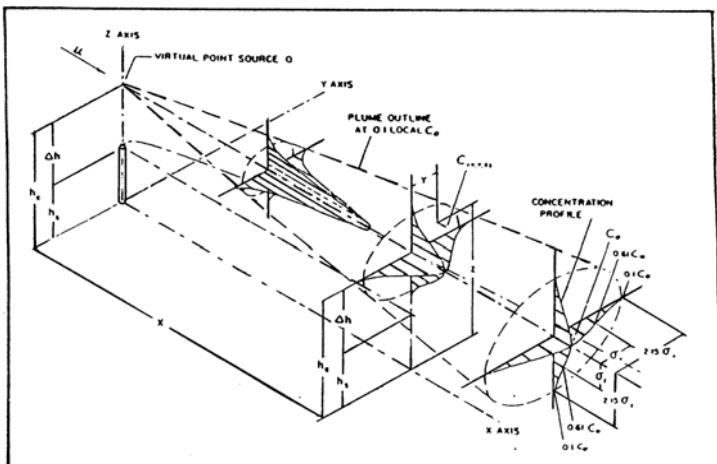


Fuente: "Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera" (CORINE) Ministerio de Medioambiente (Secretaría general para la prevención de la contaminación y del cambio climático) Datos correspondientes a 2003.

La incineración es una técnica fiable

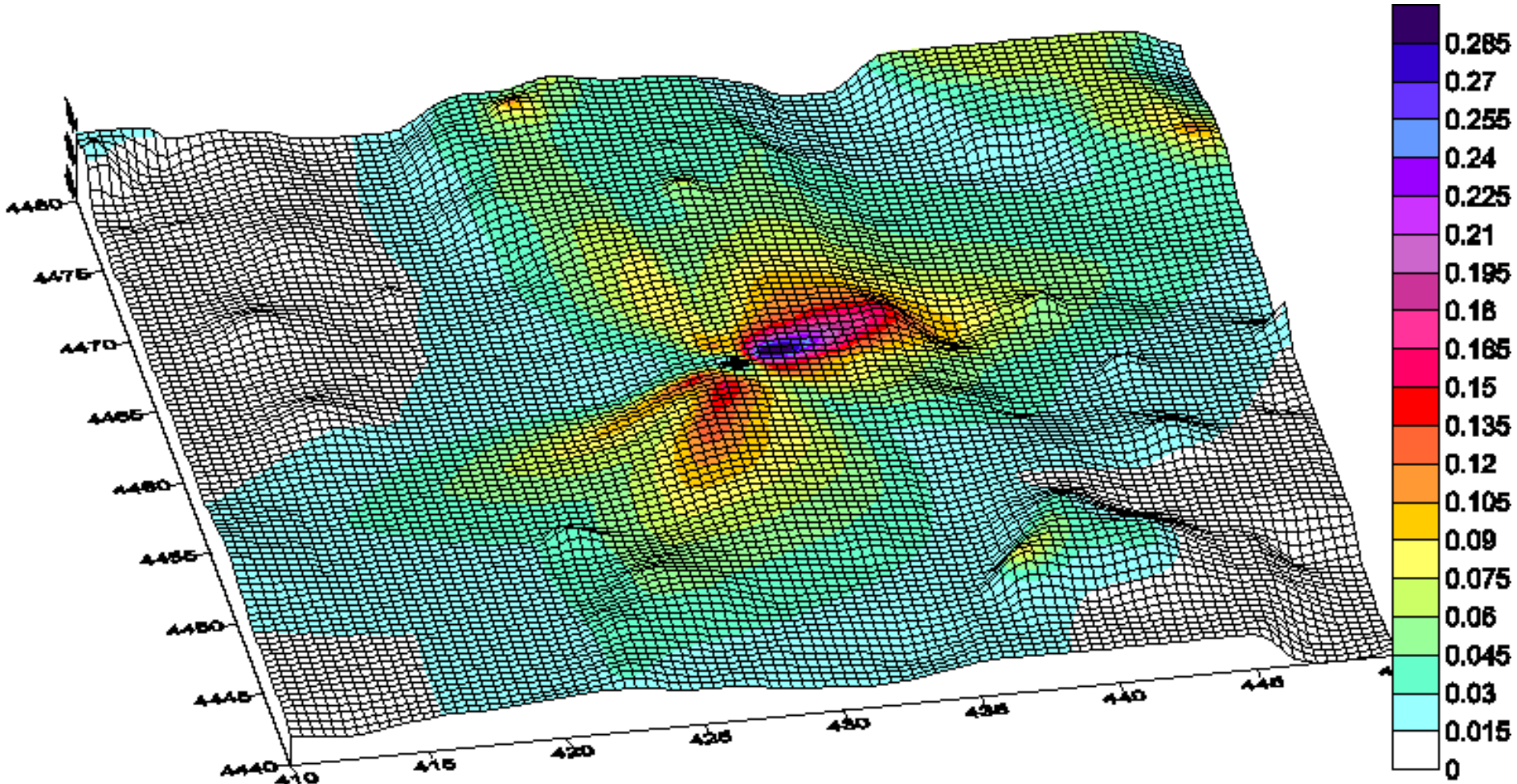
	PCDD + PCDF ^d [kg/a]	CO2 ^{a,b+d} [t/a]	NOx ^a [t/a]	SOx ^d [t/a]	Cd ^d [t/a]	Hg ^d [t/a]	Partículas ^a [t/a]
AUSTRIA							
Total emisiones	0,05245	69.670.000	204.467	35.962	1	1	64.807
Emisiones de PIB	0,00002 0,04%	268.894 0,39%	304 0,15	15 0,04%	0 0,25%	0,01 1,04%	3,33 0,01%
ALEMANIA							
Emisiones totales	0,309	859.000.000	1.499.499	610.596	11	28	208.965
Emisiones de PIB	0,00038 0,12%	4.926.187 0,57%	5.573 0,37%	277 0,05%	0,05 0,43%	0,18 0,65%	61,03 0,03%
SUECIA							
Total emisiones	0,04453	54.752.880	242.303	57.942	0,52	1	87.168
Emisiones de PIB	0,00005 0,11%	607.252 1,11%	687 0,28%	34 0,06%	0,01 1,12%	0,02 3,32%	7,52 0,01%
ITALIA							
Total emisiones	0,2395	468.960.850	1.316.570	709.270	16	10	400.000
Emisiones de PIB	0,0001 0,04%	1.276.403 0,27%	1.444 0,11%	72 0,01%	0,01 0,08%	0,05 0,47%	15,81 0,00%
REP. CHECA							
Total emisiones	0,6204	123.047.960	318.230	237.382	2,74	2,76	76.107
Emisiones de PIB	0,00002 0,00%	234.870 0,19%	266 0,08%	13 0,01%	0 0,08%	0,01 0,31%	2,91 0,00%
NORUEGA							
Total emisiones	0,03142	40.945.150	212.978	22.074	1	1	77.104
Emisiones de PIB	0,00002 0,08%	320.786 0,78%	363 0,17%	18 0,08%	0 0,45%	0,01 1,30%	3,97 0,01%
PROMEDIO	0,07%	0,55%	0,19%	0,04%	0,40%	1,18%	0,01%

Estudio teórico de dispersión atmosférica

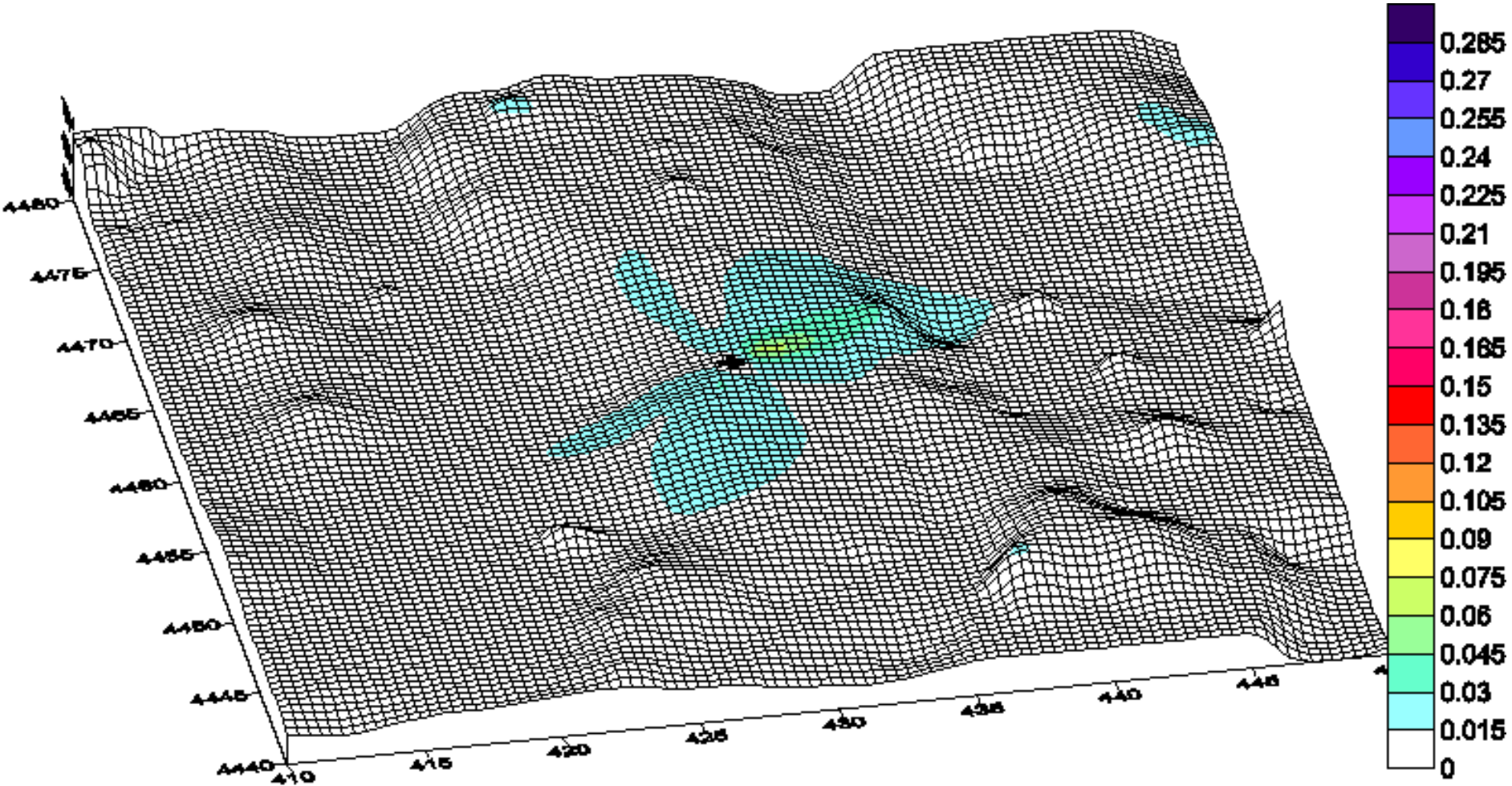


Capacidad	1000	t/día
Caudal	208300	Nm ³ /h
Temp. Emisión	157	°C
Caudal	328000	m ³ /h
Velocidad emisión	12	m/s
Altura chimenea	40	m
Diámetro	3,1	m

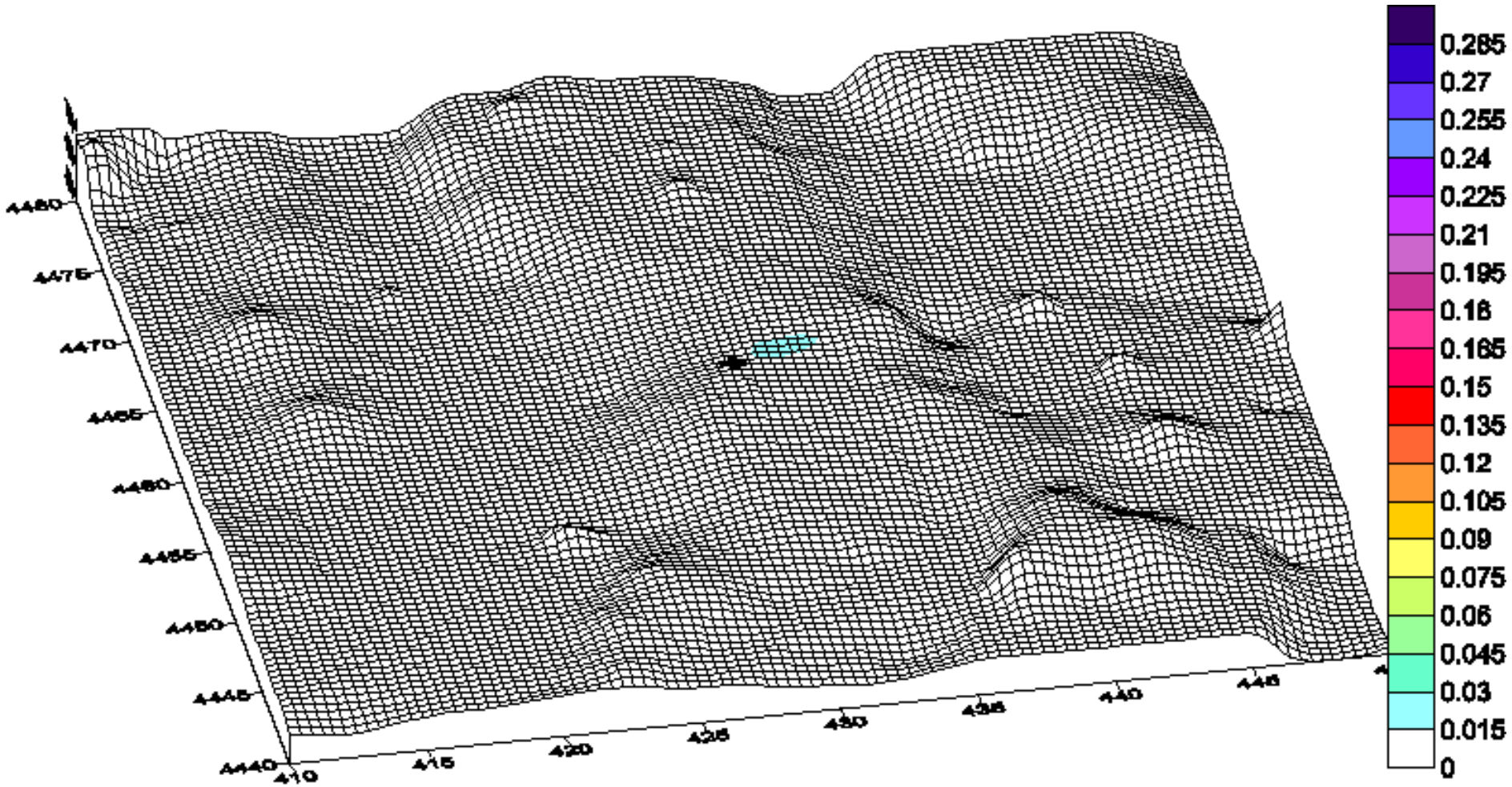
Legislación Española 1975: límite de emisión PST 150 mg/m³



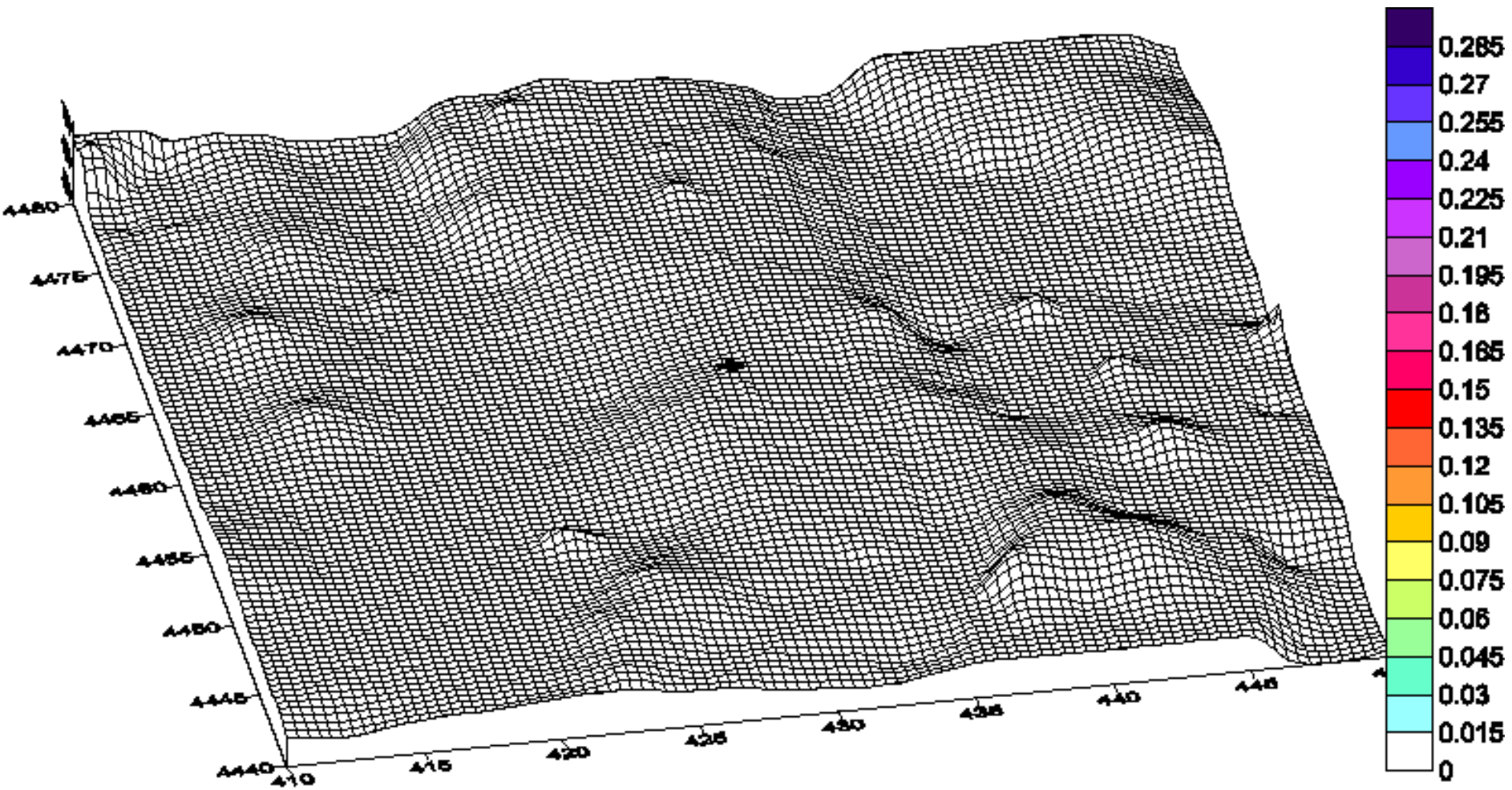
Legislación de la Unión Europea 1989: límite de emisión PST 30 mg/m³



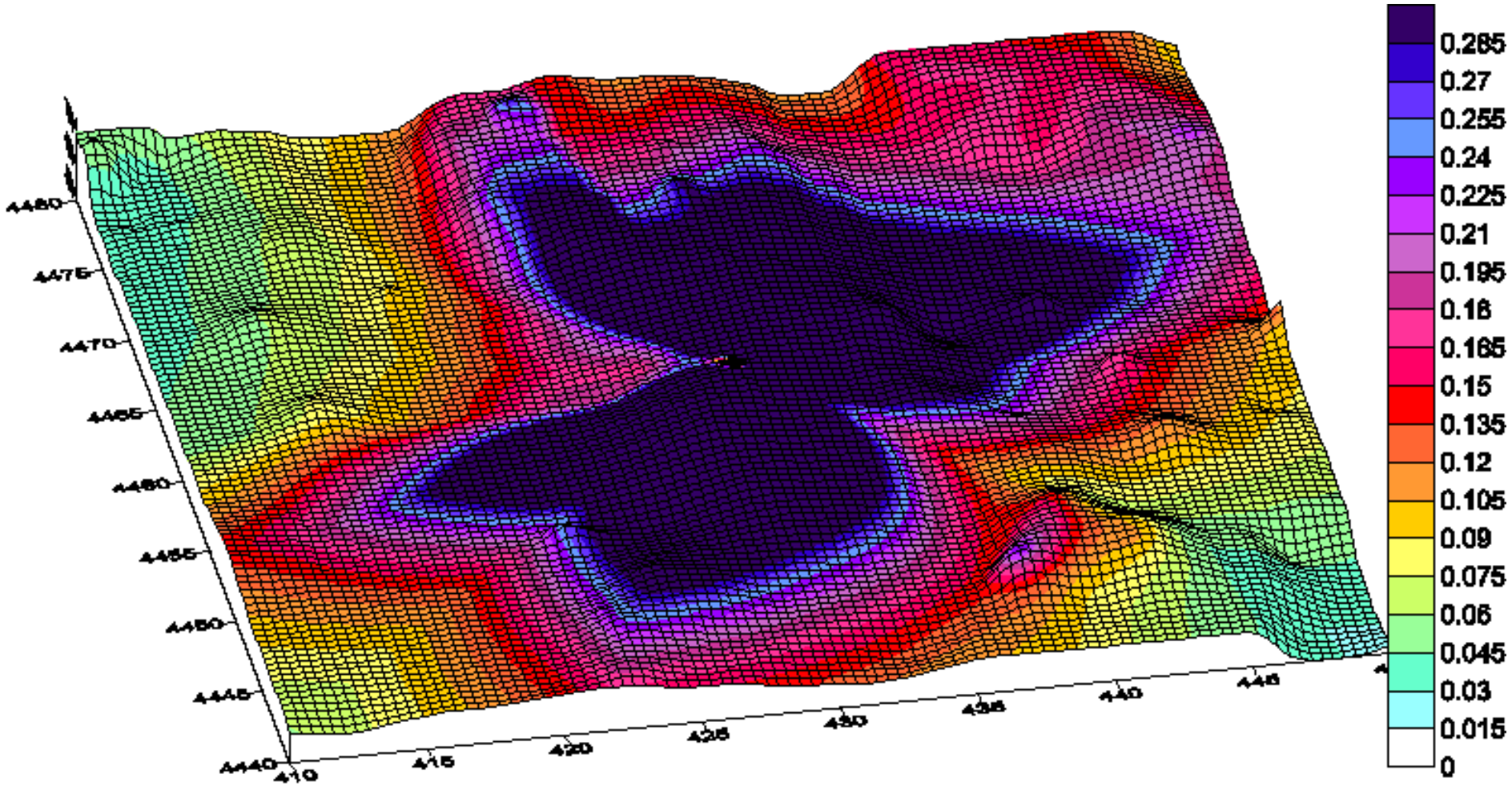
Legislación de la Unión Europea 2000: límite de emisión PST 10 mg/m³



Tecnología actual: emisión PST 5 mg/m³

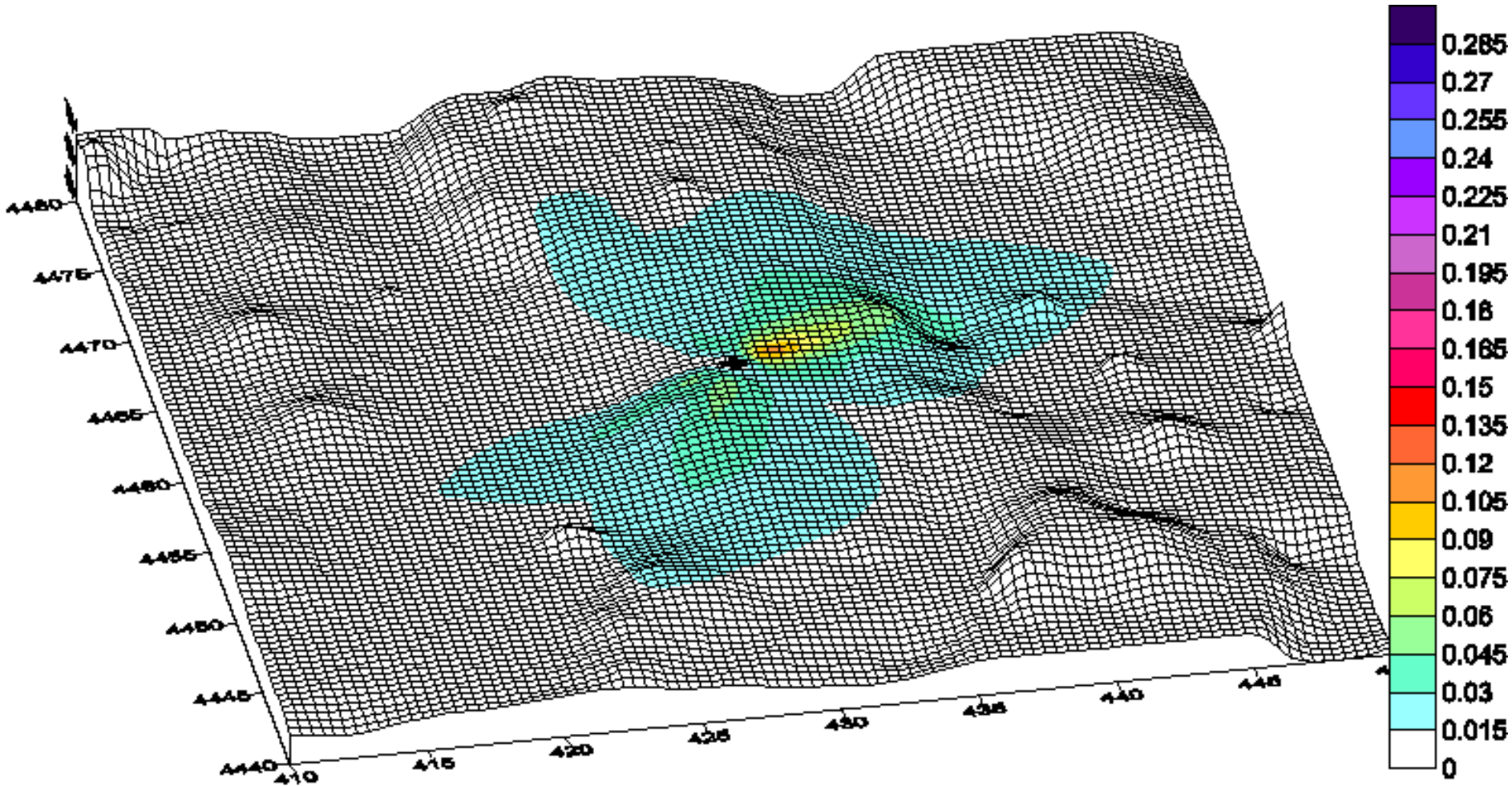


Legislación Española 1975: emisión HC1 1000 mg/m³



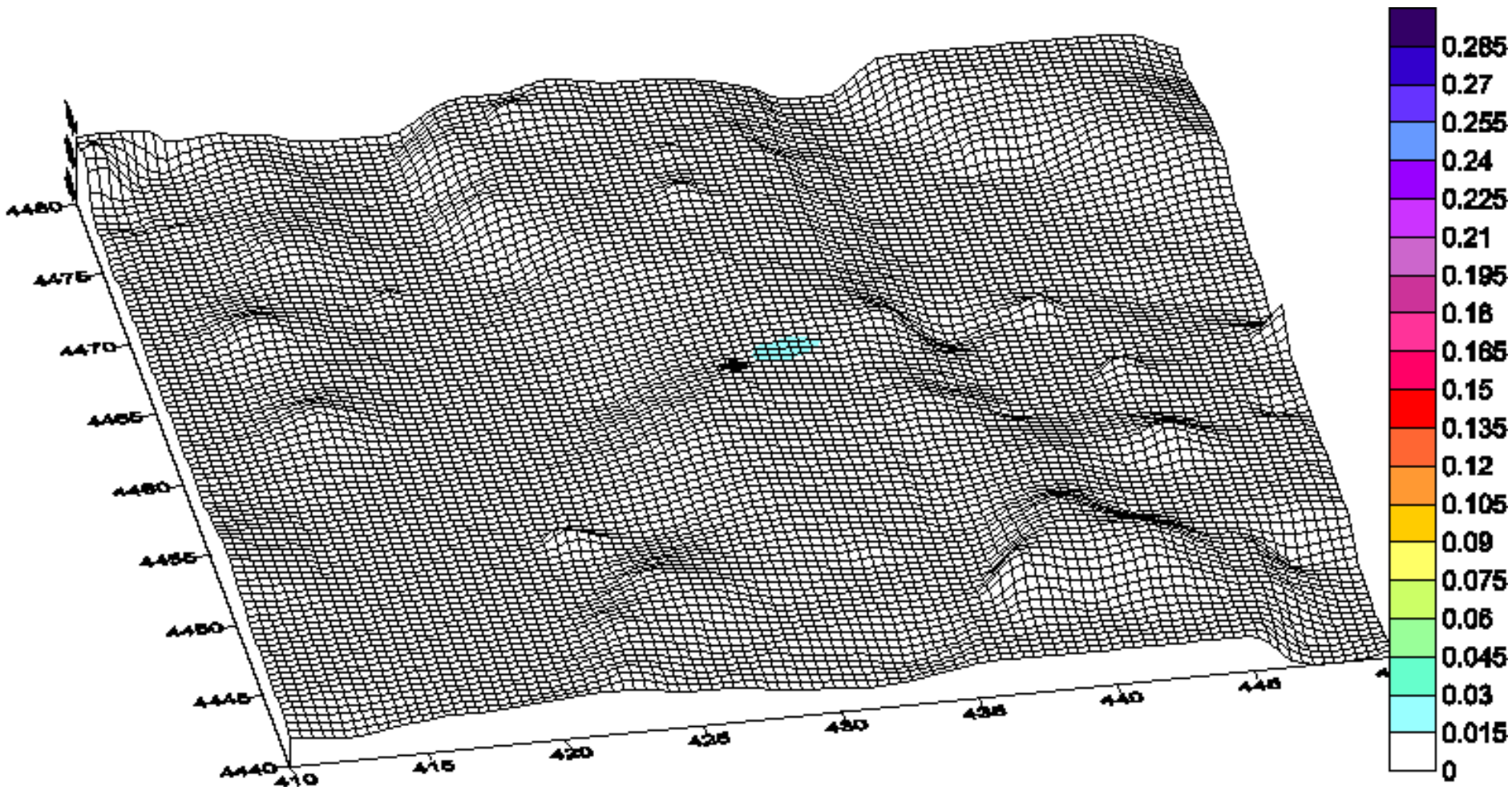
Legislación de la Unión Europea 1989: límite de emisión HCl 50 mg/m³

55

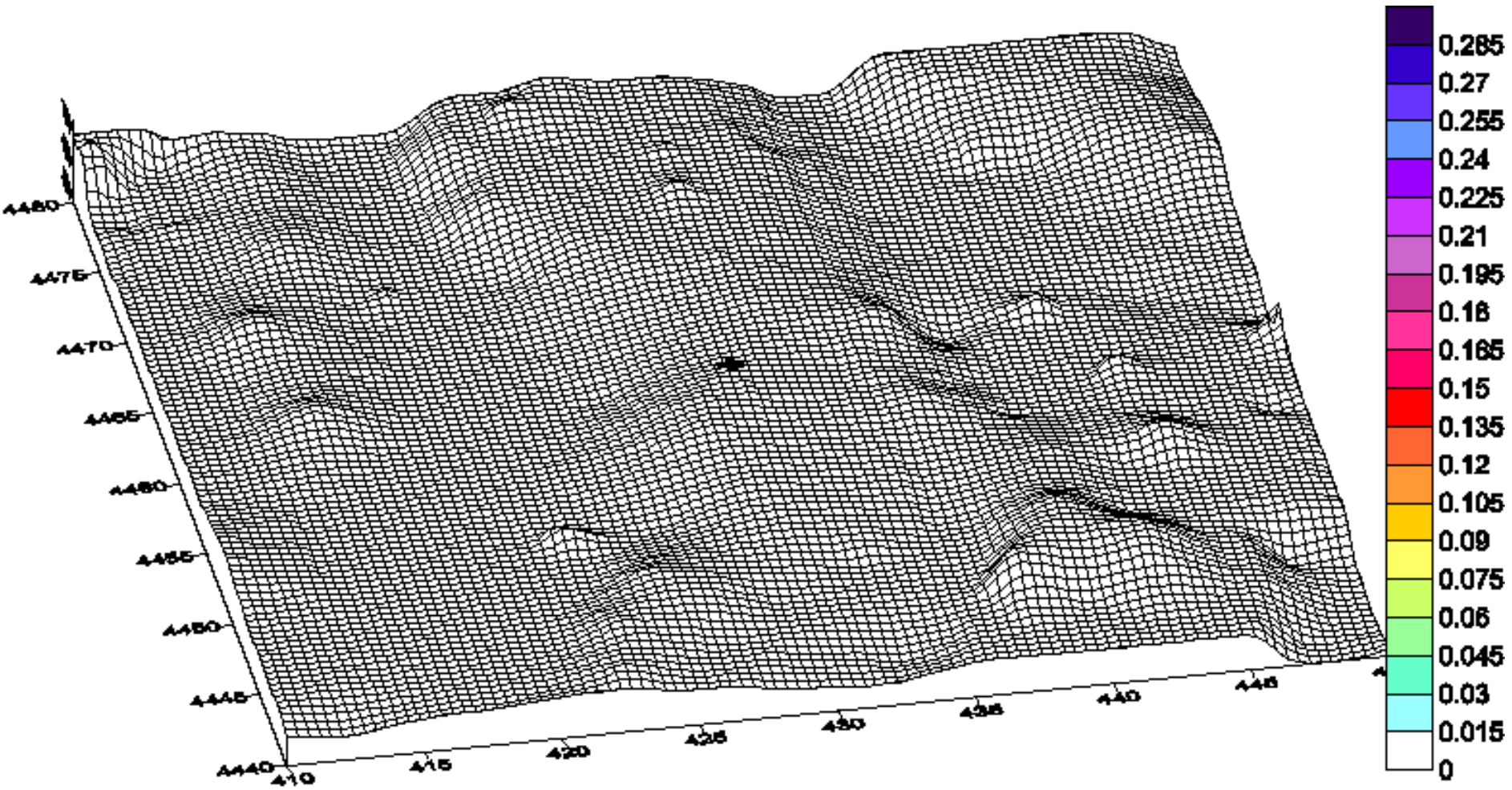


Legislación de la Unión Europea 2000: Límite de emisión HCl 10 mg/m³

56

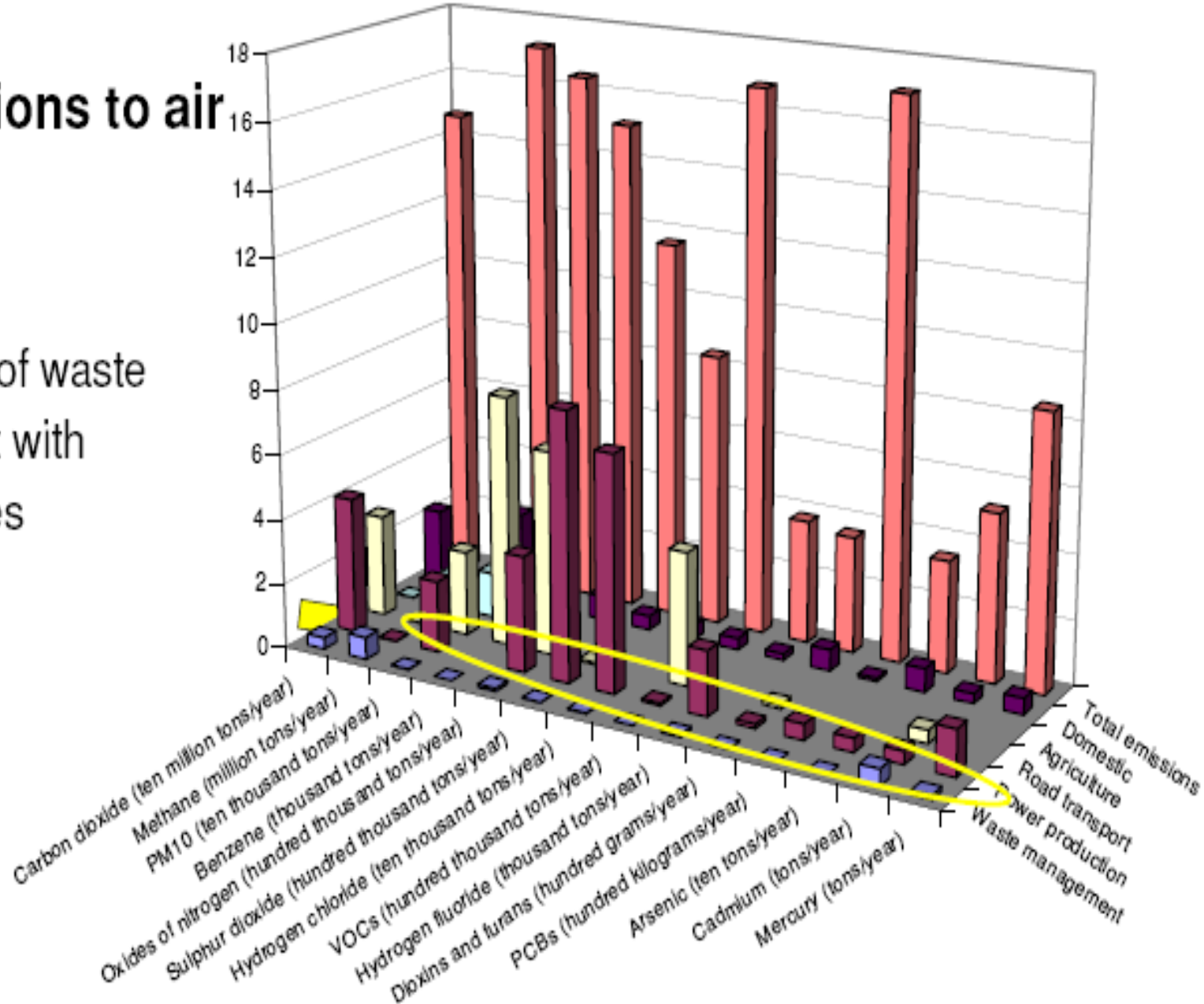


Tecnología actual: emisión HCl 5 mg/m³



Emissions to air

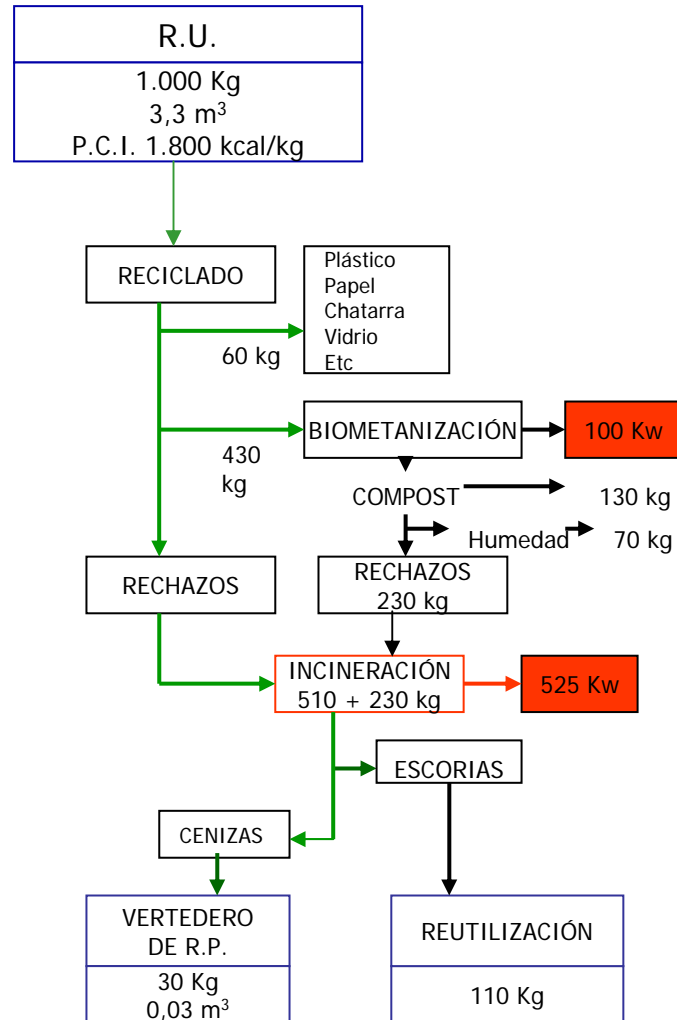
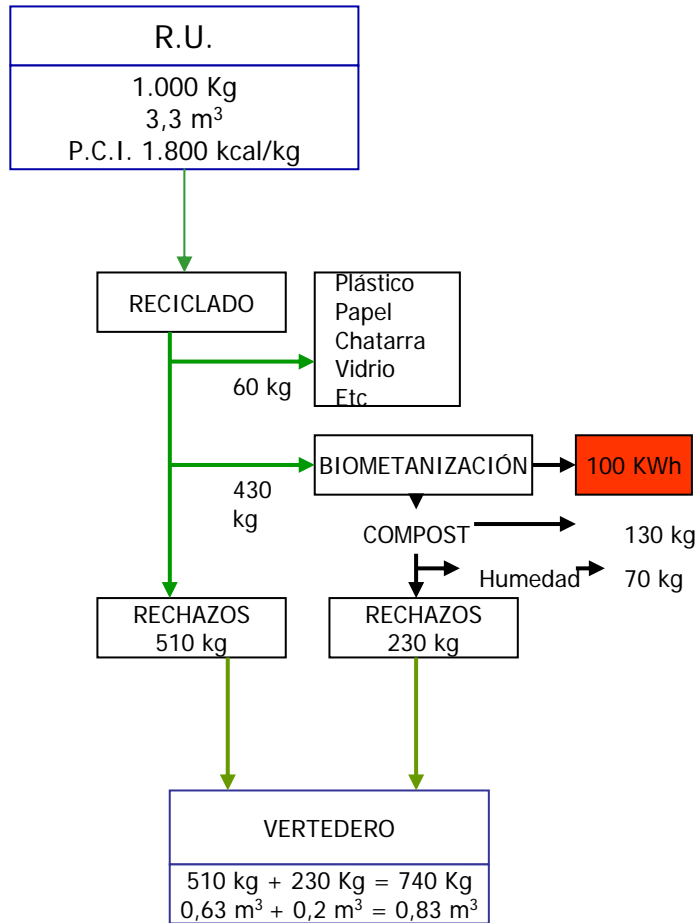
Comparison of waste management with other activities



■ Waste management
 ■ Power production
 ■ Road transport
 ■ Agriculture
 ■ Domestic
 ■ Total emissions

- 1. Aspectos / Realidades de los Residuos Sólidos Urbanos
 - 1.1. Legal – Directivas – Guías – Principios
 - 1.2. Generación – Cantidades – Procesos
 - 1.3. Medio Ambiente – Emisiones
 - 1.4. Energía Posible
 - 1.5. Social – Público
 - 1.6. Económico – Coste / Beneficio

La incineración es complementaria del reciclaje





WASTE HIERARCHY

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY



ENERGY HIERARCHY



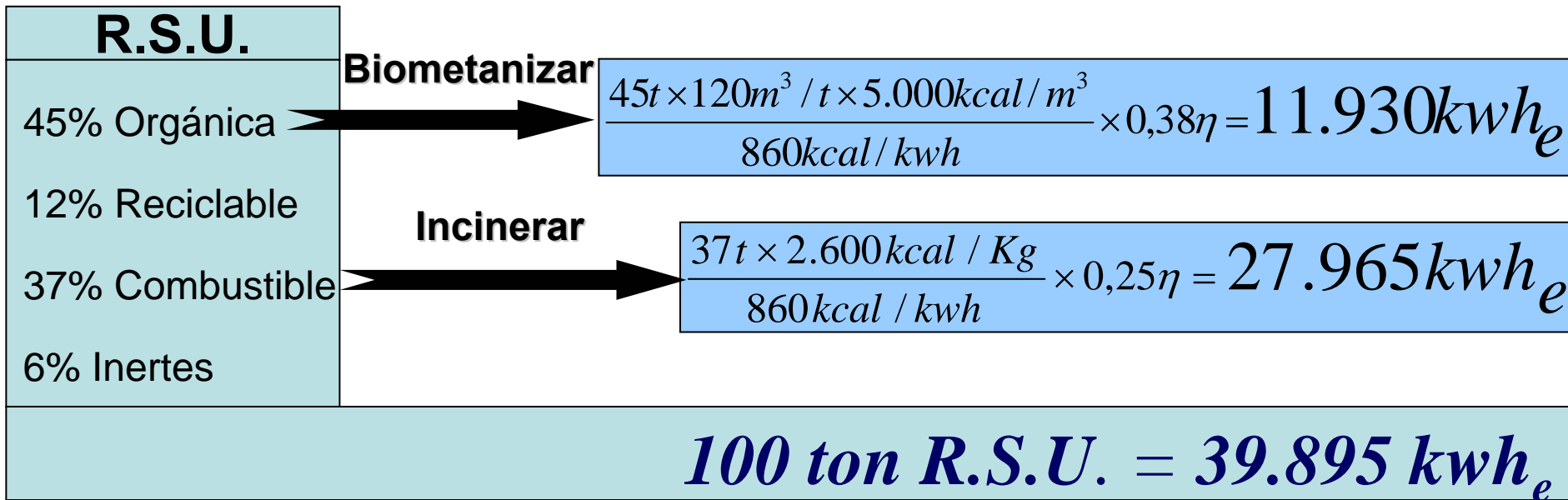
ENERGY EFFICIENCY



TAKING SUSTAINABLE USE OF RESOURCES FORWARD:
A THEMATIC STRATEGY ON THE PREVENTION & RECYCLING OF WASTE

CLIMATE CHANGE 2007: MITIGATION ON CLIMATE CHANGE,
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

ENERGÍA ELÉCTRICA DE LOS RSU



- **4,4%** Energía Eléctrica generada en España en 2001
- **64%** de la Energía Hidráulica (>10 Mw) generada en España en 2001
- **2.799 Ktep**
- Energía eléctrica para todos usos de una ciudad de **2.100.000 hab**

$$\begin{aligned}
 & (*) 24.500.500 \text{ t}_{\text{RSU}} \\
 & \quad \times \\
 & \quad 39.895 \text{ kwh}_e \\
 & \quad = \\
 & \quad \mathbf{9.774,3 \text{ Gwh}_e/a}
 \end{aligned}$$

A.Maíllo

(*) Producción de RSU en España 2001

FÓRMULA PROPUESTA SOBRE CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE INCINERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

$$T \geq \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0.97 \times (E_w + E_f)}$$

T = 0'6 para Instalaciones Existentes con permiso antes 01-01-2009

T= 0'65 para nuevas instalaciones donde:

$E_p = 2'6 E_{\text{eléctrica-producida}} + 1'1 E_{\text{térmica-export}}$

Ef = Energía anual entrada con combustibles que produzcan vapor

Ew = Energía total de los R.S.U. = P. C.I. x t/año

Ei = Pérdidas de Energía por radiación y cenizas

Observaciones:

-No tiene en cuenta las condiciones locales

-Termodinamicamente no es correcto que el mismo concepto figure en el numerador y denominador (Ef)

-No tiene en cuenta el tamaño o capacidad de la planta

-No tiene en cuenta el poder calorífico inferior del residuo

-Deja fuera a casi todas las plantas antiguas

-En los países cálidos no se puede utilizar el calor residual como District Heating en los Países fríos europeos (Heating Degree Days = España, 1856/ Medio UE=3386)

CANTIDADES ESTIMADAS DE REDUCCIÓN POR AÑO DE CO₂ Y GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROCEDENTES DEL RECHAZO DE RSU DE LOS 27 PAÍSES DE LA U.E. – AÑO 2004

ESCENARIO 1: Se recicla el 60% de los RSU generadas y se incinera el 40% restante. Incremento 2% anual.

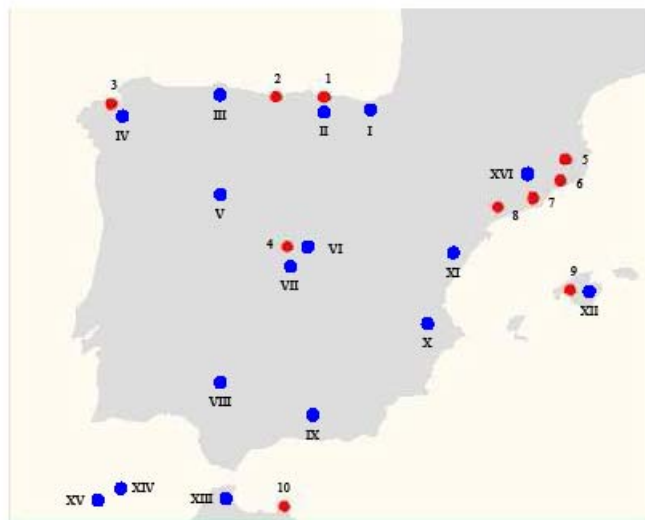
ESCENARIO 2: Se estabiliza la generación de RSU al nivel del año 2004 (537 Kg/h y año).

NOTA: Se han descontado los 43 millones de t/a que ya se incineran en los 27 países de la U.E. al año 2004 con recuperación de energía.

Estado Miembro	ESCENARIO 1 Cantidad de residuo disponible para <u>nuevas</u> instalaciones de incineración (por 1000 t.)	Reducción de CO ₂ por año (por 1000t.)	Producción potencial de Energía Eléctrica del residuo disponible PCI=10 MJ/t/Rto=26%	ESCENARIO 2 Cantidad de residuo disponible para <u>nuevas</u> instalaciones de incineración (por 1000t.)	Reducción de CO ₂ por año (por 1000t.)	Producción potencial de Energía Eléctrica del residuo disponible.
ALEMANIA	14.509	6.446	10.497'3 Gwh/a	8.171	3.630	5.911'7 Gwh/a
AUSTRIA	1588	705	1.148'9 Gwh/a	934	415	675'7 Gwh/a
BÉLGICA	973	432	703'9 Gwh/a	349	155	252'5 Gwh/a
BULGARIA	1.940	862	1.403'6 Gwh/a	1.470	653	1063'5 Gwh/a
CHIPRE	282	125	204'1 Gwh/a	213	95	154'1 Gwh/a
REP. CHECA	1101	489	796'6 Gwh/a	737	328	533'2 Gwh/a
DINAMARCA	0	0	0	0	0	0
ESLOVAQUIA	708	315	512'2 Gwh/a	520	231	376'2 Gwh/a
ESLOVENIA	443	197	121'2 Gwh/a	331	147	90'5 Gwh/a
ESPAÑA	13.023	5.785	9.412'1 Gwh/a	9.435	4.191	6.826'2 Gwh/a
ESTONIA	320	142	231'5 Gwh/a	243	108	175'8 Gwh/a
FINLANDIA	1019	453	737'2 Gwh/a	715	318	517'3 Gwh/a
FRANCIA	7151	3177	5.173'7 Gwh/a	2653	1179	1.919'4 Gwh/a
GRECIA	2524	1121	1.826'1 Gwh/a	1912	850	1.383'3 Gwh/a
HUNGRÍA	2490	1106	1.801'5 Gwh/a	1835	815	1.327'6 Gwh/a
IRLANDA	1848	821	1.337'0 Gwh/a	1.400	622	1.012'9 Gwh/a
ITALIA	12.913	5736	9.342'6 Gwh/a	8.926	3.965	6.458'0 Gwh/a
LETONIA	353	157	255'4 Gwh/a	261	116	188'8 Gwh/a
LITUANIA	666	296	481'9 Gwh/a	504	224	364'6 Gwh/a
LUXEMBURGO	37	17	26'8 Gwh/a	0	0	0
MALTA	121	54	87'5 Gwh/a	91	41	65'8 Gwh/a
NEDERLAND (HOLANDA)	1.942	863	1.405'0 Gwh/a	644	286	465'9 Gwh/a
POLONIA	5.086	2259	3.679'7 Gwh/a	3.834	1.703	2773'9 Gwh/a
PORTUGAL	1.395	620	1.009'3 Gwh/a	813	361	588'2 Gwh/a
REINO UNIDO	16.047	7.129	11.610'0 Gwh/a	11.462	5.092	8.292'8 Gwh/a
RUMANIA	4.333	1925	3.134'9 Gwh/a	3.283	1458	2.375'3 Gwh/a
SUECIA	251	112	181'6 Gwh/a	0	0	0
E.U. 27	93.002.000 t/año	41.315	67.286'9 Gwh/a	59.912.000 t/a	26.615	43.346'3 Gwh/a

Fuente Informe: F.Fact/kw/2006.023

MAPA DE ESPAÑA ACTUAL Y FUTURO PREVISIBLE



PLANTAS DE INCINERACIÓN DE R.S.U. ESPAÑOLAS

ACTUALES

- 1.- Planta de Bilbao
- 2.- Planta de Cantabria
- 3.- Planta de SOGAMA
- 4.- Planta de Madrid
- 5.- Planta de Gerona
- 6.- Planta de Mataró
- 7.- Planta de S. Adrián de Besós
- 8.- Planta de Tarragona
- 9.- Planta de Mallorca
- 10.- Planta de Melilla

Toneladas tratadas ≈ 2 Mill. t/año.

PREVISITAS NECESARIAS

- I.- Planta de Guipuzcoa
- II.- Ampliación planta de Bilbao
- III.- Planta de Asturias
- IV.- Ampliación de SOGAMA en Coruña u Orense
- V.- Planta de Castilla-León
- VI.- Planta ampliación de TIR MADRID
- VII.- Planta Comunidad de Madrid
- VIII.- Planta de Andalucía Occidental
- IX.- Planta de Andalucía Oriental
- X.- Planta de Valencia Sur
- XI.- Planta de Valencia Centro-Norte
- XII.- Ampliación planta de Mallorca (En ejecución)
- XIII.- Planta de Ceuta (pequeña)
- XIV.- Planta de Isla de Tenerife
- XV.- Planta de Isla de Las Palmas de Gran Canaria
- XVI.- Planta de Cataluña y posible ampliación de existentes (Gerona, Tarragona)

Previsión capacidad a tratar: 4,5 Mill. t/año.

TOTAL PREVISTO EN ESPAÑA: 6,5 Mill. t/año <> 25%; Media europea actual: 28%

Resumen y Conclusiones

En todo lo anterior se ha tratado de explicar

1º. Que debido a la gran cantidad de R.S.U. generados en España y al gran porcentaje que esa cantidad se envía a VERTEDERO, es necesario y obligatorio según Directiva de VERTEDEROS, reducir esa cantidad que a la vez aumenta la vida de los mismos, dada la rápida colmatación de los existentes

2º. Que el proceso más adecuado para ello es la conjunción de Políticas de reciclaje de materiales unida a la Incineración del resto, cuyas ventajas son las siguientes:

- Es capaz de reducir drásticamente tanto el Peso (a 70/80%) y el Volumen (90%) dependiendo del material combustible de entrada
- Es una tecnología probada con más de 100 años de funcionamiento y que dispone de variantes que van desde la Parrilla plana refrigerada por aire, a los Rodillos; Parrilla plana refrigerada por agua, Lecho Fluidizado burbujeante. Lecho Fluidizado Circulante, Rotatorio dependiendo de la Potencia térmica del Residuo, etc.
- Las capacidades unitarias de proceso van desde: 1 a 50 t/hora y línea, lo cual da una gran flexibilidad de selección
- La recuperación del calor está casi en los límites técnicos: ~ 85% de la energía entrada: toneladas/hora por poder Calorífico Inferior. En este caso es uno de los procesos más eficientes (District Heating + E. Eléctrica)
- Los sistemas de tratamiento y Limpieza de Gases son de una gran eficacia, logrando reducción de los contaminantes que vienen con los residuos en porcentajes superiores todos al 90%. Es el proceso industrial mejor y más estrictamente controlado, tanto en condiciones de operación, como en emisiones
- Es una tecnología muy robusta que permite más de 20 años de amortización, con lo cual la incidencia de la inversión se reduce fuertemente

Resumen y Conclusiones

- La disponibilidad de estas instalaciones es superior al 85% y las más de las veces supera el 90% de las horas totales del año
- Esta disponibilidad da garantías de potencia eléctrica estable y predecible muy superiores a otras Fuentes Renovables (Eólicas, Solar, etc)
- Los riesgos laborales son muy reducidos, estando el personal muy bien instruido y de alta capacidad técnica.
- La economía de escala es fundamental para reducir costes
- La superficie necesaria es la menor comparada con Vertederos, Compostaje o Digestión Anaeróbica
- No existen efluentes líquidos si se utilizan sistemas de Limpieza de Gases Semisecos o Secos
- La energía eléctrica y el calor generado, sustituyen a la cantidad de combustible fósiles que se debería haberse utilizado para producir la misma energía
- Los Residuos Sólidos se reducen a ESCORIAS DE FONDO DE HORNO y CENIZAS VOLANTES Y PRODUCTOS DE NEUTRALIZACIÓN DE GASES ACIDOS

Los primeros se reutilizan como súbbase de carreteras o materia prima para Cementeras, pues están formadas por Oxido de diversos elementos (Calcio, Sílice, Magnesio, Sodio, etc.) que le ahorran emisiones de CO₂ a la fabricación de cemento

Quedan las CENIZAS VOLANTES ~ 4/6% del R.S.U. y que son considerados oficialmente como Residuos Peligrosos cuyo destino es el Vertedero de Seguridad. Sin embargo se están haciendo investigaciones, aplicando plasma u otros procedimientos para lograr la separación de sales, metales pesados y vitrificar el resto. Con ello se lograría acercarnos al “residuo CERO” que es la utopía buscada por todos los Sistemas de Tratamiento de R.S.U.

CONCLUYENDO

No todo puede ser reciclado indefinidamente

No todo tiene que ser incinerado

Pero todo debe ser tratado para recuperar materiales y energías

Parece Lógico que el residuo que no pueda ser reciclado de forma viable, técnica y económicamente, debería ser utilizado para generar energía de forma segura en lugar de ser enviado a Vertedero. De esta manera se ampliaría, de forma sustancial, la vida de estos a la vez que se reducirían las emisiones de Efecto Invernadero

No se trata de sembrar España de Incineradoras pero si parece claro, que existe la imperiosa necesidad de instalar entre 10 y 15 Plantas de tamaño medio/grande que resolverían el problema en aquellas áreas que necesitan con bastante urgencia reducir la cantidad de R.S.U. que envían ahora a Vertedero

Según el último libro del “Medio Ambiente en España 2006” hay 5 Comunidades Autónomas que enviaron más de 1.000.000 de toneladas a Vertedero, 4 que enviaron entre 500.0000 y 1 millón y 3 que enviaron entre 400.000 y 500.000 t/año

Sin duda entre ellas están las que necesitan sistemas de tratamiento que le permitan reducir drásticamente esas cantidades en un futuro próximo, pero deben tener en cuenta que una Planta Integral con Incineración y recuperación de Energía necesita un periodo de Gestación, Oferta, Construcción y Puesta en Marcha no inferior a 4/5 años

Muchas gracias