



# 10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 10)

SD-26.- Vitoria-Gasteiz Green Capital: Caminando hacia una ciudad competitiva neutra en carbono. Organizada por el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz

Vitoria-Gasteiz, ciudad neutra en carbono. Escenario 2020-2050

José Andrés Alonso. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz



Martes 23 de noviembre de 2010

# VITORIA-GASTEIZ, CIUDAD NEUTRA EN CARBONO

ESCENARIO ENERGÉTICO DE CONSUMO BÁSICO Y MÁXIMA PRODUCCIÓN LOCAL

2020 - 2050

Andrés Alonso

Departamento de Medio Ambiente y Sostenibilidad

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz



Vitoria-Gasteiz Capital Verde Europea:

Caminando hacia una Ciudad Competitiva Neutra en Carbono

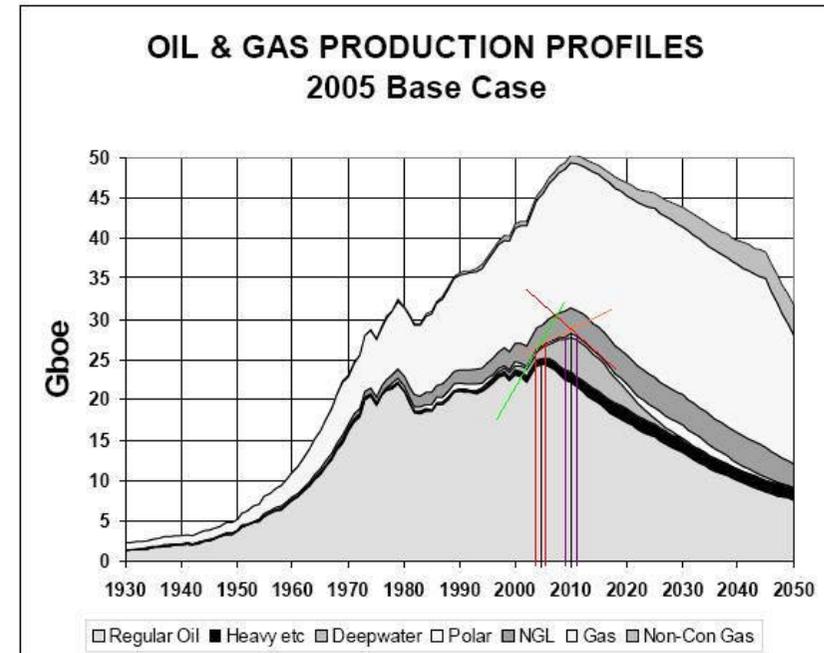
CONAMA 10

Madrid, 23 de Noviembre de 2010

### Introducción

El crecimiento económico y la prosperidad que vive el primer mundo desde la revolución industrial son debidas, en gran parte, al uso de los combustibles fósiles. Pero ese uso masivo está provocando un problema ambiental de primer orden.

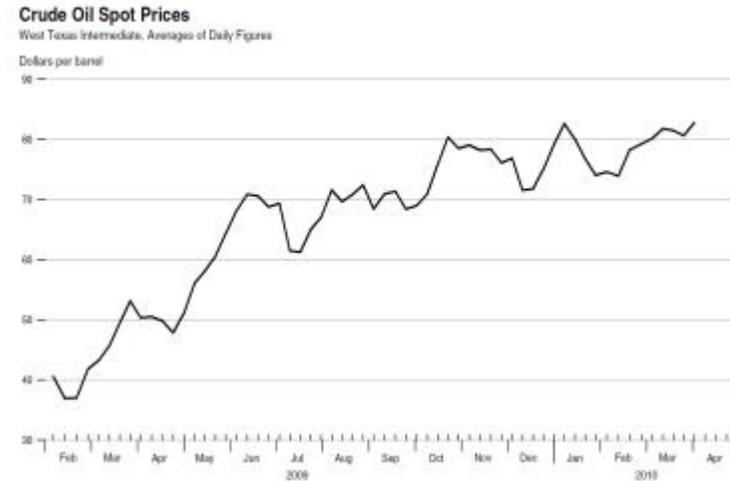
No obstante, al problema ambiental se le asocia también en el futuro problemas de seguridad de su suministro y de inseguridad económica.



Estos recursos fósiles inevitablemente tienden a ir decayendo ya que se consumen a una velocidad muy superior a la que son reemplazados (escalas geológicas).

La Asociación para el Estudio del Pico de Petróleo y el Gas (ASPO), basándose en la información actual sobre las reservas petrolíferas conocidas y sobre la tecnología disponible, predice que el pico mundial de producción de petróleo sucederá en torno al año 2010. Para el gas natural, el pico se retrasaría unos años más y se situaría entre el 2015 y el 2025.

En un escenario de escasez de combustibles fósiles (crisis de suministro) o de precios muy elevados del petróleo (crisis económica), la organización urbana puede colapsarse, a no ser que la ciudad se prepare previamente, haciendo que los flujos metabólicos dependan, en buena medida, de los recursos locales.



Si se quiere actuar desde lo local para disminuir las emisiones de GEIs, y limitar así los efectos del cambio climático, pero también para incidir en la seguridad del suministro energético futuro, y paralelamente disminuir las incertidumbres económicas, es necesario una transición de gran envergadura hacia un escenario de máxima eficiencia en el consumo energético, y de máxima producción de energías renovables.

Se busca asegurar el funcionamiento de los **servicios básicos urbanos**: transporte público, iluminación del espacio público, energía básica doméstica, terciario, etc.

Se realiza un ejercicio de prospectiva con objeto de analizar las potencialidades de reducción y eficiencia energética de cada uno de sectores consumidores de energía dentro del municipio, junto a las potencialidades que tienen los territorios municipal (y provincial) en generación de energías renovables (solar térmica, fotovoltaica, eólica, hidráulica, etc.).

Para cada sector se calcula cuál es la **energía básica para su funcionamiento**, en base a una determinada reducción y eficiencia acorde con el contexto, la tecnología y los conocimientos actuales.

**El objetivo es conseguir que Vitoria-Gasteiz se convierta a largo plazo (2050 a más tardar) en una ciudad de emisión neutra de gases de efecto invernadero -GEIs-, reduciendo la dependencia de energética, garantizando la seguridad del suministro, y la estabilidad económica.**

### Consumo energético actual

El consumo de energía en 2008 para los distintos sectores es el siguiente:

Sector	[GWh]	[MWh/hab]
Sector residencial	1.081,54	4,57
Sector servicios	596,11	2,52
Sector movilidad	949,45	4,01
Sector primario	85,15	0,36
Ciclo hidrológico	11,48	0,05
Equipamientos y servicios municipales	131,22	0,55
Gestión de residuos y limpieza urbana	22,63	0,10
<b>Total</b>	<b>2.858,58</b>	<b>12,09</b>

*Consumos energéticos por sectores en el 2008.*

En el año 2008, el consumo de energía en el municipio de Vitoria-Gasteiz (sin incluir la industria) fue de 2.858,58 GWh. Esto supone un consumo de 12,09 MWh por habitante.

### Datos de partida

Para realizar los cálculos del consumo en el escenario 2020 tendencial se parte de los siguientes datos:

	2008	2020
Población	236.525	256.485
Viviendas	103.808	122.976
Espacio público [m <sup>2</sup> ]	9.563.936	11.725.067
Equipamientos [m <sup>2</sup> ]	1.297.811	2.010.248
Comercial [m <sup>2</sup> ]	421.389	620.623

*Evolución de población y superficies entre 2008-2020, Ayuntamiento Vitoria-Gasteiz*

Para estimar la población en 2050 se ha supuesto un incremento anual de 0,25%, hasta alcanzar 276.046 habitantes. El nº de viviendas se proyecta hasta las 135.435 en 2050 .

## Movilidad interna: hacia un nuevo reparto modal

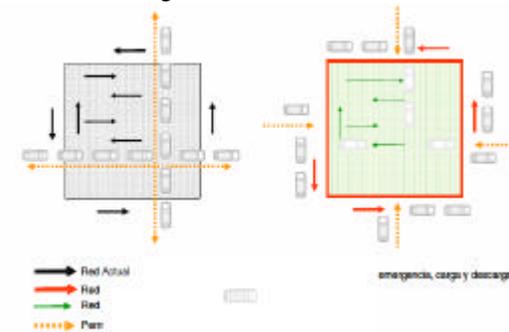
El transporte se caracteriza por una gran ineficiencia energética, debido al gran porcentaje de trayectos que se realiza en VP, usualmente con índices de ocupación muy bajos.

	Nº desplazamientos 2006	Reparto modal 2006
A pie	281.235	49,9%
Bicicleta	18.572	3,3%
TP	44.576	7,9%
VP	206.613	36,6%
Otros	13.015	2,3%
Total	564.011	100%

*Nº de desplazamientos y reparto modal en Vitoria-Gasteiz en 2006*

Se trata de conseguir un **nuevo reparto modal sin afectar a la funcionalidad de la ciudad**, lo cual no es tarea sencilla.

La supermanzana, permite reorganizar las redes de movilidad, consiguiendo una mayor eficiencia en su funcionamiento, potenciando los medios de transporte alternativos al VP, como la bicicleta y el TP.



El esquema de movilidad de supermanzanas establece las bases para la reducción del consumo energético por el transporte. Obviamente para lograr dicha reducción, el número de trayectos en VP ha de reducirse drásticamente.

### Desplazamientos realizados en VP

En el escenario de máxima eficiencia únicamente se garantizan los **trayectos** en transporte privado considerados **básicos**.

Escenario	2006	2020 T	2020 Autosuficiencia	
	Nº desplazamientos	Nº desplazamientos	% Básico	Nº desplazamientos
Trabajo	43.873	48787	20,0%	9757
Estudios	4.392	4883	20,0%	977
Compras	16.371	18205	20,0%	3641
Médico/hospital	2.344	2607	100,0%	2607
Visita amigo/familiar	6.990	7773	20,0%	1555
Acompañar personas/llevar colegio	16.361	18194	50,0%	9097
Gestiones de trabajo	1.695	1885	30,0%	565
Gestiones personales	12.843	14281	20,0%	2856
Ocio, diversión	10.054	11180	15,0%	1677
Comida/cena fuera de la residencia habitual	1.048	1165	15,0%	175
Sin destino fijo	208	231	10,0%	23
2ª residencia	600	667	20,0%	133
Parada de transporte	432	480	100,0%	480
Retorno a casa/hogar	88915	98874	-	28915
<b>Total (moto + coche)</b>	<b>206.125</b>	<b>229211</b>	<b>27,25%</b>	<b>62458</b>
Camión-Furgoneta	488	543	50,0%	271
<b>Total VP</b>	<b>206.613</b>	<b>229.754</b>		<b>62.730</b>

*Nº de desplazamientos/ motivo en el escenario 2006, en el escenario tendencial 2020 y en el escenario de máxima eficiencia.*

### Desplazamientos realizados en VP

En el escenario de autosuficiencia se reducen los desplazamientos en transporte privado, pasando de 229.745 desplazamientos diarios en el escenario tendencial en 2020 a 62.730.

Con esta reducción de desplazamientos, se propone el nuevo reparto modal en que el VP pasa del 36,6% al 10%.

	Reparto modal 2020 tendencial	Nº despl. tendencial 2020T	Reparto modal escenario autosuficiencia	Nº desplaz. escenario autosuficiencia	Reducción respeto 2020T
A pie	49,9%	312733	55,0%	344949	-10,3%
Bicicleta	3,3%	20652	15,0%	94077	-355,5%
TP	7,9%	49569	20,0%	125436	-153,1%
VP	36,6%	229754	10,0%	62718	72,7%
Otros	2,3%	14473	0,0%	0	100,0%
<b>Total</b>		<b>627180</b>	<b>100,0%</b>	<b>627180</b>	

*Nº de desplazamientos y reparto modal de la movilidad en escenario 2020 tendencial y en el escenario de consumo básico*

En este escenario de consumo básico, el transporte privado se puede reducir hasta un 75%.

### Evolución en las tecnologías de los vehículos

Un factor clave en la movilidad es su gran dependencia al petróleo. Por este motivo, es necesaria una transición hacia nuevas tecnologías y nuevos combustibles, renovables y más respetuosos con el medio.

Hay diversas tecnologías que mejoran la eficiencia de la situación actual:

- Los vehículos eléctricos, VE, con eficiencia del 80% (20% en los convencionales). La electricidad ha de ser producida con métodos limpios.
- Los vehículos híbridos, VH, pueden suponer una reducción del consumo de hasta un 50%.
- Los vehículos de hidrógeno.

Con las consideraciones descritas y la tecnología actual se considera que el 70% de los coches podrían ser eléctricos y el otro 30% híbridos (para garantizar los trayectos de gran distancia).

La implantación de coches de hidrógeno no se ha planteado.

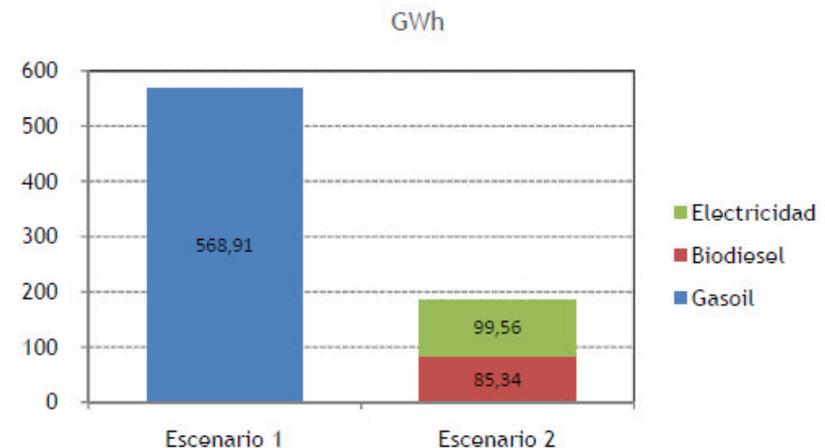
## Nuevo consumo del sector movilidad

La reducción de los desplazamientos en VP prevé una reducción del consumo hasta 568,91 GWh (45,2%):

Vehículo	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
	GWh	GWh	
Autobuses	27,53	55,06	-100,00%
Tranvía	3,26	6,52	-100,00%
Turismos	338,30	84,57	75,00%
Motocicletas	27,03	6,76	75,00%
Camiones	67,48	33,74	50,00%
Furgonetas	53,95	26,98	50,00%
Tractores	43,83	21,92	50,00%
Extraurbano	476,25	333,37	30,00%
<b>Total</b>	<b>1.037,62</b>	<b>568,91</b>	<b>45,17%</b>

*Consumo tendencial y de máxima eficiencia en transporte*

La aplicación de las nuevas tecnologías reduce el consumo del escenario de máxima eficiencia a 184,90 GWh (99,56 GWh eléctricos y 85,34 GWh de biocarburantes), lo que supone una reducción del 82,2% respecto al tendencial del 2020.



*Consumo del transporte para el escenario 1 (cambio del reparto modal) y escenario 2 (aplicación de tecnologías verdes)*

### Sector residencial

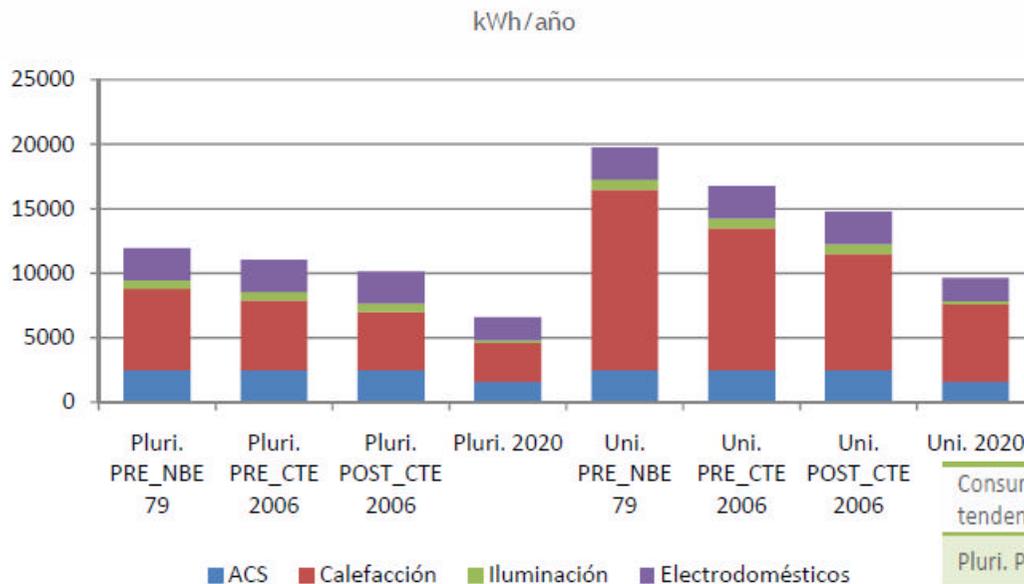
Se considera un escenario de máxima eficiencia en el cual las viviendas construidas alcanzaran una eficiencia óptima y las nuevas estarán construidas con criterios de máxima eficiencia.

Pueden considerarse 8 tipologías de vivienda en función de la tipología (unifamiliar y plurifamiliar) y del año de construcción, según las diferentes normativas (NBE-79, CTE-2006).

- Plurifamiliar Pre-NBE79: valores de los aislamientos muy desfavorables.
- Plurifamiliar Pre-CTE2006: valores de los aislamientos de la NBE-79.
- Plurifamiliar Post-CTE2006: valores de los aislamientos del CTE-2006.
- Plurifamiliar 2020: se aplica mejoras en aislamientos respecto CTE-2006, sistemas de ahorro de agua, iluminación y electrodomésticos eficientes...)
- Unifamiliar Pre-NBE79: valores de los aislamientos muy desfavorables.
- Unifamiliar Pre-CTE2006: valores de los aislamientos de la NBE-79.
- Unifamiliar Post-CTE2006: valores de los aislamientos del CTE-2006.
- Unifamiliar 2020: se aplica mejoras en aislamientos respecto CTE-2006, sistemas de ahorro de agua, iluminación y electrodomésticos eficientes...)

## Sector residencial

Se considera un escenario de máxima eficiencia en el cual las viviendas construidas alcanzarán una eficiencia óptima y las nuevas estarán construidas con criterios de máxima eficiencia



*Consumos totales por año de construcción y tipología de vivienda*

*Consumos totales del sector residencial en el escenario tendencial 2020*

Consumos totales tendencial 2020	Nº viviendas <sup>1</sup>	Consumo/vivienda [kWh]	Consumo total [GWh]
Pluri. PRE_CTE 79	50.435	11.950	602,70
Pluri. PRE_CTE 2006	30.195	11.050	333,65
Pluri. POST_CTE 2006	6.952	10.150	70,57
Pluri. 2020	9.581	6.050	57,96
Uni. PRE_CTE 79	2.101	19.750	41,50
Uni. PRE_CTE 2006	1.258	16.750	21,07
Uni. POST_CTE 2006	29	14.750	0,43
Uni. 2020	399	8.350	3,33
<b>Total</b>	<b>100.951</b>		<b>1.131,22</b>

<sup>1</sup> Viviendas ocupadas en 2020

## Sector residencial

Los criterios para conseguir una máxima reducción en el consumo de la vivienda son:

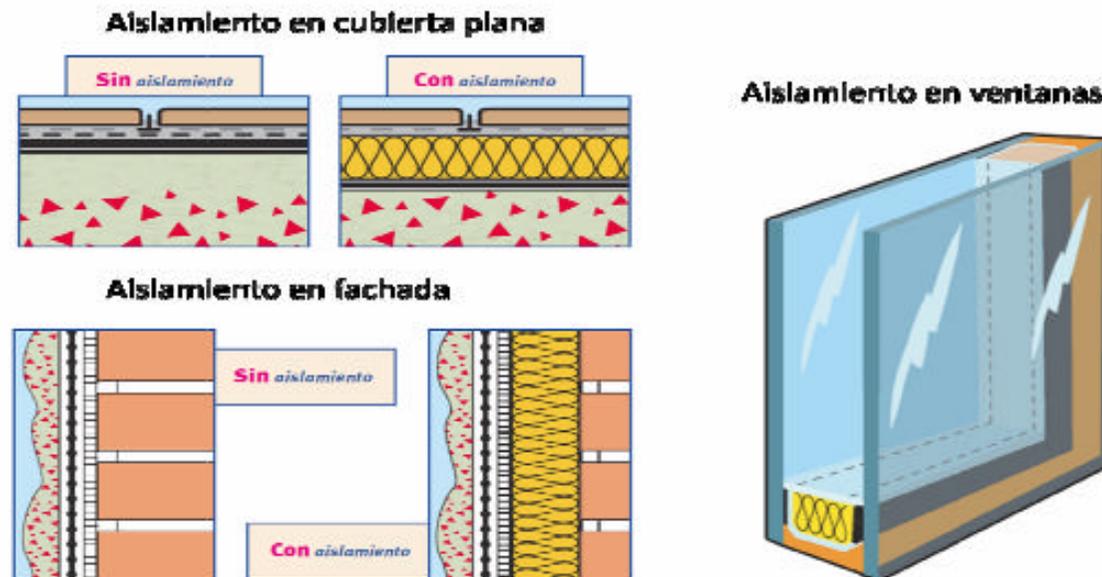
- **Calefacción y refrigeración:**
  - o Mejorar el aislamiento térmico de fachadas, cubiertas y cerramientos. Instalar doble vidrio.
  - o Regular a 21°C la tª interior de la vivienda en invierno y a 24°C en verano; apagarla por la noche y en periodos de ausencia.
  - o Usar calderas eficientes (condensación) y asegurar un buen mantenimiento de calderas y radiadores.
  - o Aprovechar captación solar en verano y evitarla en verano mediante toldos, persianas, etc.
- **Iluminación:**
  - o Instalar de luminarias de alto rendimiento.
  - o Incorporar reactancias de bajo consumo.
  - o Reducir al máximo la potencia de las bombillas
  - o Incorporar temporizadores y detectores de presencia en zonas de paso (escalera, garaje, etc).
  - o Focalizar la luz en los espacios de trabajo atenuando la luz en el resto del espacio
  - o Aprovechar al máximo la luz natural y utilizar colores claros en las paredes.
- **Agua Caliente Sanitaria (ACS):**
  - o Disminuir la temperatura del termostato.
  - o Incorporar elementos limitadores de caudal y difusores en duchas y grifos.
  - o Adoptar buenos hábitos y reducir al máximo el uso del agua caliente.
- **Cocina y electrodomésticos:**
  - o Usar electrodomésticos bitérmicos y de eficiencia energética clase A.
  - o Seleccionar electrodomésticos adaptados a necesidades de la vivienda, evitar equipos sobredimensionados.
  - o Apagar completamente los aparatos eléctricos cuando no se usen.
  - o Evitar el uso de pilas y baterías; el impacto ambiental es mil veces superior que la electricidad de la red.
  - o Utilizar el calor residual de los hornos y vitrocerámicas.

## Sector residencial

Para el cálculo de la demanda térmica se consideran los siguientes valores para los aislamientos:

K [W/m <sup>2</sup> °C]	Pared exterior	Ventana	Cubierta	Suelo
Vivienda reformada	0,35	2	0,35	0,5
Vivienda nueva construcción	0,2	2	0,2	0,2

Coeficientes de transmisión en viviendas de máxima eficiencia



Ejemplos de aislamiento en la envolvente térmica

## Sector residencial

Con las consideraciones descritas se pueden obtener valores de consumo inferiores.

Consumos máxima [kWh]	Consumos totales eficiencia	Pluri. Reformada	Pluri. nueva construcción	Uni. reformada	Uni. nueva construcción
ACS		2.000	1.500	2.000	1.500
Calefacción		2.500	1.500	3.500	2.500
Iluminación		400	150	500	200
Electrodomésticos		1.800	1.800	1.800	1.800
<b>Total</b>		<b>6.700</b>	<b>4.950</b>	<b>7.800</b>	<b>6.000</b>

*Consumos por tipología de vivienda en escenario de máxima eficiencia*

Con estos valores de referencia se calcula el consumo energético del sector residencial en el escenario de máxima eficiencia:

*Consumos totales del sector residencial en el escenario de máxima eficiencia*

Consumos máxima eficiencia	Consumos totales	Nº viviendas <sup>2</sup>	Consumo/vivienda [kWh]	Consumo total [GWh]
Pluri. Reformada		87.582	6.700	586,80
Pluri. Nueva construcción		18.669	4.950	92,41
Uni. Reformada		3.389	7.800	26,43
Uni. Nueva construcción		778	6.000	4,67
<b>Total</b>		<b>110.418</b>		<b>710,31</b>

2) Viviendas ocupadas en 2050

## Sector residencial

GWh/año	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Consumo vivienda existente	1.069,93	613,23	42,68%
Consumo nueva vivienda	61,30	97,08	-58,38%
Consumo total	1.131,22	710,31	37,21%

*Consumo tendencial 2020 y de máxima eficiencia en doméstico*

Aplicando criterios de máxima eficiencia en la nueva construcción y la rehabilitación de los edificios existentes, junto con el uso de tecnologías más eficientes y mediante buenos hábitos, se pueden lograr ahorros de casi el 40% en el consumo total de energía del sector residencial, lo que supone un consumo anual de 710,31 GWh

### Sector residencial

La Directiva 2010/31/UE, relativa al eficiencia energética de los edificios, define el concepto de “edificio de consumo de energía casi nulo” como un **edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto ... La cantidad de energía casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida *in situ* o en el entorno.**

La Directiva establece que los Estados miembros se asegurarán de que:

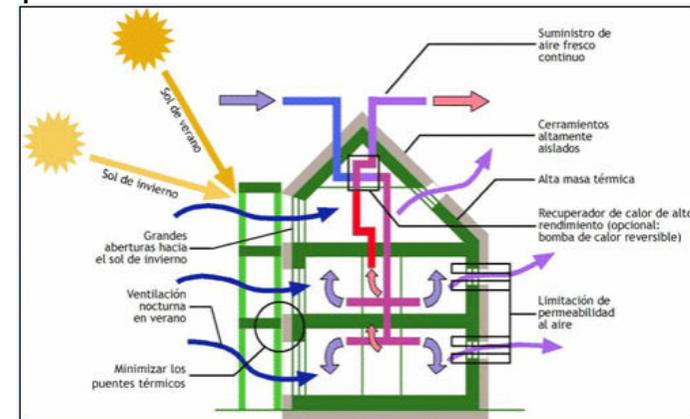
- a más tardar el 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo
- después del 31 de diciembre de 2018, los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo.

Los Estados miembros elaborarán planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo.

### Sector residencial - Casas "pasivas"

El término "casa pasivas" no define un método de construcción determinado, sino un estándar de construcción. La principal diferencia con una casa "normal" es que una "pasiva" no necesita contar con un sistema de calefacción convencional. La razón es que obtiene la energía de fuentes pasivas, como la radiación solar directa, el calor recuperado del aire de ventilación, o el calor que irradian los propios residentes.

Para que una "casa Passivhaus" funcione debe cumplir unos requisitos técnicos y de planificación: una envolvente completamente estanca, un sistema de ventilación activa con una eficiente recuperación de calor, un sistema óptimo de aislamiento térmico que evite la formación de puentes térmicos, así como ventanas con aislamiento triple con marcos altamente aislantes integrados directamente en la capa aislante de la casa. La orientación de los ventanales principales al sur, una forma compacta, para evitar el relieve refrigerante y la tecnología más moderna optimizan la casa.



El estándar "Passivhaus" garantiza máximo confort en verano e invierno, sin que sea necesario un sistema de calefacción convencional, siempre que se cumpla de no necesitar más de 15 kWh/m<sup>2</sup>año de energía calorífica. Únicamente en la estación más fría se puede suministrar energía calorífica para mantener la temperatura ambiente.

## Sector residencial - Casas Pasivas

Cifras y datos para la "casa pasiva"	
Buen aislamiento de muro de fachada y cubierta	Exterior compacta, sin PT; $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
Orientación sur y ausencia de sombras	Uso pasivo de la energía solar
Acristalamiento triple y marcos de ventana optimizados	$U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ , valor g aprox. 50%
Estanqueidad	$n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$
Recuperación de calor del aire de escape	Grado de aportación de calor = 75%
Equipos con ahorro energético (opcional)	Electrodomésticos de alta eficiencia
Calentamiento regenerativo de agua (opcional)	Colectores solares o bomba de calor
Precalentamiento pasivo de aire (opcional)	Intercambiador de calor geotérmico

### *Ventajas para los residentes*

- Ahorro gastos calefacción
- Máxima comodidad y confort sin caídas de  $T^a$
- Aire fresco de gran calidad todo el año
- Atmósfera sana y equilibrada todo el año

### *Ventajas para el medio ambiente*

- Menor consumo de energía
- Uso activo y pasivo de energías renovables
- Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>
- Conservación de recursos

### *Ventajas para la economía*

- Incremento de solo el 5-8% en los costes de construcción comparado con los métodos convencionales
- Rápida amortización (10 años)
- Incremento del valor de la propiedad
- Mejor conservación del edificio con mantenimiento de su valor
- Programas de subvenciones

### Sector terciario y Equipamientos

Los criterios de máxima eficiencia en estos sectores son los mismos que en el residencial, potenciando además la instalación de sistemas de captación y aprovechamiento de luz natural, sistemas de suelo radiante en edificios con techos altos, sistemas de microgeneración, etc.

El nº de nuevas actividades se considera que aumenta proporcionalmente al crecimiento de la población previsto.

El nº de equipamientos futuros se ha calculado según el PGOU.

El balance total de consumo de estos sectores será:

	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
<b>Sector terciario [GWh/año]</b>	706,58	388,42	45,03%
<b>Equipamientos [GWh/año]</b>	86,68	50,54	41,69%
<b>Total [GWh/año]</b>	793,26	438,96	44,66%

*Consumo actual y de máxima eficiencia en el sector terciario y de equipamientos*

Aplicando criterios de máxima eficiencia en la nueva construcción y remodelación de locales, utilizando tecnologías más eficientes y mediante buenos hábitos, se puede lograr ahorros del 45% en el consumo total de energía del sector comercial y equipamientos, reduciendo el consumo anual a 439 GWh.

### Espacio público (alumbrado público y semafórico)

Considerando los nuevos barrios, se estima que el consumo derivado del AP en 2020 sería de 36,12 GWh. Aplicando criterios de máxima eficiencia este consumo se puede reducir a 21,66 GWh/año (incluso por debajo aplicando tecnología LED).

El consumo de los semáforos en el 2020 podría llegar a ser de 2,15 GWh, que con el cambio de todos ellos a LEDS se vería reducido a 0,37 GWh.

El consumo derivado del mantenimiento de parques y jardines pasa de 0,39 GWh a 0,35 GWh. Es un consumo muy pequeño y su potencial de ahorro muy reducido.

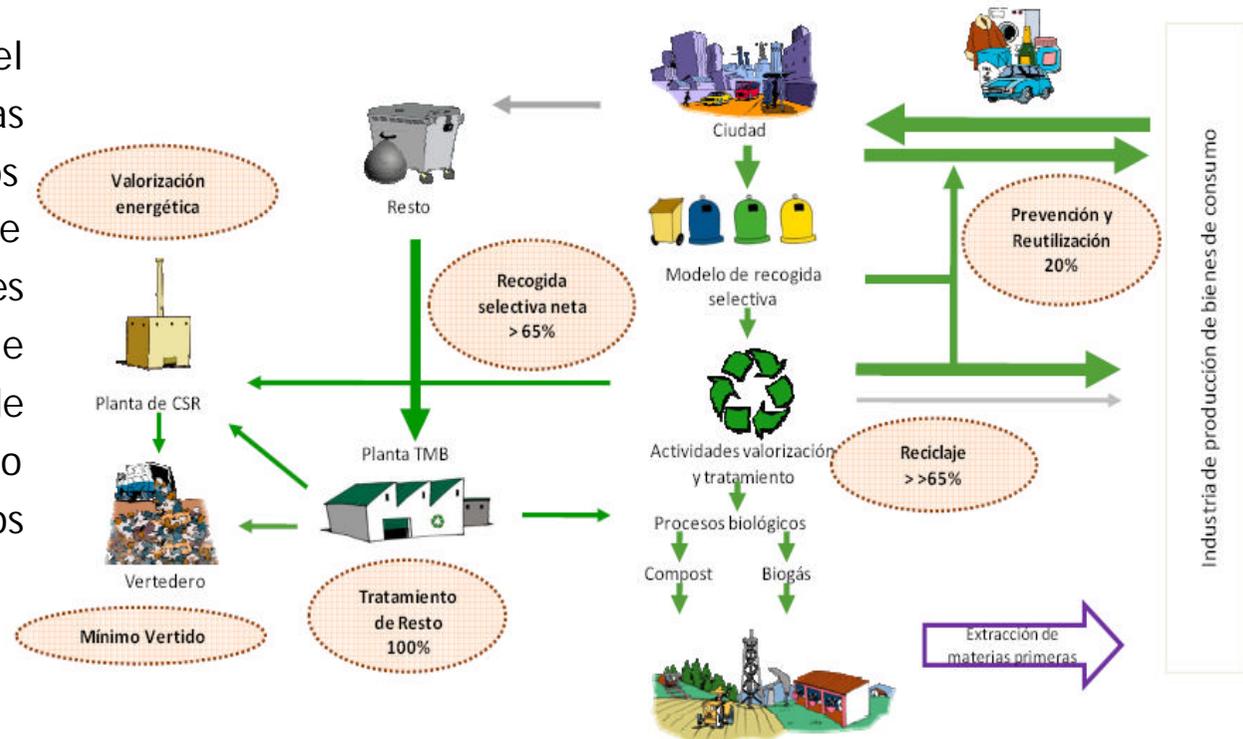
[GWh/año]	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Alumbrado público	36,12	21,66	40,03%
Semáforos	2,15	0,37	82,86%
Parques y jardines	0,39	0,35	10,18%
<b>Total</b>	<b>38,66</b>	<b>22,38</b>	<b>42,11%</b>

*Consumo actual y de máxima eficiencia en el espacio público*

El consumo del espacio público en una situación de máxima eficiencia es de 22,38 GWh/año, con una reducción de más del 42%, debida a la reducción en el AP.

## Sector gestión de residuos urbanos y limpieza viaria

Un aspecto básico en el escenario de emisiones neutras es el modelo de gestión de los residuos, tanto en lo que refiere a la disminución de emisiones directas como de opciones de recuperación energética y de materiales que ayudan a evitar o reducir las emisiones de otros ámbitos.



### Claves del modelo

- Promover la prevención de los residuos y fomentar su reutilización
- Incrementar la valorización de materiales, potenciando la recogida selectiva en origen
- Optimizar y ambientalizar los servicios de recogida de residuos y limpieza urbana
- Tratar el 100% de la fracción Resto y conseguir el mínimo vertido
- Maximizar la valorización energética
- Otros aspectos (secuestro de carbono por aplicación de compost)

### Sector gestión de residuos urbanos y limpieza viaria

Año	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Recogida de residuos	12,51	8,71	30,38%
Limpieza urbana	5,83	3,49	40,14%
Inspección y otros	0,16	0,11	31,25%
Edificios	1,16	0,69	40,00%
	19,67	13,00	34,00%

*Evolución del consumo energético por tipo de servicio*

Año	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Tratamiento de residuos (Total)	11,89	12,55	-5,55%

*Evolución del consumo energético por tratamiento*

Año	(GWh/año)	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Limpieza urbana y recogida residuos		19,67	13,00	34,00%
Tratamiento de residuos		11,89	12,55	-5,55%
		31,56	25,55	19,04%

*Evolución del consumo energético limpieza y gestión de residuos*

- Promover la prevención y la reutilización
- Incrementar la valorización de materiales
- Disponer de porters eléctricos
- Disponer de VH para la recogida (vaciado contenedores, etc.).
- Optimizar los programas de recogida neumática.
- Reducir los consumos energéticos de las instalaciones y oficinas.

La fracción resto se trata en una planta de TMB y su rechazo se transforma en combustible sólido recuperado (CSR).

Los consumos energéticos de los diferentes tratamientos disminuyen (menos toneladas), exceptuando la planta de envases cuyo incremento (45%) comporta que el consumo del 2050 de las plantas de tratamiento sea ligeramente mayor.

## Sector gestión de residuos urbanos y limpieza viaria

Año	(GWh/año)	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Combustible (recogida residuos, limpieza e inspección)		16,46	10,74	34,75%
Electricidad (recogida neumática, edificios)		2,51	1,84	26,70%
Térmico (edificios)		0,70	0,42	40%

*Evolución del consumo energético de la limpieza y recogida de residuos por fuente energética*

Año	(GWh/año)	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Combustible		0,99	1,03	-4,04%
Electricidad		10,90	11,52	-5,69%
Tratamiento de residuos (Total)		11,89	12,55	-5,55%

*Evolución del consumo energético del tratamiento de residuos por fuentes energéticas*

Año	(GWh/año)	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Combustible		17,45	11,77	32,55%
Electricidad		13,41	13,36	0,37%
Térmico		0,70	0,42	40,00%
<b>Total</b>		<b>31,56</b>	<b>25,55</b>	<b>19,04%</b>

*Evolución del consumo energético de la gestión de los residuos y la limpieza viaria por fuentes energéticas*

### Ciclo hidrológico

#### Disminución del consumo de agua potable

En 2008, el consumo residencial per cápita (236.525 habitantes) se sitúa en 126 litros diarios y la eficiencia de la red en el 88%, para una demanda en fuente de 20,54 hm<sup>3</sup>/año y a 0,94 GWh/año en potabilización.

Para 2020 se pretende reducir el consumo residencial per cápita (256.485 habitantes) hasta los 99 litros diarios y alcanzar una eficiencia de la red del 92%, para una demanda en fuente de 19,00 hm<sup>3</sup>/año y a 0,87 GWh/año en potabilización.

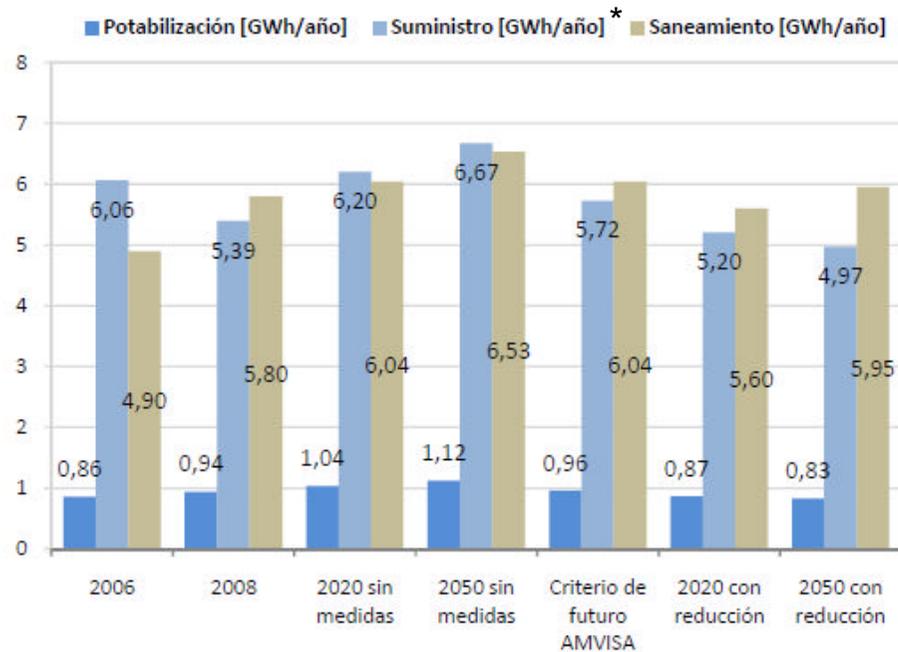
En 2050 se incrementa la reducción en el consumo residencial per cápita (276.046 habitantes) hasta los 79 litros diarios y la eficiencia de la red se sitúa en el 95%, con una demanda en fuente de 18,13 hm<sup>3</sup>/año y a 0,83 GWh/año en potabilización.

#### Optimización del funcionamiento del sistema de drenaje urbano

La optimización de la EDAR de Crispijana se logra a partir de la disminución de los caudales de las aguas de entrada. El plan de ahorro doméstico reduce a su vez las aguas residuales que llegan a la estación. La reducción en el consumo energético debido a la reducción del caudal, se asume en un 4% para el 2020 y en un 5% para 2050, en referencia a su mismo año sin la aplicación de medidas.



## Ciclo hidrológico



*Consumos energético en la potabilización y saneamiento del agua para distintos escenarios*

*\* Incluye el bombeo y la potabilización*

[GWh/año]	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Potabilización	1,12	0,83	25,89%
Suministro *	6,67	4,97	25,49%
Saneamiento	6,53	5,95	8,88%
Total	13,20	10,92	17,27%

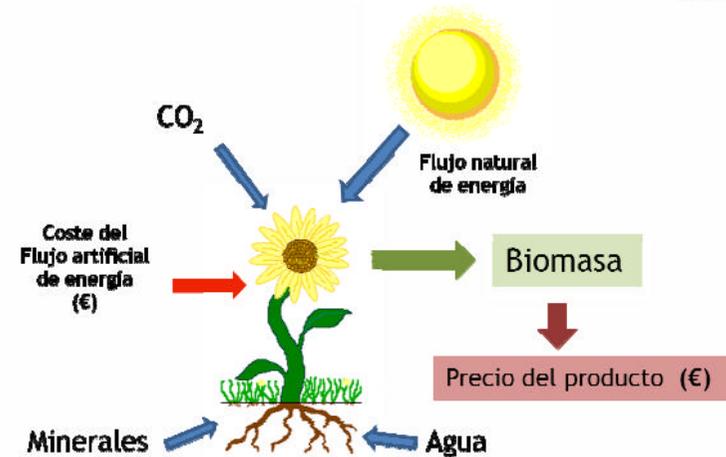
*Consumo tendencial y de máxima eficiencia para el ciclo hídrico*

*\* Incluye el bombeo y la potabilización*

## Sector primario

El sector primario presenta una tendencia a incrementar el consumo energético, ya que los sistemas productivos son cada vez más dependientes de los aportes externos, tanto en la competitividad del producto (más costes) como en el medio ambiente (más emisiones).

En el consumo energético y las emisiones del sector primario hay que tener en cuenta no sólo la energía utilizada directamente en los procesos productivos (gasóleo, electricidad, etc.) sino que es importante considerar las materias primas (fertilizantes, pesticidas, semillas, etc.) utilizadas en estos procesos, ya que éstas tienen asociado un coste energético y un impacto ambiental que proviene del coste de su extracción y fabricación, así como de su transporte, almacenamiento y distribución. Estos serían los puntos donde actuar para conseguir una reducción de la energía consumida y las emisiones.



La materia vegetal es una de las formas más eficientes de incorporar la energía que llega del sol. Sin embargo, la agricultura, al igual que todas las actividades productivas, necesita un flujo artificial de energía para hacer posible la obtención de las cosechas.

Una de las condiciones que garantizan la viabilidad del sistema agrario de forma sostenible es que el coste del flujo artificial de energía no sea superior al precio del producto obtenido.

### Sector primario

#### **Agricultura de conservación:**

Uso de los residuos del cultivo anterior, disminuyendo la energía necesaria por hectárea, debido principalmente al menor uso de la energía asociada a la maquinaria.

#### **Optimización en el uso de fertilizantes:**

Un ajuste de las dosis de nutrientes aplicadas a cada cultivo permitiría lograr niveles óptimos de productividad y minimizar el impacto ambiental.

#### **Uso de leguminosas como abonado verde:**

La introducción de un cultivo de leguminosas en un periodo intermedio, dentro del ciclo anual de los cultivos permite incrementar la fertilidad del suelo, mejorando la producción del cultivo asociado, además de permitir a medio y largo plazo un ahorro sustancial en fertilizantes nitrogenados.

#### **Uso de los residuos ganaderos como fertilizantes orgánicos:**

El abono de fondo enriquece el suelo con nutrientes y materia orgánica, preparándolo para la siembra. Se consigue un ahorro en fertilizantes químicos, además de aprovechar todo el estiércol producido en el municipio, cerrando así el ciclo de la materia.

#### **Explotaciones de ganadería extensiva:**

Uso de pastos, pastizales y herbazales para la alimentación de ganadería mediante explotaciones de ganadería extensiva, que requiere un bajo aporte energético respecto a las explotaciones de tipo intensivo.

#### **Sistemas silvopastoriles:**

Desarrollar ganadería extensiva de equino y caprino mediante sistemas silvopastoriles. La producción animal y la de los árboles se complementan para dar un mayor beneficio para ambas, a la par se mejora la conservación del bosque y se aprovecha un recurso renovable para alimentar al ganado.

### Sector primario

Con la aplicación de las acciones descritas se puede reducir el consumo energético del sector primario en 10,80 GWh/año.

[GWh/año]	Tendencial 2020	Máxima eficiencia	Reducción
Sector primario	85,15	74,35	12,68%

*Consumo actual y de máxima eficiencia en el sector primario*

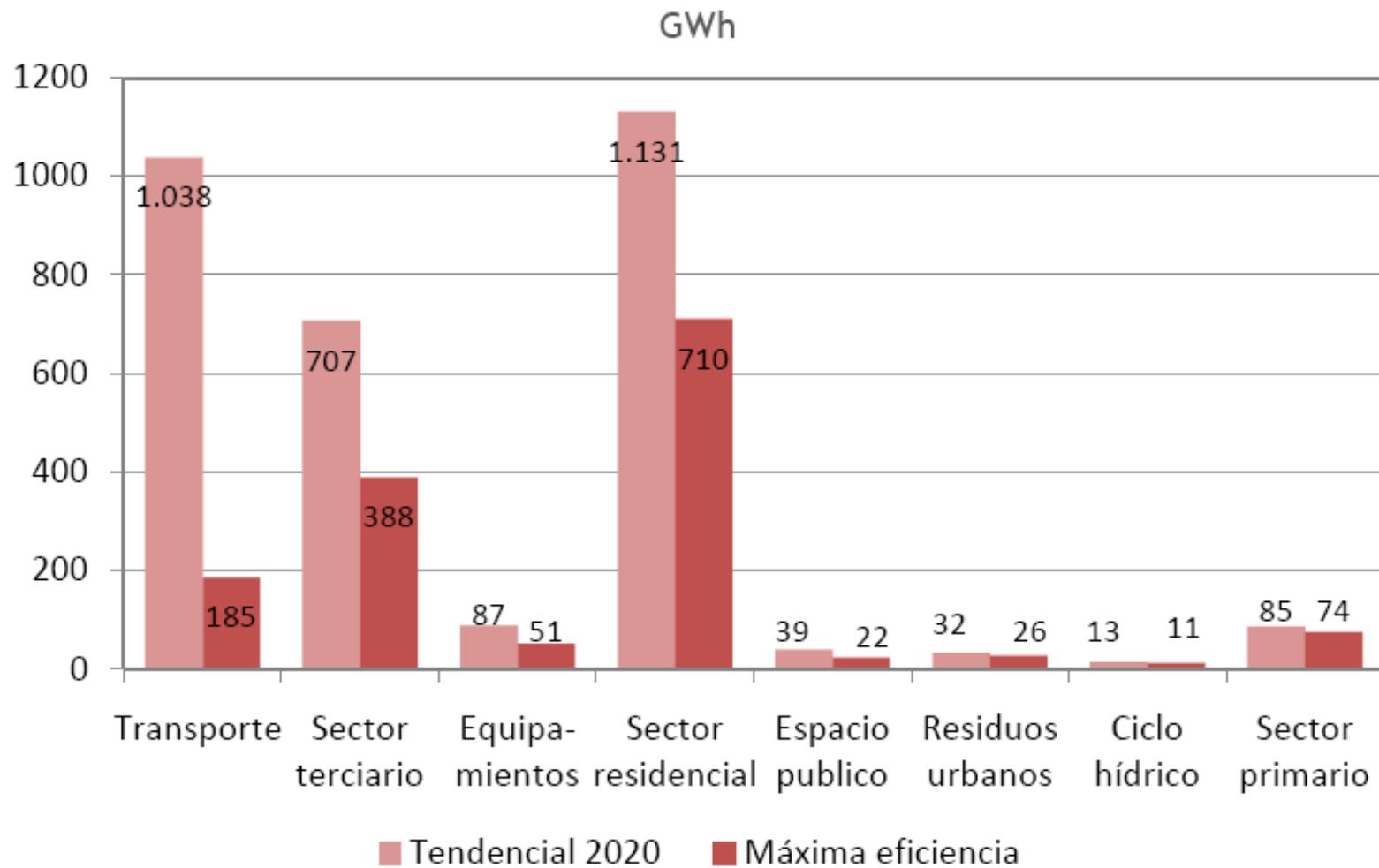
### Consumo energético total

Usos [GWh]	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Transporte	1.037,62	184,90	82,18%
Sector terciario	706,58	388,42	45,03%
Equipamientos	86,68	50,54	41,69%
Sector residencial	1.131,22	710,31	37,21%
Espacio publico	38,66	22,38	42,11%
Residuos urbanos	31,56	25,55	19,04%
Ciclo hídrico	13,20	10,92	17,27%
Sector primario	85,15	74,35	12,68%
<b>Total</b>	<b>3.130,68</b>	<b>1.467,36</b>	<b>53,13%</b>

*Consumo energético tendencial 2020 y de máxima eficiencia por sectores*

En el escenario de máxima eficiencia, el consumo energético del municipio de Vitoria-Gasteiz se puede reducir más de un 53%, lo que supone un consumo de **1.467,36 GWh/año**. El consumo anual por habitante es de **5,32 MWh**, siendo el sector residencial el más consumidor, seguido por el sector terciario y la movilidad.

## Consumo energético total



*Consumo energético tendencial 2020 y de máxima eficiencia por sectores*

## Consumo energético total

Si se diferencia el consumo energético por fuentes se obtiene la siguiente distribución:

Fuentes [GWh]	Tendencial	Máxima eficiencia	Reducción
Electricidad	939,11	795,41	15,30%
E. Térmica	1.136,50	574,84	49,42%
Combustible	1.055,07	97,11	90,80%
<b>Total</b>	<b>3.130,68</b>	<b>1.467,36</b>	<b>53,13%</b>

*Consumo energético tendencial y de máxima eficiencia por fuentes (GWh/año)*

### Dificultades de la ciudad autoabastecible energéticamente

Cubrir el 100% de la demanda energética con fuentes renovables es una tarea difícil:

- a) Limitación de producción
- b) Acople de la producción con la demanda
- c) Adaptación a la red eléctrica

### Dificultades de la ciudad autoabastecible energéticamente

Cubrir el 100% de la demanda energética con fuentes renovables es una tarea difícil:

#### a) Limitación de la producción

Vitoria-Gasteiz dispone de recursos finitos de producción. Dentro del municipio solo se proponen instalaciones solares térmicas y fotovoltaicas, mini-eólicas y el aprovechamiento de los residuos sólidos.

Esta limitación obliga a proponer que se utilice la totalidad del territorio de Álava para abastecer Vitoria-Gasteiz mediante otras tecnologías (eólica, hidráulica, biomasa, ...). No obstante estas instalaciones también tienen sus limitaciones, como son el impacto visual y ambiental, la ocupación del territorio o en el caso de la biomasa porque es un recurso finito o porque podría entrar en competencia directa con los alimentos.

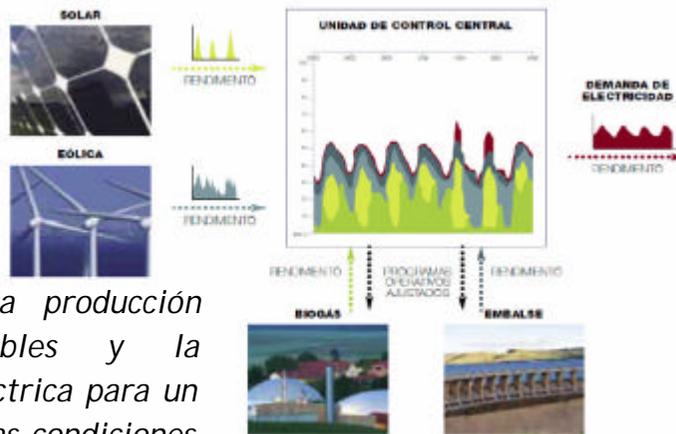


Para las tecnologías distribuidas por todo el territorio alavés se considera que solo una parte de la energía producida irá destinada a Vitoria-Gasteiz. Esa cantidad se calcula en base a la población; como el 75% reside en Vitoria, un reparto equitativo supondría mantener ese porcentaje de energía destinada a la ciudad.

## Dificultades de la ciudad autoabastecible energéticamente

### b) Acople de la producción con la demanda c) Adaptación a la red eléctrica

No siempre se dispone de la energía dónde y cuándo se precisa. Existen picos de producción y picos de demanda, y estos no acostumbran a coincidir.



*Acople de la producción con renovables y la demanda eléctrica para un día con buenas condiciones meteorológicas*

En un sistema eléctrico deben equipararse, en todo momento, el suministro eléctrico y la demanda para poder inyectar electricidad donde se necesite. Para garantizarlo, siempre debe haber disponible una capacidad de generación suficiente y la capacidad de la red debe ser adecuada y operativa cuando se necesite.

La red eléctrica actual no está diseñada para soportar un sistema basado en energías renovables. Habría que aumentar su capacidad en ciertos puntos, cercanos a la producción, principalmente en los nuevos parques eólicos.

Actualmente se están desarrollando distintas tecnologías para poder hacer una red eléctrica más flexible y con mayor eficiencia (transformadores eficientes, FACTS, CVR, distribución en corriente continua, superconductores, ...).

### Producción energética actual con energías renovables

Se ha calculado la producción energética en 2008 de Vitoria-Gasteiz y de Álava:

	GWh/año	Energía producida en Álava	Energía producida dentro del municipio	Energía asociada al municipio	TOTAL VITORIA-GASTEIZ
<b>EOLICA</b>	Mini eólica	0,13	0,05	0,06	0,11
	Eólica convencional	291,00	0,00	218,25	218,25
	<b>TOTAL</b>	<b>291,13</b>	<b>0,05</b>	<b>218,31</b>	<b>218,36</b>
<b>SOLAR</b>	Térmica	3,96	3,30	0,00	3,30
	Fotovoltaica	5,63	0,91	3,54	4,45
	<b>TOTAL</b>	<b>9,59</b>	<b>4,21</b>	<b>3,54</b>	<b>7,75</b>
<b>BIOMASA</b>	Residuos Agrícolas	20,93	0,00	15,70	15,70
	Residuos Forestales	6,00	6,00	0,00	6,00
	<b>TOTAL</b>	<b>26,93</b>	<b>7,01</b>	<b>16,99</b>	<b>24,00</b>
<b>RESIDUOS</b>	Vertedero de Gardelegui	4,52	4,52	0,00	4,52
	Biocompost (TMB)	0,31	0,31	0,00	0,31
	Aceites usados	638,40	0,00	1,29	1,29
	EDAR	3,60	3,60	0,00	3,60
	<b>TOTAL</b>	<b>646,83</b>	<b>8,43</b>	<b>1,29</b>	<b>9,72</b>
<b>HIDRAULICA</b>		551,51	0,00	413,63	413,63
<b>TOTAL RENOVABLES</b>		<b>1525,99</b>	<b>18,69</b>	<b>652,47</b>	<b>671,16</b>

*Producción actual con energías renovables en Álava y Vitoria-Gasteiz (2008)*  
*Fuente: Elaboración propia, Ayuntamiento de Vitoria, EVE, Plan Mugarri*

### Potencial de producción energética con energías renovables

El potencial de producción energética al que podría llegar Álava en 2020, basado en los valores del plan Mugarri con algunas modificaciones,

- Hay tres tipos de energías generadas, eléctrica, térmica y combustibles.
- En las tecnologías de generación de electricidad, se consideran unas pérdidas del 5% por el transporte.
- Las tecnologías están distribuidas por todo el territorio alavés, como los parques eólicos o las centrales hidroeléctricas. Se considera que a Vitoria-Gasteiz le corresponde la parte proporcional a su población, 75% de la energía total producida.
- La mayoría de tecnologías descritas son muy recientes y actualmente se está investigando para aumentar su eficiencia y disminuir los costos de producción. Por lo tanto, para calcular la energía producida se consideran rendimientos más elevados a los que se comercializan actualmente.

### Energía eólica

El aprovechamiento de los recursos eólicos es básico para una ciudad autosuficiente energéticamente. El problema es el tamaño de los generadores, que pueden llegar a medir más de 100 m, por eso su implantación dentro de la ciudad no es posible.

Por otro lado, se están desarrollando generadores de menor tamaño que pueden ubicarse dentro de la ciudad, en tejados o en zonas poco urbanizadas. Esta es una tecnología en desarrollo, con precios de mercado elevados si se los compara con los generadores de gran tamaño.

### Parques eólicos

Actualmente hay una potencia instalada de 109,1 MW, con una producción eléctrica anual de 291 GWh. La potencia instalada a corto plazo (2020) puede aumentar hasta 300 MW, mediante la instalación de nuevos mini parques y la repotenciación y ampliación de los parques existentes. La producción energética será proporcional a la potencia instalada con unas reducciones de un 20% por aprovechamiento de emplazamientos con bajas velocidades, del 5% por el transporte de la electricidad, y solo un 75% corresponde al municipio de Vitoria-Gasteiz.

Así, la producción eléctrica sería de **497,57 GWh/año**.

### Energía mini eólica

El potencial estimado establece una potencia instalada de 4 MW. Para establecer la producción energética se analizaron varios modelos de generadores mini-eólicos para las condiciones generales en Vitoria, obteniendo 4,5 kWh/Wp.

Considerando unas pérdidas por transporte del 5%, se obtiene una producción eléctrica de **17,10 GWh/año**.

## Energía eólica total producida

La potencia instalada en energía eólica puede aumentar de forma sostenible hasta llegar a los 304 MW. La energía generada se estima en 514,67 GWh/año.

Tecnología	Potencia [MW]	Energía [GWh/año]
Parques eólicos	300	497,57
Generadores mini eólicos	4	17,10
<b>Total</b>	<b>304</b>	<b>514,67</b>

*Potencia instalada y producción energética con energía eólica*

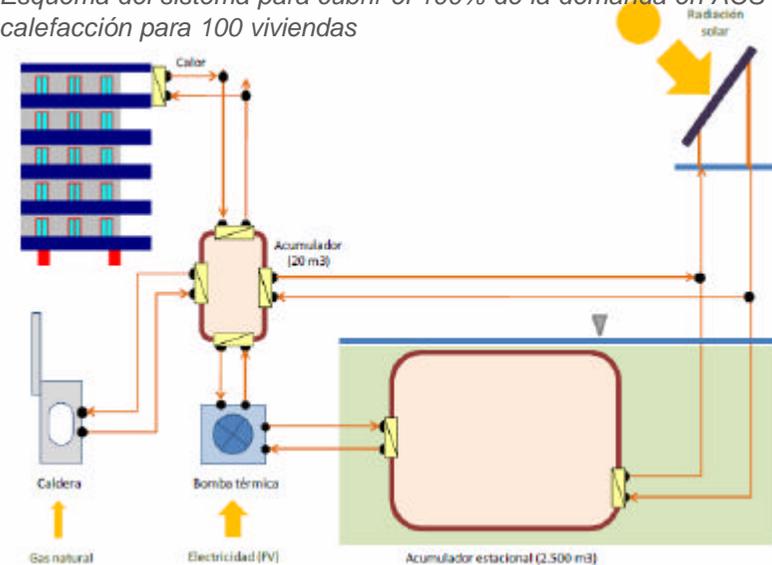
### Energía solar térmica

Se propone un sistema capaz de cubrir el 100% de la demanda térmica de baja temperatura (calefacción y ACS) a partir paneles solares térmicos. Estos se complementan con un sistema auxiliar para condiciones meteorológicas adversas: una bomba de calor en que el foco frío es un depósito estacional alimentado por los mismos paneles solares térmicos. Las placas térmicas se ubican en la cubierta, junto a una instalación fotovoltaica que suministra la electricidad necesaria para el funcionamiento de la bomba. Incluye una caldera auxiliar de GN para cuando se interrumpa el funcionamiento de la bomba térmica (por avería o mantenimiento).

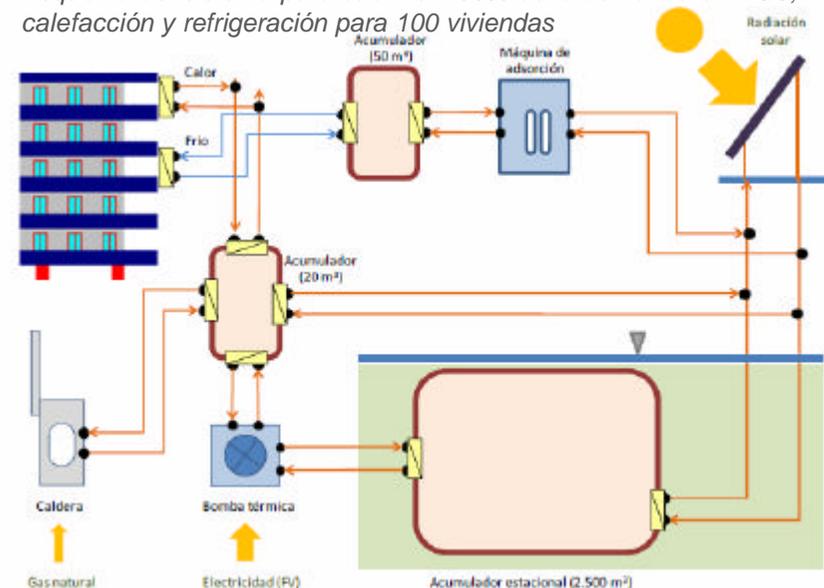
También se ha analizado el sistema con la incorporación de una máquina de adsorción, para generar frío a partir del sol, lo que requeriría una superficie de placas mayor.

Debido a las condiciones meteorológicas de la ciudad, el consumo en refrigeración es bajo, por lo que no se recomienda el sistema para las viviendas, si en cambio para servicios y equipamientos.

Esquema del sistema para cubrir el 100% de la demanda en ACS y calefacción para 100 viviendas



Esquema del sistema para cubrir el 100% de la demanda en ACS, calefacción y refrigeración para 100 viviendas



## Energía solar térmica en el sector residencial

Implantación del sistema en todos los edificios de nueva construcción.

Para los edificios existentes no se recomienda su implantación por las dificultades técnicas y la inversión económica que supondría. En estos centros se propone una instalación de paneles solares térmicos para cubrir el 65% de la demanda de ACS.

Los resultados de demanda, cobertura y características de la instalación para las distintas tipologías de vivienda son los siguientes:

Demanda térmica	ACS [kWh/viv.]	Cale [kWh/viv.]	Total [kWh/viv.]	nº viv.	ACS [GWh]	Cale [GWh]	Total [GWh]
Pluri_nueva construcción	1.500	1.500	3.000	18.669	28,00	28,00	56,01
Uni_nueva construcción	1.500	2.500	4.000	778	1,17	1,94	3,11
Pluri_existente	2.000	2.500	4.500	87.582	175,16	218,96	394,12
Uni_existente	2.000	3.500	5.500	3.389	6,78	11,86	18,64
<b>Total</b>				110.418 <sup>5</sup>	211,11	260,76	471,88

*Demanda térmica en el sector residencial en situación de máxima eficiencia (2050)*

Sistema de generación	Solar térmica [m <sup>2</sup> /viv]	Solar térmica [m <sup>2</sup> ]	Cobertura térmica [GWh]	% cobertura
Pluri_nueva construcción	5	93.346	56,01	100,00%
Uni_nueva construcción	6,5	5.056	3,11	100,00%
Pluri_existente	2	175.165	113,86	28,89%
Uni_existente	2	6.777	4,41	23,64%
<b>Total</b>		280.344	177,38	37,59%

*Cobertura de la demanda térmica y características de la instalación solar térmica para el sector residencial*

### Energía solar térmica en el sector servicios y equipamientos

El sistema que permite cubrir el 100% de la demanda térmica y de refrigeración solo se recomienda en los edificios de nueva construcción por los mismos motivos descritos en el sector residencial.

Para edificios existentes se propone cubrir el 65% del ACS.

Demanda	ACS [GWh]	Calefacción [GWh]	Refrigeración [GWh]	Total [GWh]
Nuevas servicios	2,20	13,39	3,26	18,85
Servicios existentes	8,80	55,00	19,20	83,00
<b>Total</b>	<b>11,00</b>	<b>68,39</b>	<b>22,46</b>	<b>101,85</b>

*Demanda térmica y en refrigeración en los servicios en situación de máxima eficiencia*

Sistema de generación	Solar térmica [m <sup>2</sup> ]	Cobertura térmica [GWh]	% cobertura
Nuevas servicios	40.000	18,85	100,00%
Servicios existentes	8.500	5,72	6,89%
<b>Total</b>	<b>48.500</b>	<b>24,57</b>	<b>24,12%</b>

*Cobertura de la demanda térmica y características de la instalación solar térmica para el sector servicios*

Demanda	ACS [GWh]	Calefacción [GWh]	Refrigeración [GWh]	Total [GWh]
Nuevas equipamientos	1,33	2,12	0,48	3,93
Equipamientos existentes	7,50	12,26	4,04	23,79
<b>Total</b>	<b>8,83</b>	<b>14,37</b>	<b>4,52</b>	<b>27,72</b>

*Demanda térmica y en refrigeración en los equipamientos en situación de máxima eficiencia*

Sistema de generación	Solar térmica [m <sup>2</sup> ]	Cobertura térmica [GWh]	% cobertura
Nuevas equipamientos	8.000	3,93	100,00%
Equipamientos existentes	7.000	4,87	20,48%
<b>Total</b>	<b>15.000</b>	<b>8,80</b>	<b>31,76%</b>

*Cobertura de la demanda térmica y características de la instalación solar térmica para los equipamientos*

### Energía solar térmica en las edificaciones

	Demanda total [GWh/año]	Solar térmica [m2]	Solar FV [kW]	Energía cubierta [GWh/año]	% cobertura
Residencial	471,88	280.344	1.968	177,38	37,59%
Servicios	101,85	48.500	800	24,57	24,12%
Equipamientos	27,72	15.000	150	8,80	31,76%
<b>Total</b>	<b>601,44</b>	<b>343.844</b>	<b>2.918</b>	<b>210,75</b>	<b>35,04%</b>

*Demanda, cobertura y características de las instalaciones para los distintos sectores*

Con el sistema propuesto se puede satisfacer una gran parte de la demanda térmica (calor y refrigeración) de los edificios a partir de la energía solar.

La parte que no es posible cubrir corresponde a edificios existentes, ya que la implantación del sistema descrito es complicada.

### Energía solar fotovoltaica

La energía fotovoltaica ofrece uno de los mayores potenciales de producción de energía eléctrica dentro de la ciudad. En la actualidad es una tecnología cara y con eficiencias muy bajas, por lo que todavía no es rentable, aunque, es presumible que bajen los precios y se produzcan mejoras en la eficiencia en los próximos años.

Por otro lado, se están investigando nuevas formas de aprovechar el efecto fotovoltaico en todos los rincones de la ciudad; las ventanas solares o pinturas solares son ejemplos de los nuevos desarrollos.

La potencia instalada en Álava en 2008 era de 4,7 MW, 2,2 MW correspondían a instalaciones sobre tejado y 2,5 MW a huertos solares.

El Plan Mugarri prevé para 2020 un aumento de la potencia total instalada hasta 15 MW, con la creación de nuevos parques solares, la ampliación de los existentes y el incremento de las instalaciones en techos, cubiertas de pabellones e instalaciones industriales.

### Parques solares

Para los huertos solares se propone instalar, con la ampliación de los huertos existentes y la creación de nuevos, una potencia de 10 MW, que producirían aproximadamente 13,68 GWh/año.

Considerando unas pérdidas del 5% en la red y que solo el 75% de la energía se asignaría a Vitoria-Gasteiz, se disponen de 9,75 GWh/año.

### Instalaciones solares fotovoltaicas sobre tejado

El factor limitante será la superficie de tejados disponible. Se estima que la superficie total de cubiertas en el municipio es de 25.500.000 m<sup>2</sup>. No obstante, por orientaciones inadecuadas, sombras u otros problemas técnicos, solo se considera la utilización del 10% de la misma. Además, hay que contabilizar la superficie requerida para cubrir la demanda térmica.

Con estas consideraciones se proponen 3 escenarios:

Fotovoltaica en tejados	Superficie ocupada [m <sup>2</sup> ]	% ocupación	Potencia instalada [MW]	Energía producida [GWh/año]
Escenario 1	100.000	0,4 %	15	14,31
Escenario 2	500.000	2 %	75	71,52
Escenario 3	1.000.000	4 %	150	143,03

*Superficie, potencia y energía producida con energía fotovoltaica sobre tejado para distintos escenarios*

A nivel económico y técnico, el escenario más viable para el 2050 es el que supondría una potencia instalada de 75 MW, con una producción de 71,52 GWh/año.

En un futuro se prevé que la eficiencia de los paneles solares aumentará considerablemente, por tanto se podría instalar mayor potencia en menor superficie y con costes inferiores.

## Nuevas tecnologías fotovoltaicas

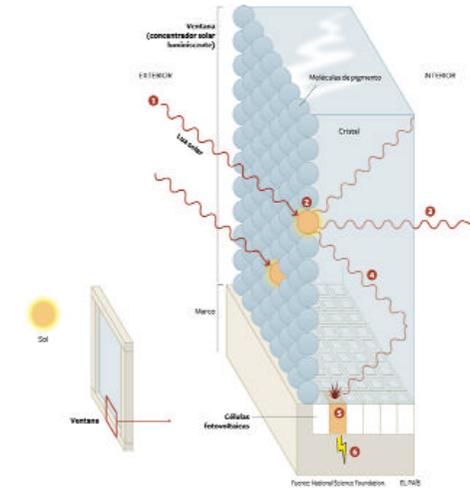
Las ventanas solares son las que están más desarrolladas y probablemente tengan una implantación a corto plazo. Se plantean tres escenarios:

Escenario 1: Instalación de ventanas solares en las ventanas en que el sol irradie directamente la mayor parte del día. Se estima que equivale a 1 m<sup>2</sup> por vivienda.

Escenario 2: Instalar ventanas en todas las fachadas que tengan orientación al sur, que corresponde a la mitad de los edificios. Esto significa unos 3,5 m<sup>2</sup> por vivienda.

Escenario 3: Instalar ventanas solares prácticamente todas las ventanas del municipio. Se estima que es posible llegar a 7 m<sup>2</sup> de ventana por vivienda.

Teniendo en cuenta la radiación solar de cada orientación, considerando que el colector luminiscente será capaz de captar y distribuir hacia los marco un 70% de la energía recibida, que en los marcos habrá paneles PV de alto rendimiento que serán capaces de convertir en electricidad un 25% de la energía recibida (estimando que por cada m<sup>2</sup> de ventana se requiere una potencia de panel de 0,1 kW), y unas pérdidas del 5% en la red, la producción eléctrica de los escenarios sería:



	Superficie/ vivienda [m <sup>2</sup> ]	Superficie total [m <sup>2</sup> ]	Energía captada [GWh/año]	Potencia instalada [MW]	Energía producida [GWh/año]
Escenario 1	1	135.435	86,36	13,54	20,51
Escenario 2	3,50	474.022	302,25	47,40	71,78
Escenario 3	7,00	948.045	449,76	94,80	106,82

*Superficie, potencia y energía producida con ventanas solares*

El escenario 2 es el más viable para el 2050. Supondría una superficie aproximada de ventanas de 475.000 m<sup>2</sup>, produciendo 71,78 GWh/año.

## Energía solar fotovoltaica total producida

Tecnología	Potencia [MW]	Energía [GWh/año]
Instalaciones sobre tejado	75	71,52
Ventanas solares	47	71,78
Parques solares	10	9,75
<b>Total</b>	<b>132</b>	<b>153,05</b>

*Potencia instalada y producción energética con energía solar fotovoltaica*

La energía solar fotovoltaica puede ser una tecnología con una gran aportación en el mix eléctrico. Se podrían generar un total de 153,05 GWh/año, la mayor parte de ella producida en el propio municipio.

### Biomasa

Solamente se plantea la obtención de energía a partir de los residuos de la biomasa, sin considerar los cultivos energéticos.

- Residuos agrícolas
- Residuos forestales
- Residuos ganaderos
- Madera industrial

La biomasa puede generar electricidad, energía térmica y utilizarse como combustibles.

### Residuos agrícolas

Álava tiene un potencial de 180.000 t/año de residuos agrícolas, que corresponde básicamente a la paja de cereal. Actualmente una parte de este es enviado fuera de Álava a una planta de combustión de biomasa para la generación de electricidad.

Existe un proyecto aprobado de una planta de cogeneración para tratar 110.000 t/año de este residuo, con una potencia eléctrica de 18 MW y térmica de 60 MW. La planta funcionaria 8.000 h anuales, con lo que la producción de eléctrica sería de 136,80 GWh. Por la parte que le corresponde a Vitoria-Gasteiz (75%) y considerando unas pérdidas del 5% en la red, la energía es de **102,60 GWh/año**

Para las 70.000 t/año restantes se propone su fermentación para producir bioetanol. Esta producción se estima que podría llegar a 28.000.000 litros de bioetanol, que considerando que sólo un 75% pertenece a Vitoria, nos da una energía equivalente de **124,13 GWh/año**.

### Residuos forestales

Los residuos forestales deben tener una utilización de carácter local, por lo tanto, aunque Álava dispone de una gran superficie de bosque, solo se considera el potencial dentro del municipio de Vitoria-Gasteiz.

Este se estima en 7.640 t/año de biomasa residual (considerando que un 20% vuelve a la tierra).

Se propone el tratamiento de estos residuos forestales en una planta de cogeneración (eficiencia eléctrica del 35% y eficiencia térmica del 50%). La energía producida es de **7,68 GWhe/año** (pérdidas del 5% en la distribución) y **11,55 GWht/año**.

### Ganadería

Actualmente existe un proyecto aprobado para la construcción de una planta de metanización con cogeneración para el aprovechamiento de los purines, con una potencia eléctrica de 3 MW y térmica de 16 MW.

Se estima una producción energética anual de **12,9 GWh** eléctricos, de los cuales **9,19 GWh** corresponden a Vitoria. La energía térmica se usa en el propio proceso para el secado de los residuos.

### Madera industrial

Hay un potencial de 6.000 t/año de residuos de madera, lo que supone un potencial energético de 29,08 GWh/año.

Se propone el uso de ese potencial en la misma planta de cogeneración de los residuos forestales (eficiencia eléctrica del 35% y eficiencia térmica del 50%). Se aplican los rendimientos descritos y se considera que solo un 75% corresponde a Vitoria.

Con el potencial descrito se podrían generar cada año aproximadamente **7,25 GWh** eléctricos y **10,91 GWh** térmicos.

### Producción total de energía a partir de los residuos de la biomasa

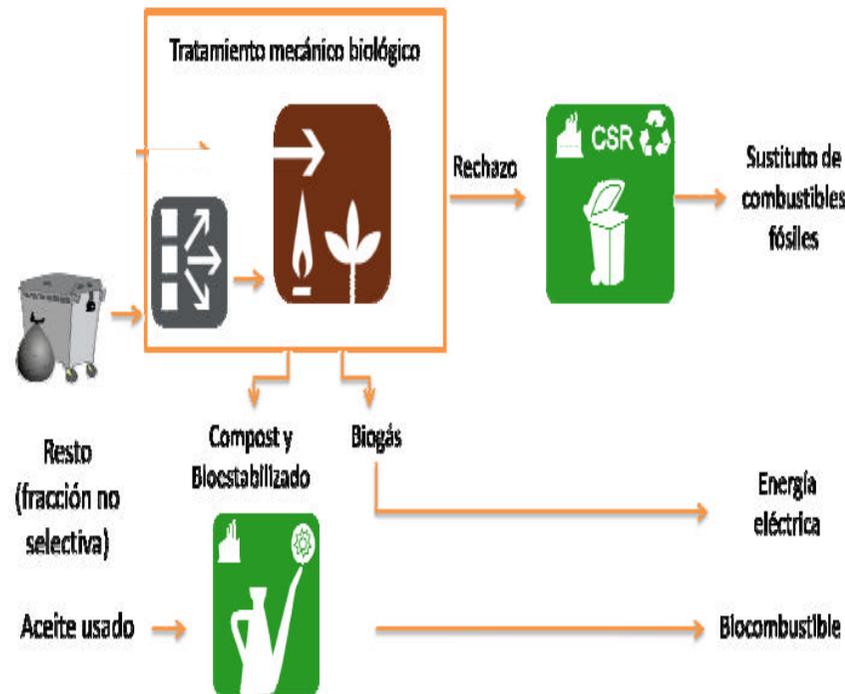
	Energía eléctrica [GWh/año]	Energía térmica [GWh/año]	Combustibles [GWh/año]	Total [GWh/año]
Residuos agrícolas	102,60	-	124,13	226,73
Residuos forestales	7,68	11,55	-	19,23
Residuos ganaderos	9,19	-	-	9,19
Madera industrial	7,25	10,91	-	18,16
<b>Total</b>	<b>126,72</b>	<b>22,46</b>	<b>124,13</b>	<b>273,31</b>

*Producción energética a partir de residuos de biomasa*

A partir del aprovechamiento de estos residuos, la biomasa puede tener una contribución muy importante en el suministro energético que se estima en 273,31 GWh/año.

## Residuos sólidos urbanos

En el siguiente esquema se muestran las operaciones de valorización energética en la gestión de los residuos urbanos.



*Valorización energética de los residuos*

Se estima una generación energética de **81,98 GWh/año** a través de la gestión de los residuos urbanos.

El potencial de producción de energía de los RSU puede obtenerse de 4 procesos principalmente:

- tratar la fracción orgánica por metanización: biogás y energía eléctrica.
- mantener los niveles de captura de biogás en el vertedero para la generación de electricidad.
- valorizar energéticamente el rechazo de la planta de TMB a través de la producción de combustible sólido recuperado (CSR) para su posterior uso como combustible alternativo en cementeras.
- producir biodiesel a partir de aceites vegetales usados.

Tipo de energía (GWh)	2050
Electricidad (planta TMB y vertedero)	7,12
Térmica (Combustión del CSR)	66,76
Combustible (Producción de biodiesel)	8,10
<b>Total</b>	<b>81,98</b>

*Producción energética de los RSU*

### Hidroeléctrica

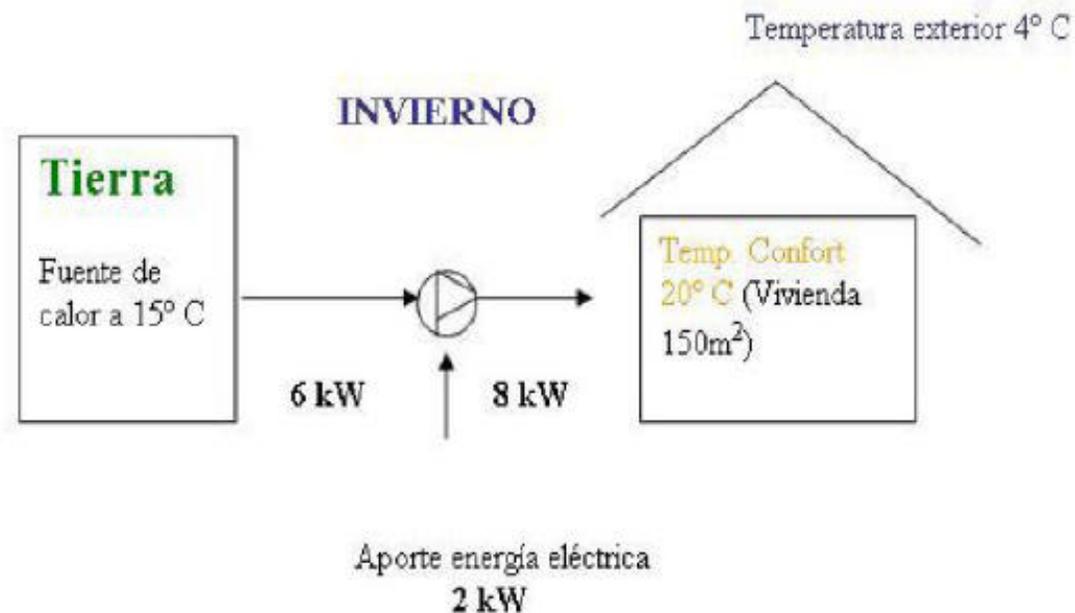
Hay un potencial de 62 MW de centrales mini-hidráulicas. Además, Álava dispone de dos centrales hidroeléctricas, la de Sobrón y la de Barazar, con una potencia total de 113 MW.

Considerando unas pérdidas del 5% por transporte y una reducción del 25% por la parte que le corresponde al territorio alavés, obtenemos una producción eléctrica de **407,04 GWh/año (429,65 GWh/año)**.

### Geotérmica

En Vitoria hay potencial de energía geotérmica para usos de baja temperatura como ACS o climatización. En Álava se obtiene una potencia media 50W/m y la profundidad óptima de perforación es de unos 100 m.

De esta manera, el subsuelo es capaz de proporcionar 6 kW de energía en una sola perforación de 120 m. Posteriormente, una bomba de calor aporta 2 kW más de energía y así se obtienen los 8 kW necesarios para calentar una vivienda unifamiliar.



### Producción total

La producción total que se puede obtener para Vitoria es de 1.663,42 GWh/año.

Fuente		Electricidad [GWh/año]	Térmica [GWh/año]	Combustible [GWh/año]	Energía total [GWh/año]
EÓLICA	Minieólica	17,10			17,10
	Eólica convencional	497,57			497,57
	<b>TOTAL EOLICA</b>	<b>514,67</b>			<b>514,67</b>
SOLAR	Térmica		210,75		210,75
	Fotovoltaica	153,05			153,05
	Residuo Agrícolas	102,60		124,13	226,73
BIOMASA	Residuos forestales	7,68	11,55		19,23
	Ganadería	9,19			9,19
	Madera Industrial	7,25	10,91		18,16
	<b>TOTAL BIOMASA</b>	<b>126,72</b>	<b>22,46</b>	<b>124,13</b>	<b>273,31</b>
RSU	7,12	66,76	8,10	81,98	
HIDRÁULICA	429,65			429,65	
<b>TOTAL</b>	<b>1.231,22</b>	<b>299,97</b>	<b>132,23</b>	<b>1.663,42</b>	

*Potencial de producción de energía renovable para Vitoria-Gasteiz.*

### Balance Energético.

Generando el máximo potencial en energías renovables y reduciendo el consumo de cada sector al máximo se llega a un balance en que la energía producida supera a la consumida:

Fuentes	Consumo energético [GWh/año]	Energía producida con renovables [GWh/año]	Balance [GWh/año]
Electricidad	795,41	1231,22	435,80
E. Térmica	574,84	299,97	-274,88
Combustible	97,11	132,23	35,13
<b>Total</b>	<b>1.467,36</b>	<b>1.663,42</b>	<b>196,05</b>

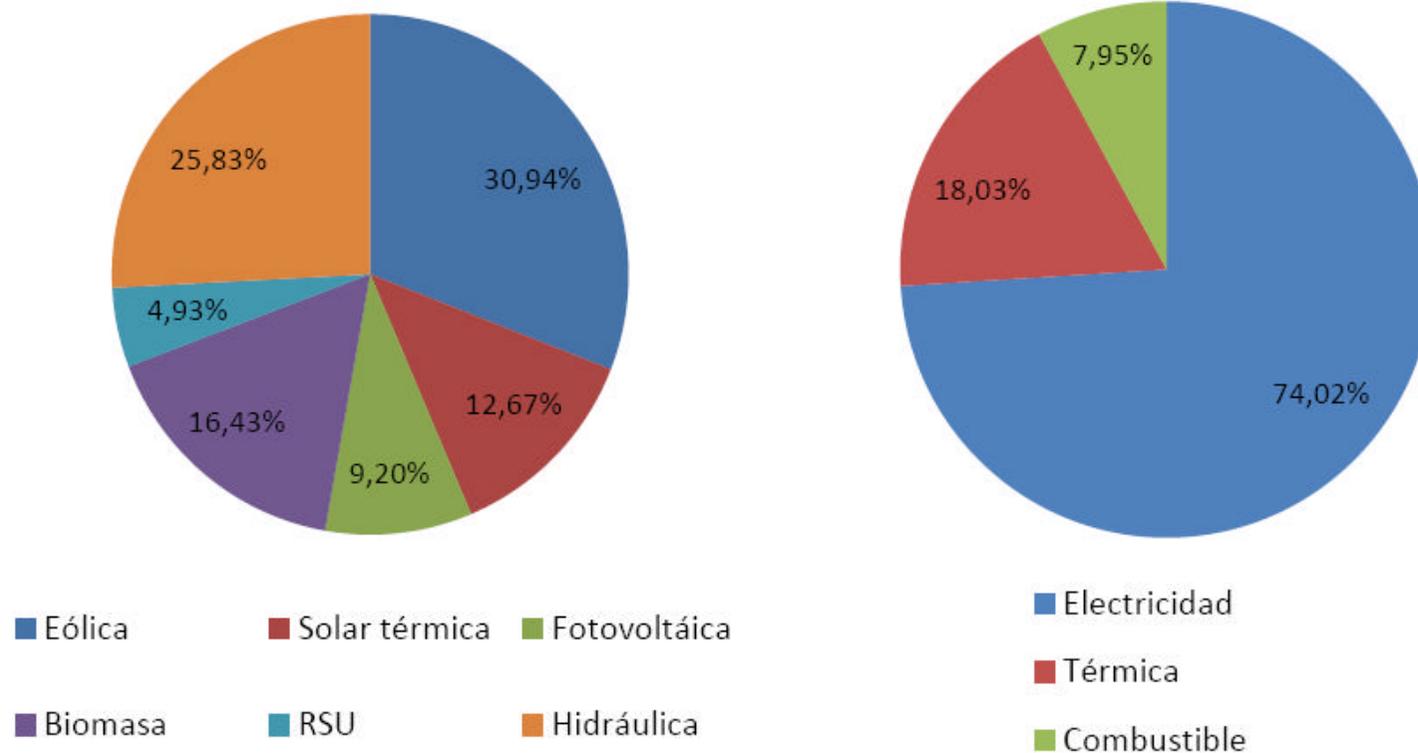
*Balance energético en escenario de autoabastecimiento.*

El excedente de biocombustible (35,13 GWh) se puede usar para satisfacer la demanda térmica en viviendas existentes.

Una gran parte de la energía térmica (89,22 GWh/año), proveniente de centrales de combustión o cogeneración deberá de ir destinada a la industria.

## Producción total

La producción total que se puede obtener para Vitoria es de 1.663,42 GWh/año.

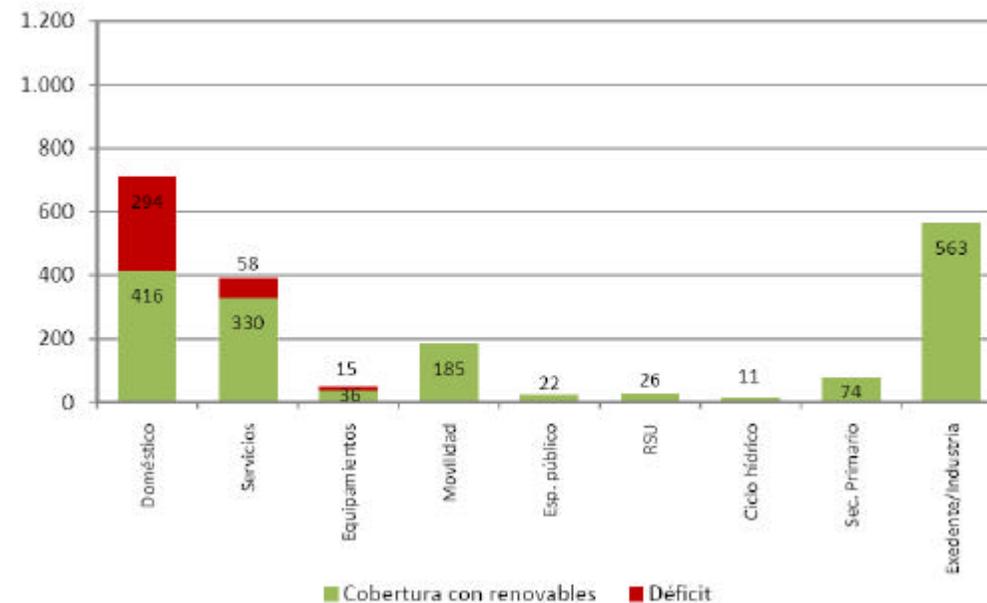
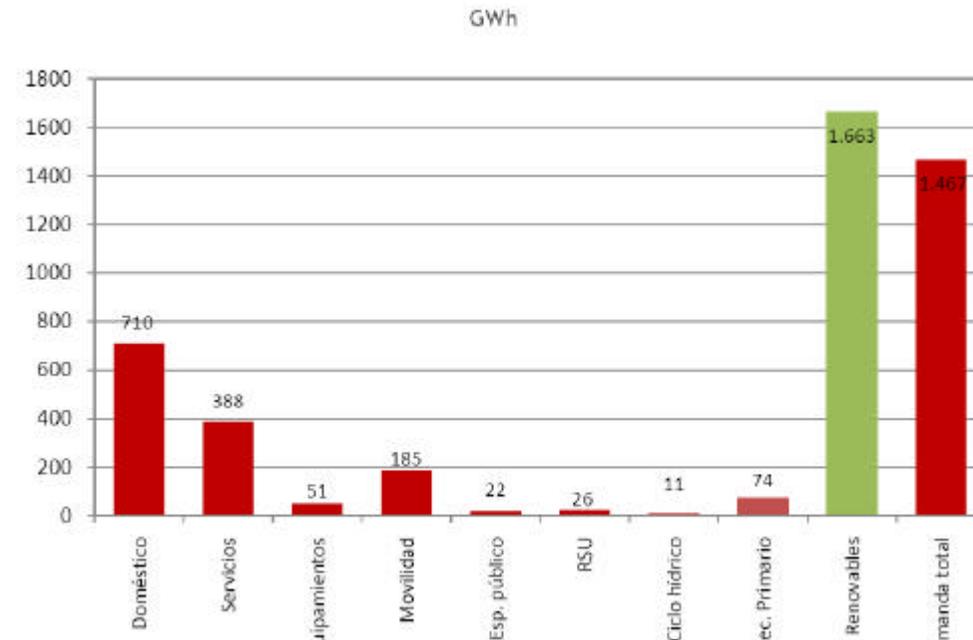


*Distribución de la producción de energía renovable por tecnologías y fuentes.*

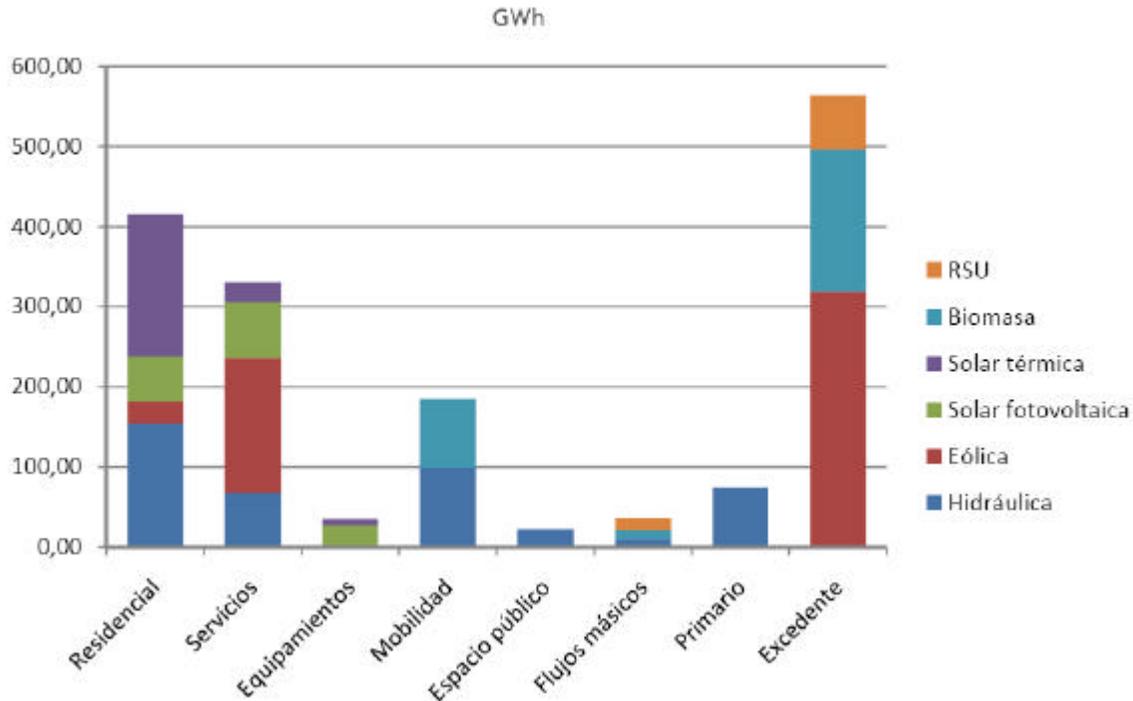
## Balance Energético

*Distribución de la demanda por sectores y capacidad máxima de producción con renovables.*

*Distribución de la producción de energías renovables en los diferentes sectores*



## Balance Energético.



El principal problema del autoabastecimiento es cubrir la demanda térmica en edificaciones existentes.

Las viviendas nuevas pueden diseñarse para autoabastecerse térmicamente con placas solares y acumuladores de energía, con energía geotérmica, etc.

*Demanda por sectores y cobertura por cada tecnología de renovables*

Una posible solución es el uso de calderas de biomasa. Sin embargo en este escenario se plantea que la biomasa se destine a la producción de bioetanol para el transporte.

### Balance de emisiones

Con el escenario de máxima eficiencia y producción de energías renovables, las emisiones únicamente son debidas a cubrir la demanda térmica en los edificios existentes que no puede ser cubierta con fuentes renovables.

La energía necesaria para esos edificios es de **367,41 GWh/año**, que considerando GN como combustible, supone unas emisiones de **74.507,79 t CO<sub>2e</sub>/año**.

Esto supone una reducción del 88,1% respecto al escenario de eficiencia 2020, donde se aplican las acciones de reducción y producción de renovables, y una reducción de 91,3% respecto el 2006 (año base del PLCCVG).

## Sumideros

El potencial como sumidero de la superficie forestal de Vitoria-Gasteiz es considerablemente elevado, siendo bosques naturales más del 29% de la superficie del municipio. Se puede potenciar todavía más su capacidad aumentando la superficie forestal, en zonas intersticiales, es decir, entre campos de cultivo y entre infraestructuras viarias, de esta manera además de aumentar la capacidad como sumidero, se fomenta la conectividad entre ecosistemas.

Se han calculado dos escenarios futuros, en un primer escenario se propone aumentar la superficie forestal en 1.000 ha y en un segundo escenario aumentar esta superficie en 2.500 ha.

	Superficie bosque [ha]	[t CO <sub>2</sub> eq fijado/año]	% Absorción de emisiones municipales <sup>8</sup>
Actual	7.970	141.390	15,3
Escenario 1	8.970	161.462	17,4
Escenario 2	10.470	188.462	20,4

*Propuestas de ampliación del potencial como sumidero de los bosques municipales*

## Sumideros

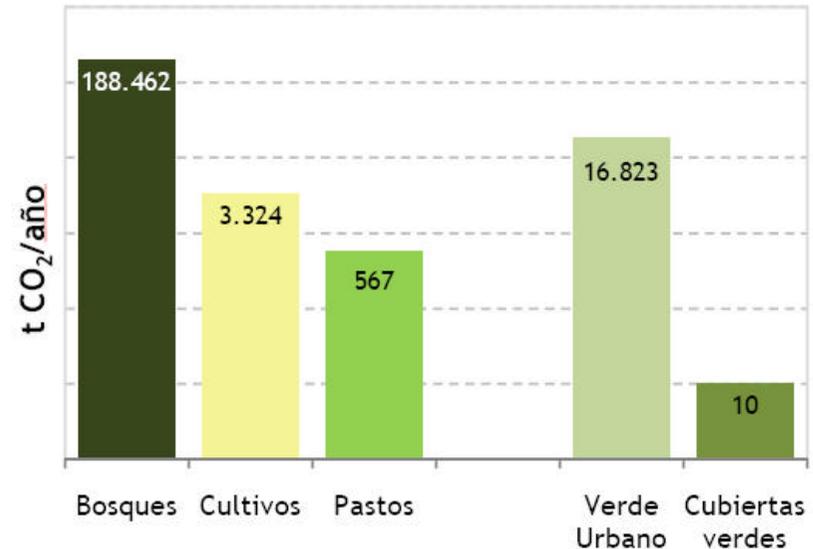
Para aumentar la capacidad de fijación del verde urbano, además de potenciar los beneficios asociados que aporta se propone aumentar la superficie de cubiertas y muros verdes en la ciudad.

Considerando unos 40.000 m<sup>2</sup> como superficie potencial para la instalación de cubiertas verdes en equipamientos, se conseguiría aumentar el potencial sumidero del verde urbano en unas 10 tCO<sub>2eq</sub>/año.

Con las acciones propuestas, aumento de la masa boscosa intersticial y con cubiertas verdes en los equipamientos públicos se pueden llegar a fijar anualmente un 30% más de CO<sub>2</sub>.

*Potencial actual y futuro de secuestro de CO<sub>2eq</sub> por usos del suelo*

	Actual [t CO <sub>2</sub> eq fijado/año]	Futuro [t CO <sub>2</sub> eq fijado/año]
Sumideros	160.546	209.186



### Balance total

En total se llega a un escenario en que el computo total de emisiones es negativo (-134.678 t CO<sub>2eq</sub>/año).

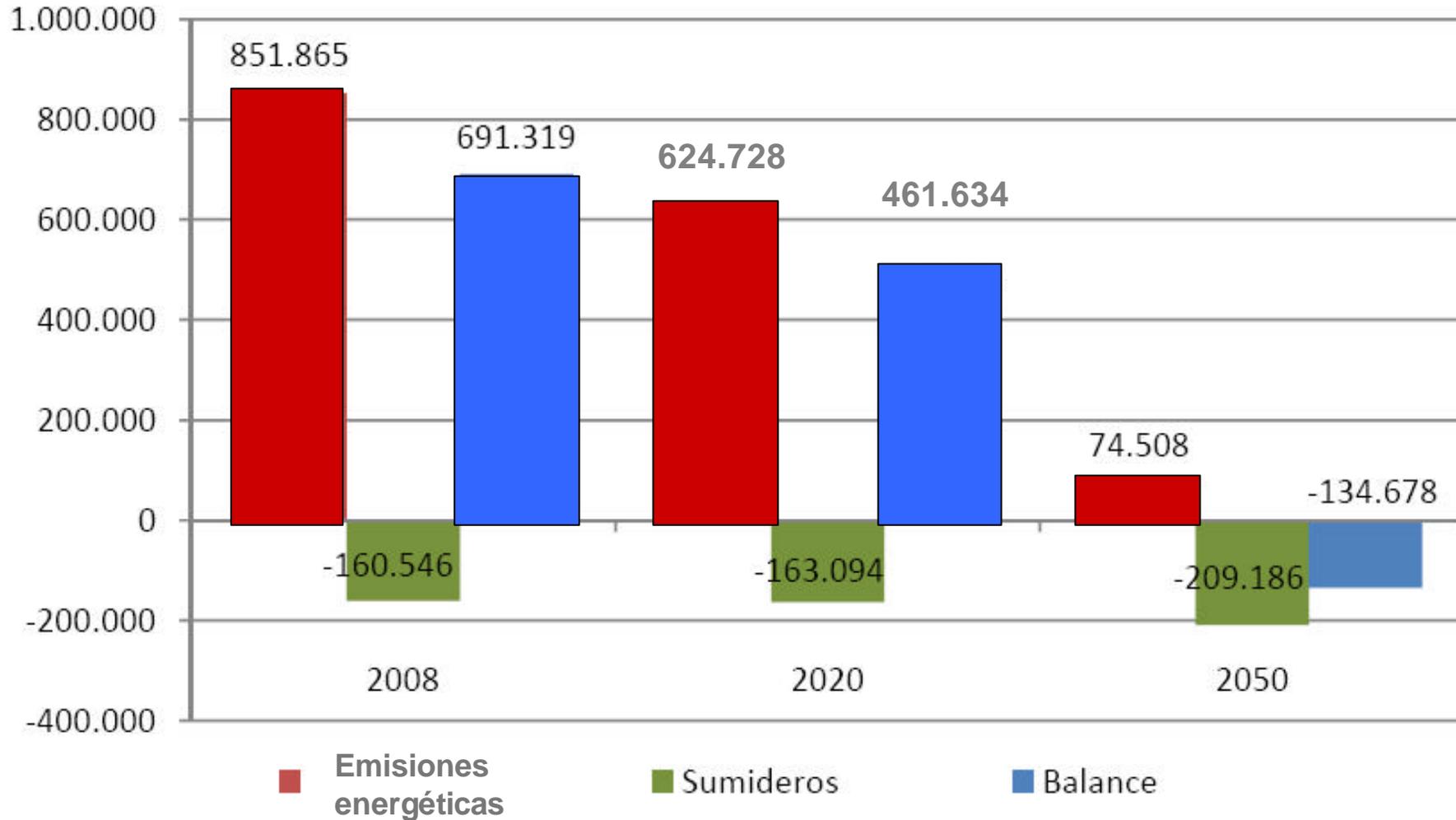
Este es un objetivo muy ambicioso y que requiere un gran esfuerzo, tanto social como económico.

Sin embargo lograr una ciudad que absorbe carbono en lugar de emitirlo y que prácticamente tiende al autoabastecimiento con recursos propios y lo que es más importante renovables, sería un modelo a seguir en todas las ciudades del mundo.

Fuentes	Emisiones [tn CO <sub>2</sub> /año]
Emisiones energéticas	74.508
Sumideros	-209.186
<b>Total</b>	<b>-134.678</b>

*Emisiones en el escenario neutro en emisiones*

## Balance total



*Balance de emisiones para los distintos escenarios*

### Conclusiones

Lograr que Vitoria-Gasteiz sea una **ciudad neutra en emisiones y autoabastecible energéticamente** es un objetivo ambicioso, pero **viable**, que plantea las siguientes líneas de actuación:

- i. **Replantear el sistema de movilidad interna actual**, reduciendo drásticamente los desplazamientos en vehículo privado (> 70%) y potenciando sistemas de transporte más eficientes y respetuosos con el medio: mayor transporte público, incentivar el uso de la bicicleta, transición hacia vehículos eléctricos e híbridos,... Con ello se puede reducir el consumo de este sector en un 82%.
- ii. **Reducir la demanda energética de los edificios actuales**, por un lado, rehabilitando la envolvente, por otro, reduciendo el consumo, sustituyendo electrodomésticos, iluminación, calderas por sistemas más eficientes. Con ello se puede lograr un consumo medio por vivienda inferior a 7.000 kWh/año (reducción de más del 40% respecto el valor actual).
- iii. **Diseñar y construir los nuevos edificios con criterios de máxima eficiencia** (orientación adecuada, sistemas solares pasivos, captación de luz natural, suelo radiante, equipos de máxima eficiencia...). Con estos criterios se puede lograr un consumo inferior a 5.000 kWh/año por vivienda.

### Conclusiones

- iv. **Reducir el consumo energético del espacio público**, principalmente sustituyendo el alumbrado y los semáforos por sistemas más eficientes, logrando una reducción del consumo energético de más del 40%.
- v. **Minimizar la generación de residuos** e implantar un modelo de gestión que potencie, en primer lugar, **su valorización material y**, en segundo lugar, **su valorización energética**. Esto aunque no supone un ahorro energético genera energía, unos 88,4 GWh anuales.
- vi. **Disminuir el consumo de agua potable** mediante la mejora en la eficiencia de la red, el cambio en los hábitos de consumo, la instalación de ahorradores y el impulso al uso de fuentes hídricas no convencionales (pluviales, grises...). Estas acciones permiten alcanzar un ahorro energético del 17% respecto al valor actual.
- vii. **Reducir las emisiones del sector primario y conseguir el autoabastecimiento en alimentos**. Se puede lograr mediante la producción sostenible de productos locales y promocionando su consumo en el municipio. Se promueve el comercio local, estableciendo una red de productores locales de alta calidad.

### Conclusiones

- viii. Lograr los potenciales de producción energética con fuentes renovables dentro del municipio.** El techo de producción se sitúa en 460 GWh/año, principalmente a partir de la captación de energía solar (térmica y fotovoltaica), con contribución de la mini eólica y del aprovechamiento de los RSU.
- ix. Aumentar la producción energética renovable en el territorio alavés** (biomasa, hidráulica, eólica, huertos solares) para abastecer al municipio de Vitoria. La energía producida es básicamente eléctrica (centrales hidroeléctricas y parques eólicos). También es destacable la contribución de la biomasa, principalmente para la generación de biocombustibles.
- x. Desarrollar un sistema eléctrico inteligente** capaz de garantizar el suministro eléctrico en todo momento y en todas partes del municipio (redes inteligentes, sistemas de almacenamiento mediante centrales hidroeléctricas reversibles, ....).
- xi. Aumentar la capacidad de captación de CO<sub>2</sub> del verde urbano** a partir de cubiertas verdes (+40.000 m<sup>2</sup>) **y del área forestal** (+2.500 ha), consiguiendo una capacidad de fijación total de unas 209.186 t CO<sub>2</sub>.

[www.vitoria-gasteiz.org](http://www.vitoria-gasteiz.org)

