

e. n. adaro

ANALISIS DE LA SUSTITUCION DE COMBUSTIBLES  
POR RESIDUOS SOLIDOS (II FASE)

TOMO I : DATOS GENERALES, CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES

P.E.N.

Julio - 1984

empresa nacional adaro de  
investigaciones mineras, s.a.  
enadimsa

50266

TITULO	<u>ANALISIS DE LA SUSTITUCION DE COMBUSTIBLES</u> <u>POR RESIDUOS SOLIDOS (II FASE)</u> TOMO I : DATOS GENERALES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CLIENTE	P.E.N.
FECHA	Julio - 1984

Referencia: P-13110

Departamento: UNIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS

Responsable: JESUS GUERRERO GARCIA

I N D I C E

	<u>Págs.</u>
0.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	1
0.1.- CONCLUSIONES -----	2
0.2.- RECOMENDACIONES -----	7
1.- INTRODUCCION -----	8
2.- DATOS DE PARTIDA -----	10
3.- PLANTEAMIENTO Y METODOLOGIA -----	12
3.1.- PLANTEAMIENTO -----	13
3.2.- METODOLOGIA -----	13
3.3.- VOLUMEN DE LA MUESTRA -----	15
4.- RESULTADOS OBTENIDOS -----	16

-.-.-.-.-

0.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 0.1.- CONCLUSIONES

0.1.1.- La primera conclusión a tener en cuenta es el hecho de que el consumo nacional de energía primaria es no tablemente más alto que el que contempla el Balance Energético Nacional hoy día, debido a que en el mismo no se tiene en cuenta una fuente complementaria que aporta cerca del 6% del total del consumo.

La importancia de este sumando, hasta ahora ignorado, se pone de manifiesto en su comparación con los distintos elementos que componen el balance, situandose por encima de los epígrafes "Gas natural" y "Nuclear".

0.1.2.- De los desgloses contenidos en los tomos II y siguientes se desprende que la materia prima energética básica es la biomasa residual y fundamentalmente el capítulo de residuos forestales, que suponen más del 90% del total de combustibles residuales detectados en la encuesta.

Esta biomasa forestal se divide a su vez en dos capítulos:

- a) Primaria: representada por los residuos de poda, limpia y clareo que representan el 60% de la biomasa forestal empleada.
- b) Secundaria: representada por los residuos de la industria de la madera: corteza, viruta y serrín;

y por la industria papelera: corteza y lejias ne gras. Esta biomasa representa el 40% restante.

- 0.1.3.- De los citados desgloses se desprende que el uso de esta fuente de energía a nivel doméstico está generalizado en núcleos de población por debajo de los 5.000 habitantes con fuertes consumos unitarios.
- 0.1.4.- Que ciertos sectores industriales como panaderías , cerámicas y papeleras estan acudiendo de forma masiva a esta fuente de energía.
- 0.1.5.- La composición de las cifras de consumo obtenidas con la biomasa forestal potencialmente utilizable, tal como se muestra en los tres cuadros siguientes, revela un fuerte desequilibrio entre producción y consumo, este desequilibrio que puede ser compensado en tre zonas deficitarias y excedentarias adyacentes , sólo tiene como respuesta cuando no es posible dicha compensación, el hecho de que se está acudiendo a la tala como fuente de suministro de biomasa forestal para su uso como combustible.

Esta apreciación está corroborada con la frecuente denuncia en los medios de comunicación de la tala incontrolada de superficies forestales.

COBERTURA DEL CONSUMO DE BIOMASA RESIDUAL PRIMARIA (\*)  
 POR LA GENERACION DE RESIDUOS FORESTALES (CIFRAS EN Tc)

PROVINCIA	GENERACION	CONSUMO	COBERTURAZ
TENERIFE.....	33259	314	10592.03
PALMAS (LAS).....	2334	100	2334.00
ALAVA.....	35284	1933	1825.34
SORIA.....	157931	10814	1460.43
VIZCAYA.....	88706	7584	1169.64
OVIEDO.....	145816	16401	889.06
PALENCIA.....	76791	9866	778.33
CORDOBA.....	125337	16310	768.46
RIOJA (LA).....	70524	9927	710.42
HUESCA.....	96863	14070	688.43
BADAJOZ.....	277021	42536	651.26
SANTANDER.....	138445	21652	639.40
GUADALAJARA.....	36632	6915	529.74
AVILA.....	70333	15979	440.15
MADRID.....	19572	4475	437.36
PONTEVEDRA.....	101103	23704	426.52
TERUEL.....	54085	13089	413.20
SEGOVIA.....	58479	14372	406.89
MURCIA.....	72251	23339	309.57
LUGO.....	242711	104363	232.56
CACERES.....	45061	22706	198.45
BURGOS.....	41861	21655	193.30
BALEARES.....	16195	8529	189.88
BARCELONA.....	31568	18107	174.34
CUENCA.....	88510	51875	170.62
CIUDAD REAL.....	66262	40573	163.31
CADIZ.....	14065	8840	159.10
TARRAGONA.....	14392	9440	152.45
ALBACETE.....	34908	24896	140.21
SALAMANCA.....	40155	30299	132.52
VALENCIA.....	80780	64966	124.34
JAEN.....	123610	111989	110.37
GRANADA.....	26043	25285	102.99
VALLADOLID.....	20632	20849	98.95
ZAMORA.....	8978	9660	92.93
LEON.....	31036	33397	92.93
NAVARRA.....	172664	186216	92.72
ALMERIA.....	11419	12505	91.31
MALAGA.....	14269	16039	88.96
LERIDA.....	50479	75124	67.19
CASTELLON.....	38757	60888	63.65
HUELVA.....	86470	167807	51.52
ALICANTE.....	14861	35915	41.37
CORUNA (LA).....	146720	361487	40.58
ZARAGOZA.....	17346	45618	38.02
TOLEDO.....	28228	75942	37.17
GUIPUZCOA.....	57076	242345	23.55
ORENSE.....	47223	236259	19.98
SEVILLA.....	11251	64593	17.41
GERONA.....	28420	304504	9.33
<b>T O T A L E S</b>	<b>3312716</b>	<b>2746051</b>	<b>120.63</b>

(\*) Estimada como el 75% del total salvo en las provincias de Guipuzcoa, Gerona, Huelva y Orense en las que debido a la incidencia de las industrias maderera y del papel, esta estimacion se ha reducido al 25%

COBERTURA DEL CONSUMO DE BIOMASA RESIDUAL PRIMARIA (\*)  
 POR LA GENERACION DE RESIDUOS FORESTALES (CIFRAS EN Terc)  
 PROVINCIAS DEFICITARIAS

PROVINCIA	GENERACION	CONSUMO	COBERTURA%
VALLADOLID.....	20632	20849	98.95
ZAMORA.....	8978	9660	92.93
LEON.....	31036	33397	92.93
NAVARRA.....	172664	186216	92.72
ALMERIA.....	11419	12505	91.31
MALAGA.....	14269	16039	88.96
LERIDA.....	50479	75124	67.19
CASTELLON.....	38757	60888	63.65
HUELVA.....	86470	167807	51.52
ALICANTE.....	14861	35915	41.37
CORUNA (LA).....	146720	361487	40.58
ZARAGOZA.....	17346	45618	38.02
TOLEDO.....	28228	75942	37.17
GUIPUZCOA.....	57076	242345	23.55
ORENSE.....	47223	236259	19.98
SEVILLA.....	11251	64593	17.41
GERONA.....	28420	304504	9.33
<b>T O T A L E S</b>	<b>785829</b>	<b>1949148</b>	<b>40.31</b>

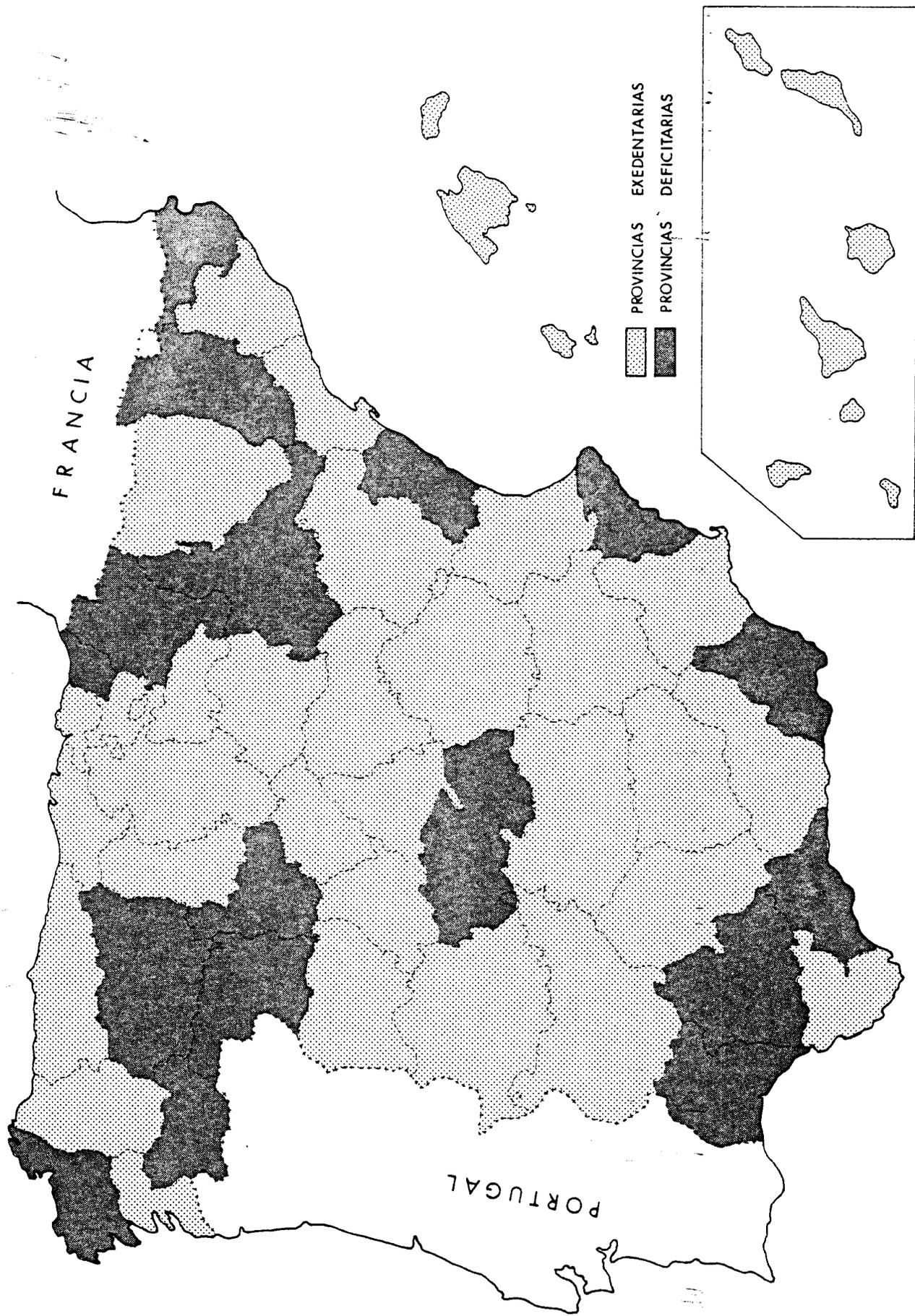
(\*) Estimada como el 75% del total salvo en las provincias de Guipuzcoa, Gerona, Huelva y Orense en las que debido a la incidencia de las industrias maderera y del papel, esta estimacion se ha reducido al 25%

COBERTURA DEL CONSUMO DE BIOMASA RESIDUAL PRIMARIA (\*)  
 POR LA GENERACION DE RESIDUOS FORESTALES (CIFRAS EN Tmc)  
 PROVINCIAS EXEDENTARIAS

PROVINCIA	GENERACION	CONSUMO	COBERTURAZ
TENERIFE.....	33259	314	10592.03
PALMAS (LAS).....	2334	100	2334.00
ALAVA.....	35284	1933	1825.34
SORIA.....	157931	10814	1460.43
VIZCAYA.....	88706	7584	1169.64
OVIEDO.....	145816	16401	889.06
PALENCIA.....	76791	9866	778.33
CORDOBA.....	125337	16310	768.46
RIOJA (LA).....	70524	9927	710.42
HUESCA.....	96863	14070	688.43
BADAJOZ.....	277021	42536	651.26
SANTANDER.....	138445	21652	639.40
GUADALAJARA.....	36632	6915	529.74
AVILA.....	70333	15979	440.15
MADRID.....	19572	4475	437.36
PONTEVEDRA.....	101103	23704	426.52
TERUEL.....	54085	13089	413.20
SEGOVIA.....	58479	14372	406.89
MURCIA.....	72251	23339	309.57
LUGO.....	242711	104363	232.56
CACERES.....	45061	22706	198.45
BURGOS.....	41861	21655	193.30
BALEARES.....	16195	8529	189.88
BARCELONA.....	31568	18107	174.34
CUENCA.....	88510	51875	170.62
CIUDAD REAL.....	66262	40573	163.31
CADIZ.....	14065	8840	159.10
TARRAGONA.....	14392	9440	152.45
ALBACETE.....	34908	24896	140.21
SALAMANCA.....	40155	30299	132.52
VALENCIA.....	80780	64966	124.34
JAEN.....	123610	111989	110.37
GRANADA.....	26043	25285	102.99
<b>T O T A L E S</b>	<b>2526887</b>	<b>796903</b>	<b>317.08</b>

(\*) Estimada como el 75% del total salvo en las provincias de Guipuzcoa, Gerona, Huelva y Orense en las que debido a la incidencia de las industrias maderera y del papel, esta estimacion se ha reducido al 25%

COBERTURA DEL CONSUMO DE BIOMASA RESIDUAL PRIMARIA POR LA GENERACION DE RESIDUOS FORESTALES



## 0.2.- RECOMENDACIONES

0.2.1.- Dada la importancia de la cifra obtenida, se recomienda su inclusión en el Balance Energético Nacional como epígrafe con entidad propia.

0.2.2.- De la anterior se desprende la necesidad de realizar este estudio anualmente para su actualización cuantitativa y poder establecer tendencias de evolución así como su correlación con otros parámetros macroeconómicos.

0.2.3.- Realizar estudios sectoriales tendentes a:

- a) Racionalizar el empleo de esta fuente energética en las zonas deficitarias, evitando fundamentalmente la deforestación indiscriminada, que elimina el carácter de renovable de este recurso.
- b) Incentivar su empleo en las zonas excedentarias y promover sistemas que faciliten un trasvase económicamente viable entre estas zonas y las anteriores.

1.- INTRODUCCION

Este trabajo se plantea como complemento del estudio que bajo el mismo título se realizó para el P.E.N. en 1981/82 y en el cual se detectó que el consumo de energía procedente de residuos representaba como mínimo el 2,38% del consumo energético bruto nacional.

La falta de precisión de este primer estudio fué debida a restricciones de planteamiento ya que este se hizo sobre la aceptación de la idea de que este porcentaje era inferior al 1 por ciento.

Esta falta de precisión junto con el convencimiento de que la cota 2,38% era muy baja, justifica el planteamiento de un estudio en profundidad que diese un valor de este parámetro con un alto grado de fiabilidad. Los resultados de este estudio son los que se exponen a continuación.

2.- DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida son las cifras del Balance Energético Nacional correspondiente a 1983 facilitadas por la Dirección General de la Energía. Estas cifras en lo que se refiere a consumo bruto de energía primaria a 31 de diciembre de 1983, son las siguientes:

Fuente	Consumo (10 <sup>3</sup> tec)	%
Petróleo -----	48.039	52,31
Carbón -----	27.394	29,83
Hidraulica ---	9.717	10,58
Nuclear -----	3.645	3,97
Gas natural --	3.041	3,31
T O T A L --	91.836	100,00

Se trata pues de complementar este balance con la partida correspondiente a la energía primaria obtenida en todo tipo de proceso y aplicaciones a partir de residuos sea cual sea su clase.

### 3.- PLANTEAMIENTO Y METODOLOGIA

### 3.1.- PLANTEAMIENTO

El planteamiento del estudio consiste en una encuesta a nivel nacional con un itinerario semialeatorio único a lo largo del cual se realizan dos cuestionarios, uno para detectar el consumo en el ámbito industrial y otro en el ámbito doméstico.

De acuerdo con las características cuantitativas del universo a muestrear, el establecimiento de la muestra se realiza para obtener un resultado final con una precisión de un  $\pm 5$  y con una probabilidad del 97 %.

El diseño de los cuestionarios y los programas de procesamiento de las muestras se han realizado para que el dato general (consumo de energía primaria proveniente de residuos sólidos) pueda desglosarse a todos los niveles de población, tipo de residuo y sector industrial.

Por último, el planteamiento del estudio permite su reactualización por medio del procedimiento de muestreos parciales dentro de la muestra general.

### 3.2.- METODOLOGIA

Como se indica en el apartado anterior, el itinerario es de tipo semialeatorio. La parte no aleatoria del mismo ha sido el establecimiento de los estratos de población dentro de cada provincia, que han sido determinados a la vista de la distribución de la población en cada una de ellas, de forma que dicha población estuviese organizada en no menos de tres estra-

tos diferentes. A partir de aquí, la selección de los municipios a muestrear dentro de cada estrato ha sido totalmente aleatoria.

Como también se ha indicado, se han establecido dos cuestionarios, uno para el ámbito industrial y otro para el doméstico. Estos cuestionarios recogen:

a) Ambito industrial:

- Número de municipios, que permite el estudio geográfico de la muestra.
- Código C.N.A.E. de la industria encuestada a nivel de cuatro cifras, lo que permite el estudio de la muestra a nivel de sector industrial.
- Número de empleados, que permite el estudio de la muestra a nivel de volumen empresarial.
- Tipo y cantidad de residuo, que permite la valoración energética de la muestra y la clasificación de los residuos industriales.

b) Ambito doméstico:

- Número de municipios
- Tipo de utilización, que distingue entre viviendas familiares, centros oficiales e instituciones públicas o privadas (no empresariales) que permite el análisis de la muestra a nivel de estos colectivos.
- Tipo y cantidad de residuo.
- Número de personas en la familia encuestada, que permite establecer ratios y correlaciones de tipo demográfico.

La base de datos que recoge los valores contenidos en estos cuestionarios está organizada de manera que se puedan establecer correlaciones cruzadas entre cualquier número de los elementos definidos anteriormente, siempre que exista correlación entre ellos.

La metodología de detalle puede verse en los sucesivos tomos de desglose que acompañan a este primer tomo de información general.

### 3.3.- VOLUMEN DE LA MUESTRA

De acuerdo con los requerimientos de exactitud ( $\pm 5\%$ ) y de fiabilidad (97%) la muestra seleccionada para representar al conjunto nacional tiene las siguientes dimensiones.

Número de encuestas domésticas -----	6.206
Número de encuestas industriales -----	6.920
	<hr/>
TOTAL -----	13.126

El desglose de estas muestras se encuentra en los tomos II y siguientes que acompañan a este primero.

4.- RESULTADOS OBTENIDOS

La evaluación de la muestra realizada indica con la precisión y fiabilidad ya indicados ( $\pm 5\%$ , 97%) que el consumo nacional de energía primaria proveniente de residuos es de:

5.567.163 Tec
---------------

con la siguiente distribución en los ámbitos doméstico e industrial:

Consumo doméstico ----	766.177 Tec (13,76%)
Consumo industrial ---	<u>4.800.986 Tec (86,24%)</u>
TOTAL -----	5.567.163 Tec (100 % )

Con lo cual el Balance Energético Nacional quedaría completado de la siguiente forma:

F U E N T E	CONSUMO (10 <sup>3</sup> Tec)	%
Petróleo -----	48.039	49,32
Carbón -----	27.394	28,12
Hidráulica -----	9.717	9,98
Complementaria (Residuos) -----	5.567	5,72
Nuclear -----	3.645	3,74
Gas natural -----	3.041	3,12
TOTAL -----	97.403	100,00

Los cuadros y el gráfico que siguen a estas páginas muestran la distribución provincial y agrupación por comunidades autónomas de esta cifra.

Un desglose con mayor detalle se encuentra en los tomos II y siguientes.

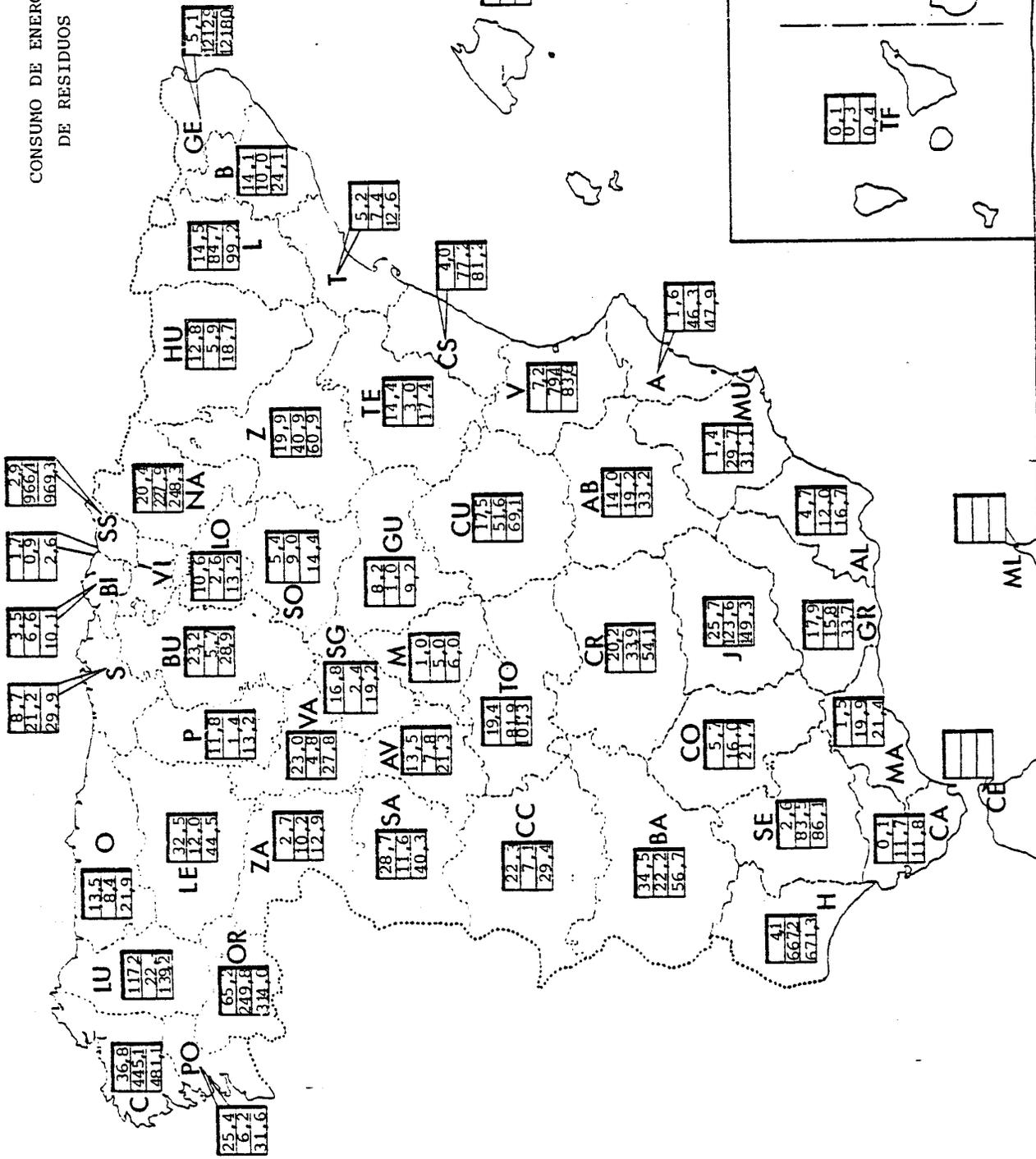
CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA PROCEDENTE DE RESIDUOS  
(en Toneladas Equivalentes de Carbon)

COMUNIDAD AUTONOMA	C. DOM.	C. IND.	TOTAL	% S/T
ANDALUCIA.....	62308	949667	1011975	18.17
EXTREMADURA.....	55819	29329	85148	1.54
CASTILLA-LA MANCHA.....	79305	187829	266933	4.79
MURCIA.....	1356	29723	31119	0.55
VALENCIA.....	12704	202988	215692	3.87
GALICIA.....	244607	723142	967749	17.38
ASTURIAS.....	13505	8362	21868	0.39
CANTABRIA.....	3719	21150	29869	0.53
PAIS VASCO.....	8152	973915	982067	17.64
RIOJA.....	10624	2612	13236	0.23
NAVARRA.....	20366	227922	248288	4.45
ARAGON.....	47207	49825	97036	1.74
CASTILLA-LEON.....	157632	64889	222521	3.99
MADRID.....	1012	4954	5966	0.1
CATALUNA.....	39879	1315030	1354909	24.33
BALEARES.....	1804	9568	11372	0.2
CANARIAS.....	137	278	415	0
<b>T O T A L E S</b>	<b>766177</b>	<b>4800986</b>	<b>5567163</b>	<b>100.00</b>

CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA PROCEDENTE DE RESIDUOS  
(en Toneladas Equivalentes de Carbon)

	PROVINCIA	C. DOM.	C. IND.	TOTAL
( 1)	ALAVA.....	1673	904	2577
( 2)	ALBACETE.....	14004	19190	33194
( 3)	ALICANTE.....	1550	46337	47887
( 4)	ALMERIA.....	4891	11982	16873
( 5)	AVILA.....	13525	7780	21305
( 6)	BADAJOS.....	34479	22235	56714
( 7)	BALEARES.....	1804	9568	11372
( 8)	BARCELONA.....	14120	10022	24142
( 9)	BURGOS.....	23176	5697	28873
(10)	CACERES.....	22340	7094	29434
(11)	CADIZ.....	127	11660	11787
(12)	CASTELLON.....	3971	77213	81184
(13)	CIUDAD REAL.....	20205	33892	54097
(14)	CORDOBA.....	5743	16004	21747
(15)	CORUNA (LA).....	36255	445127	481382
(16)	CUENCA.....	17531	51635	69166
(17)	GERONA.....	5105	1212911	1218016
(18)	GRANADA.....	17933	15775	33708
(19)	GUADALAJARA.....	8179	1041	9220
(20)	HUIPUZCO.....	2934	956444	959378
(21)	HUELVA.....	4089	667159	671228
(22)	HUESCA.....	12845	5915	18760
(23)	JAEN.....	25660	123652	149318
(24)	LEON.....	32529	12000	44529
(25)	LERIDA.....	15456	84709	100165
(26)	LUGO.....	117187	21963	139150
(27)	MADRID.....	1012	4954	5966
(28)	MALAGA.....	1488	19897	21385
(29)	MURCIA.....	1396	29723	31119
(30)	NAVARRA.....	20366	227922	248288
(31)	ORENSE.....	65171	249841	315012
(32)	OVIEDO.....	13506	8362	21868
(33)	PALENCIA.....	11770	1385	13155
(34)	PALMAS (LAS).....	0	0	0
(35)	PONTEVEDRA.....	25394	6211	31605
(36)	RIOJA (LA).....	10624	2612	13236
(37)	SALAMANCA.....	26762	11637	40399
(38)	SANTA CRUZ DE TENERIFE.....	137	278	415
(39)	SANTANDER.....	8719	21150	29869
(40)	SEGOVIA.....	16803	2360	19163
(41)	SEVILLA.....	2592	63532	66124
(42)	SORIA.....	5372	9045	14417
(43)	TARRAGONA.....	5198	7383	12586
(44)	TERUEL.....	14423	3029	17452
(45)	TOLEDO.....	19386	91570	110956
(46)	VALENCIA.....	7183	79436	86621
(47)	VALLADOLID.....	23031	4768	27799
(48)	VIZCAYA.....	3545	6557	10102
(49)	ZAMORA.....	2664	10216	12880
(50)	ZARAGOZA.....	19939	40885	60824
	T O T A L E S	766177	4300366	5066543

CONSUMO DE ENERGIA PROCEDENTE  
DE RESIDUOS (en 10<sup>3</sup> Tec)



TOTAL NACIONAL

CONSUMO 10 <sup>3</sup> Tec	DOMESTICA	INDUSTRIAL	TOTAL
766,2	4.801,0	13,8	86,2
5.567,2	100,-		