

**JORNADA SOBRE MECANISMOS DE FINANCIACIÓN Y AYUDAS  
GESTIONADAS POR EL IDAE PARA PROYECTOS  
DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES  
-GENERA'16-**

**Madrid, 16 de junio de 2016**

***Evaluación completa del potencial de uso de la  
cogeneración de alta eficiencia y de los sistemas urbanos  
de calefacción y refrigeración eficientes***

***Miguel Manrique de Lara***

Jefe del Dpto. de Transformación de la Energía de IDAE

## Índice

1. *Contexto y objetivos*
2. *Metodología*
3. *Caracterización de la demanda de calor y frío*
4. *Mapa de calor*
5. *Cálculo del potencial técnico*
6. *Análisis de coste beneficio a nivel país*
7. *Resultados del análisis coste beneficio*
8. *Resultados de potencial coste eficiente*
9. *Conclusiones*

## 1. Contexto y objetivos

- *La Directiva 2012/27/UE reconoce que la cogeneración de alta eficiencia y los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración tienen un potencial significativo de ahorro de energía primaria que, en general, está poco explotado en la Unión.*
- *El objetivo de la Directiva en relación a lo anterior supone la creación de un marco favorable para el desarrollo de la **cogeneración de alta eficiencia** basada en el calor útil y en el ahorro de energía primaria y de los **sistemas urbanos de calefacción y refrigeración eficientes, en particular los que utilicen cogeneración de alta eficiencia***
- ***Por sistema urbano de calefacción y refrigeración eficiente** se entiende un sistema que utilice al menos un 50 % de energía renovable, un 50 % de calor residual, un 75 % de calor cogenerado o un 50 % de una combinación de estos tipos de energía y calor.*

## **1. Contexto y objetivos**

### Artículo 14: Promoción de la eficiencia en la calefacción y la refrigeración

- ***Los Estados miembros llevarán a cabo y notificarán a la Comisión una evaluación completa del potencial de uso de la cogeneración de alta eficiencia y de los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración eficientes.***
- ***Los Estados miembros llevarán a cabo un análisis de costes y beneficios que abarque su territorio, atendiendo a las condiciones climáticas, a la viabilidad económica y a la idoneidad técnica.***
- ***Los Estados miembros adoptarán políticas que fomenten el uso de sistemas de calefacción y refrigeración eficientes, en particular los que utilicen cogeneración de alta eficiencia.***

## 2. Metodología

***La evaluación completa del potencial supone :***

- 1. Establecer la demanda de calor y de refrigeración del país*
- 2. Prever cómo evolucionará la demanda*
- 3. Desarrollar un mapa del territorio nacional en el que se señalen:*
  - a) los puntos de demanda de calefacción y refrigeración en los municipios con una relación entre superficie construida y superficie del terreno de, como mínimo, 0,3, y en las zonas industriales con un consumo anual total de calefacción y refrigeración de más de 20 GWh.*
  - b) La infraestructura de calefacción y refrigeración urbana ya existente y planificada*
  - c) Las instalaciones de generación de electricidad con una producción anual superior a 20GWh, las instalaciones de incineración de residuos, las instalaciones de cogeneración planificadas y existentes así como las instalaciones de calefacción urbana*

## 2. Metodología

4. *En base a lo anterior, identificar la parte de la demanda de calor que técnicamente podría ser satisfecha mediante cogeneración de alta eficiencia, microcogeneración y calefacción y refrigeración urbana eficientes. Esto significa establecer el **potencial técnico**.*
5. *Realizar un análisis coste- beneficio a nivel país para identificar aquellas partes del potencial técnico que económicamente pueden ser satisfechas por cogeneración de alta eficiencia, incluida la microcogeneración y calefacción y refrigeración urbana eficientes. Esto significa establecer el **potencial económico**.*
6. *En relación con el potencial económico, establecer aquel que es coste eficiente en relación a los recursos disponibles.*

## 2. Metodología

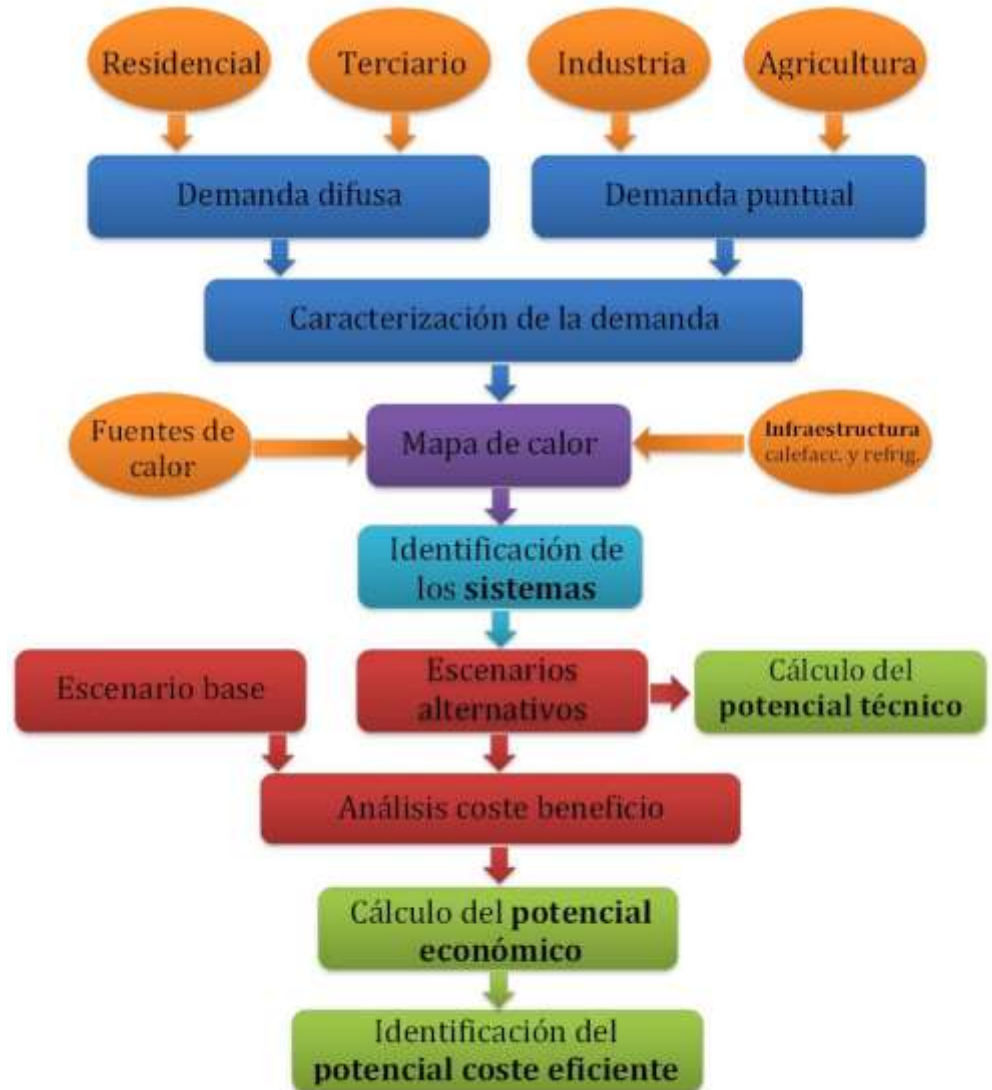
1. Caracterización de la demanda

2. Mapa de Calor

3. Cálculo del potencial técnico

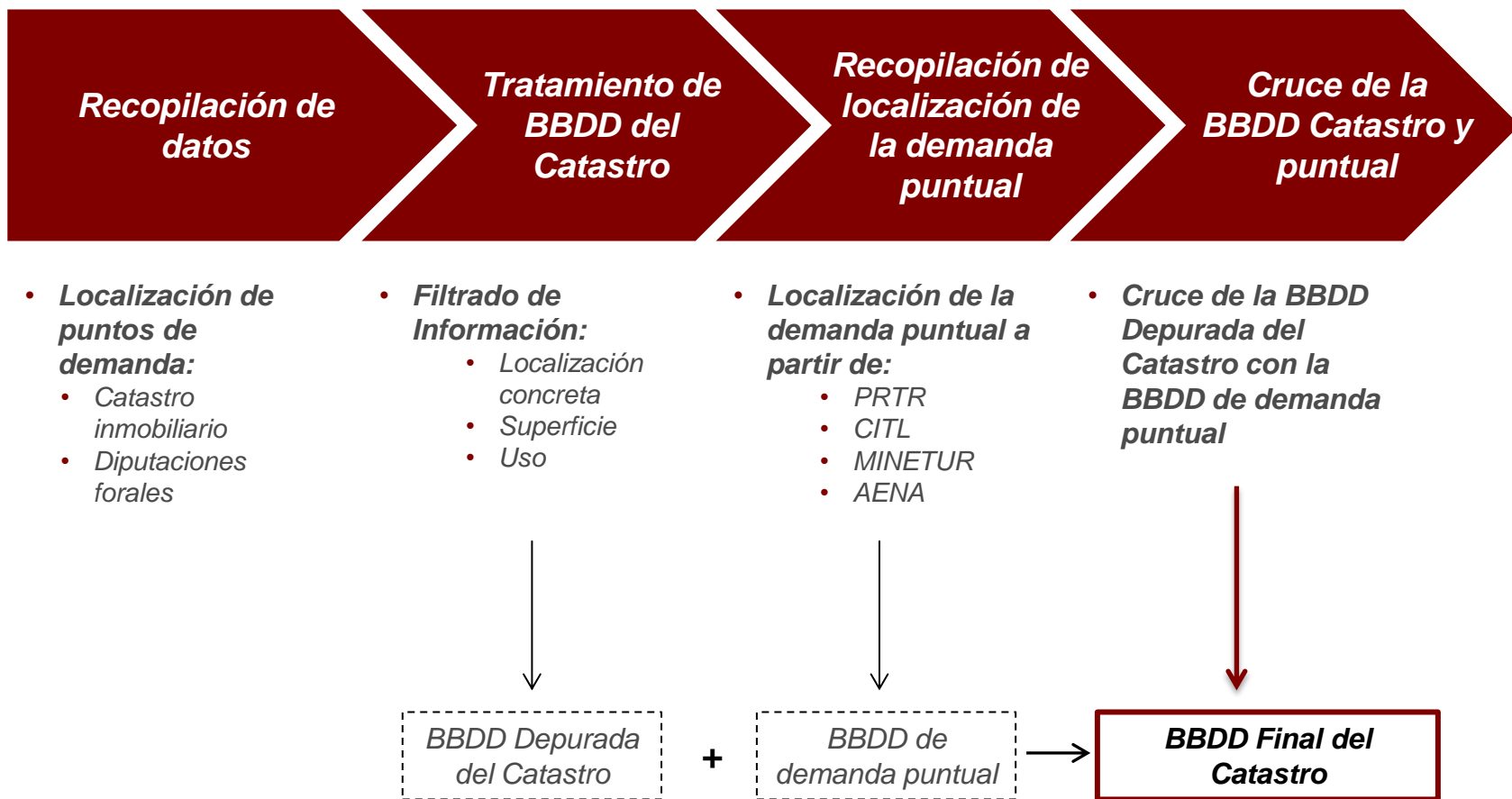
4. Análisis coste beneficio

5. Obtención e interpretación de resultados



### 3. Caracterización de la demanda de calor y frío

#### Localización de centros consumidores





### 3. Caracterización de la demanda de calor y frío

#### Caracterización de la demanda

- *El punto de partida para la caracterización de la demanda de calor y frío ha sido el **balance de energía final para el año base 2013**.*
- *La caracterización de centros de demanda se ha realizado de acuerdo a lo siguiente:*
  - **Centros de demanda puntual:** *centros de demanda térmica con consumos especialmente relevantes que requieren tratamiento individualizado.*
  - **Centros de demanda difusos:** *consumidores del sector terciario e industrial no incluidos en el apartado anterior, y la totalidad del sector residencial, que no es posible categorizarlos de manera individualizada. Se emplea un perfil de demanda para cada sector de actividad.*

Categoría difusa	Categoría puntual
Sector terciario difuso: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oficinas</li> <li>• Comercios</li> <li>• Sanidad</li> <li>• Deportivo</li> <li>• Espectáculos</li> <li>• Ocio y hostelería</li> <li>• Cultural</li> </ul>	Sector terciario: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitales</li> <li>• Centros penitenciarios</li> <li>• Edificios institucionales</li> <li>• Aeropuertos</li> <li>• Centros comerciales</li> </ul>
Sector industrial difuso	Sector industrial (Grandes instalaciones)
Sector residencial	

### 3. Caracterización de la demanda de calor y frío

#### Caracterización de la demanda

##### ➤ Demanda de sector residencial y terciario:

- Muy dependiente de la zona climática
- Caracterización en tres zonas:
  - Atlántico Norte
  - Continental
  - Mediterráneo
- Sector residencial :
  - Caracterizado según proyecto SECH-SPAHOUSEC



Fuente: Proyecto SECH-SPAHOUSEC

### 3. Caracterización de la demanda de calor y frío

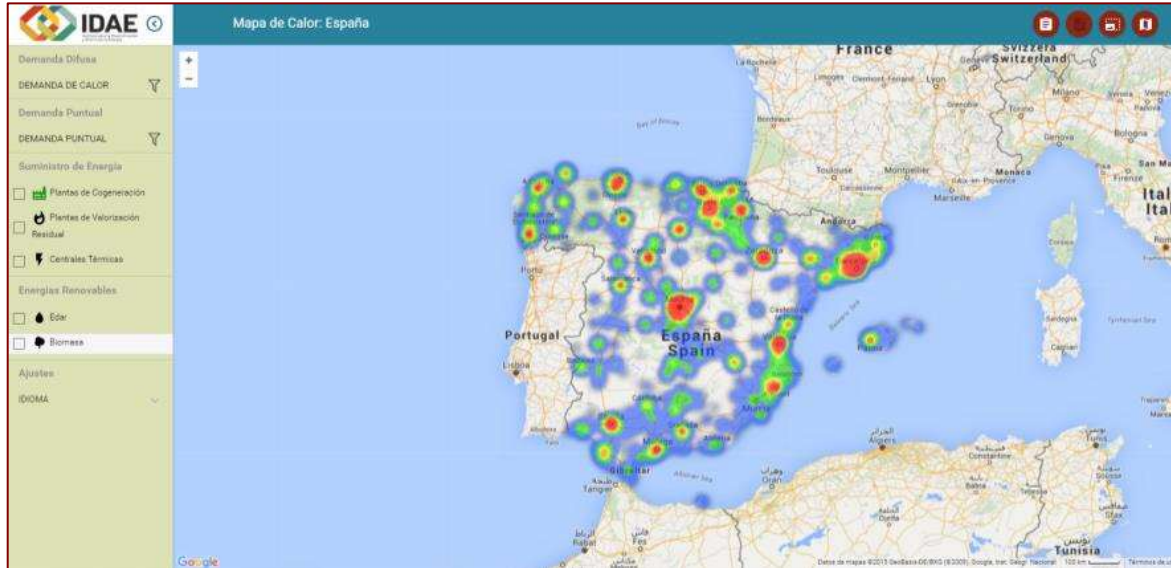
#### Resultados agregados totales

➤ En la siguiente tabla se muestran los resultados estimados del total de demanda térmica de calor y frío de España por sectores Residencial, Terciario e Industrial para el año base.

Sector	Residencial	Terciario	Industrial, agrícola y pesquero	TOTAL
Calefacción + ACS	102.566	93.194	212.259	<b>408.019</b>
Refrigeración	2.230	28.409	21.179	<b>51.818</b>

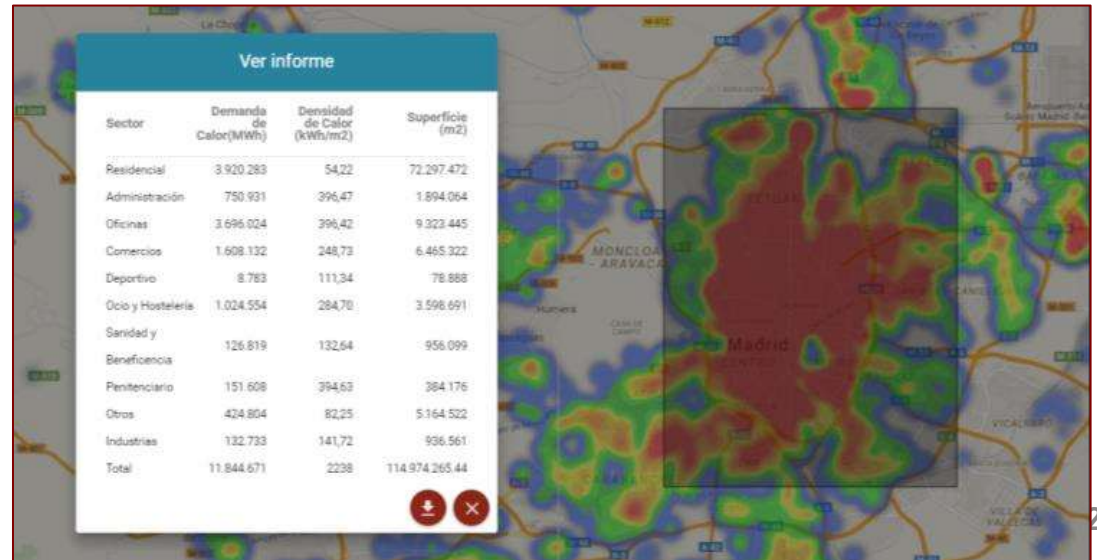
**Demanda térmica de calefacción y refrigeración en España (GWh)**

## 4. Mapa de calor

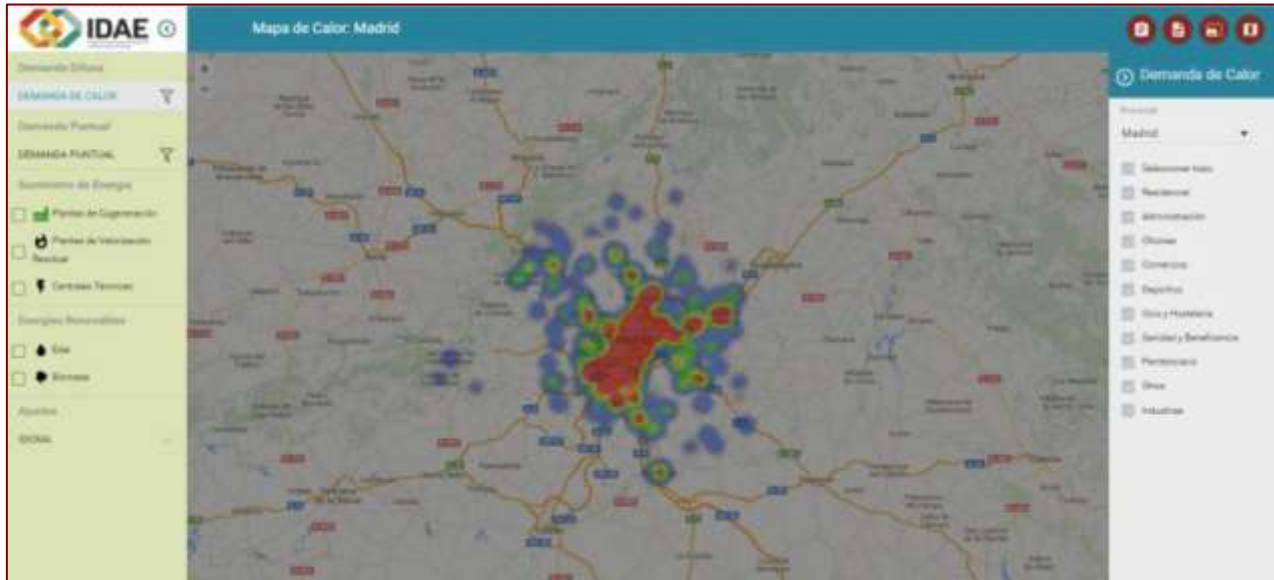


Interfaz de la aplicación web del mapa de calor.

**Herramienta de consulta de la aplicación webmapping.** La función de la herramienta es mostrar la información detallada (demanda y oferta térmica, y desglose en los diferente tipos de consumidores) del área del mapa seleccionada por el usuario



## 4. Mapa de calor



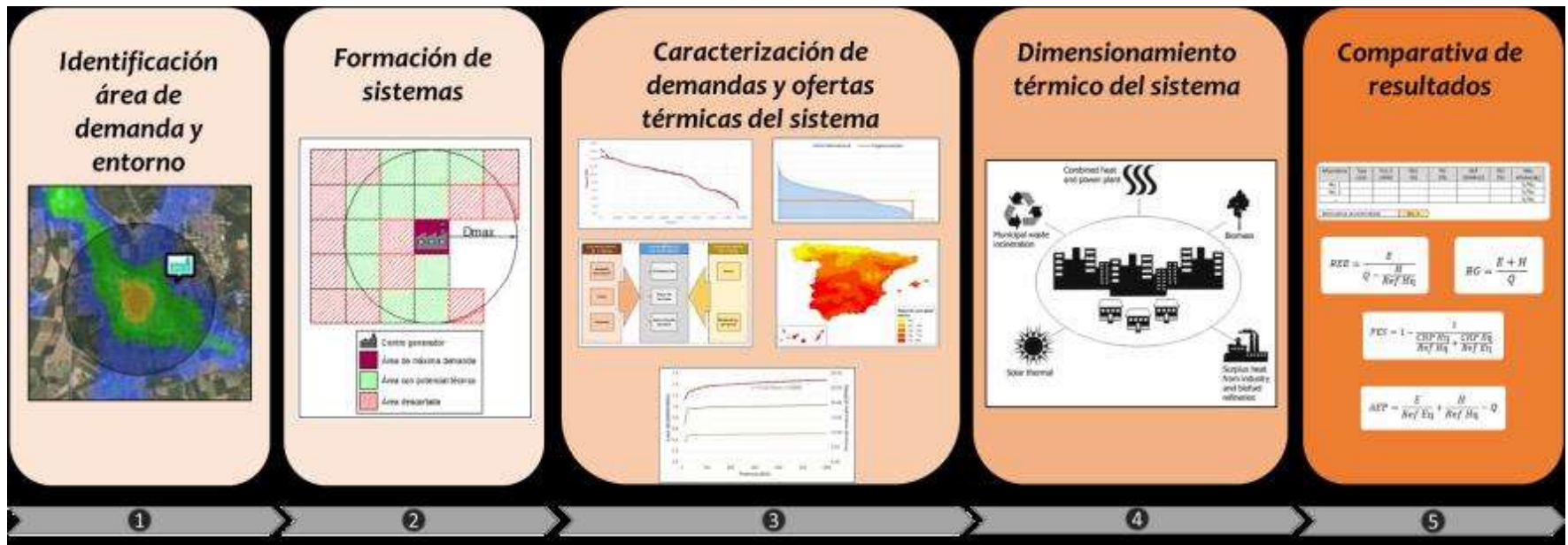
*Representación de la demanda térmica. Al aumentar el zoom, el mapa muestra de manera individualizada los centros de demanda puntual.*



*Representación de centros con potencial de oferta térmica. La representación se lleva a cabo mediante iconos que permiten distinguir la tipología del centro.*

## 5. Cálculo del potencial técnico

- Se estudia la viabilidad técnica de implantar cada solución en cada uno de los sistemas obtenidos
- La energía máxima que puede aportar cada solución para el total de los sistemas será el potencial técnico para cada solución estudiada



## 5. Cálculo del potencial técnico

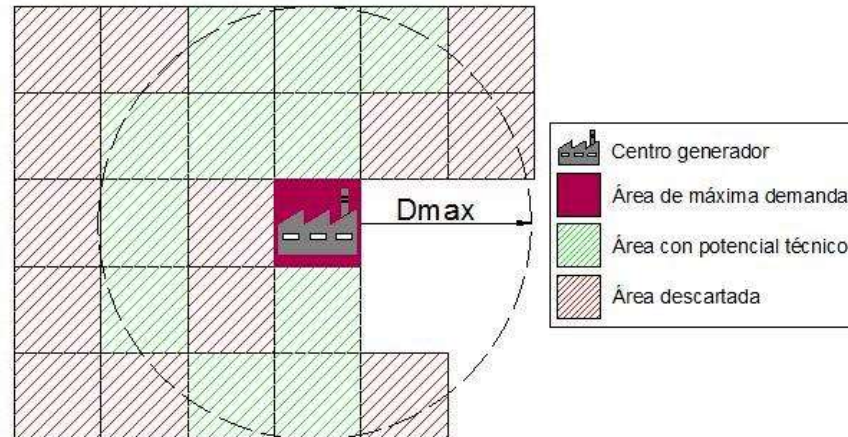
### Formación de sistemas

#### ➤ Demanda energética

- Distribución del territorio nacional en celdas de 100 m de lado
- Filtrado de zonas por alta densidad de edificación (Plot ratio > 0,3)
- Selección de áreas de alta densidad de demanda (>130kWh/m<sup>2</sup>)
- Se hacen agrupaciones de celdas que cumplan los requisitos anteriores y con un radio < 1,5 km, empezando por las celdas de mayor demanda.
- Se añaden las demandas puntuales en un radio de 5 km para formar sistemas

#### ➤ Oferta energética

- Para cada sistema se estudian las distintas ofertas energéticas en un radio < 5Km



## 5. Cálculo del potencial técnico

### Soluciones tecnológicas

1. *Para cada uno de los sistemas resultantes se estudian diferentes soluciones tecnológicas de sistemas urbanos de calefacción y refrigeración eficientes en base a los recursos energéticos disponibles para dicho sistema*
2. *Se han estudiado soluciones tecnológicas para los siguientes recursos:*
  - *Calor residual de centrales térmicas de generación eléctrica*
  - *Calor residual de plantas de valorización energética de residuos*
  - *Calor residual de Industria (Sectores considerados: cemento, vidrio, hierro y acero, aluminio, metalurgia y fundición)*
  - *Biomasa*
  - *Biogás*
  - *Geotermia*
  - *Solar Térmica*
  - *Cogeneración de alta eficiencia*



## 6. Análisis de coste beneficio a nivel país

### Metodología

Definición del Escenario Base

Definición de escenarios alternativos

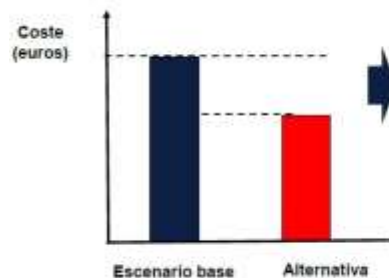
Análisis coste beneficio de cada escenario

Agrupación de balances individuales

Conclusiones

- El **Escenario Base** describe el mix de generación térmica existente. Se calcula para cada sistema y se evoluciona para adecuarse a la estimación de demanda hasta el año 2050
- En base al potencial técnico de cada tecnología analizada en el estudio **se establecen alternativas** al Escenario Base, en las que cada solución aportará todo el potencial técnico posible

- Para cada una de las soluciones técnicas estudiadas en cada uno de los sistemas analizados, se realiza el **análisis económico del proyecto**



$$\text{Coste}_t = [\text{Coste}_t]_{\text{Alternativa}} - [\text{Coste}_t]_{\text{Escenario Base}}$$

- Para la realización del **análisis económico global** desde la perspectiva del país, se parte de los flujos de caja de cada proyecto y sobre dicho análisis, se realizan las modificaciones pertinentes para tener en cuenta externalidades, factores medioambientales, sociales, macroeconómicos, de impacto en la salud, etc. no analizados anteriormente.
- La suma del potencial económico de una determinada solución en cada uno de los sistemas analizados constituye el potencial económico a nivel nacional de dicha solución.

## 6. Análisis de coste beneficio a nivel país

### Parámetros económicos

- *Los **costes** que se han considerado son:*
  - *Costes de capital*
  - *Costes de operación y mantenimiento*
  - *Compra de combustible y electricidad*
  - *Impacto ambiental*
  - *Costes derivados del impacto de la dependencia energética*
  
- *Los **ingresos** a considerar son:*
  - *Ingresos por venta de energía eléctrica*
  - *Impacto macroeconómico: contribución directa al PIB e indirecta en otros sectores.*
  
- *El análisis coste-beneficio emplea el **VAN** como criterio de evaluación.*

## 6. Análisis de coste beneficio a nivel país

### Potencial Económico

- *Cada solución técnica que a nivel de sistema analizado tenga un VAN >0 comparado con la línea, será considerada como potencialmente económica y la demanda de energía en MWh que dicha solución satisface en cada sistema será considerada como **potencial económico de dicha solución técnica para dicho sistema.***
- *La suma del potencial económico de una determinada solución en cada uno de los sistemas analizados constituirá **el potencial económico a nivel nacional de dicha solución.***
- ***Los potenciales económicos de las distintas soluciones no son sumables.***
- *A partir del potencial económico se ha optimizado, cuáles son las mejores soluciones técnicas para cada sistema a partir del ratio VAN/MWh para cada solución, dando prioridad a las tecnologías que tengan mayores ratios en cada sistema.*

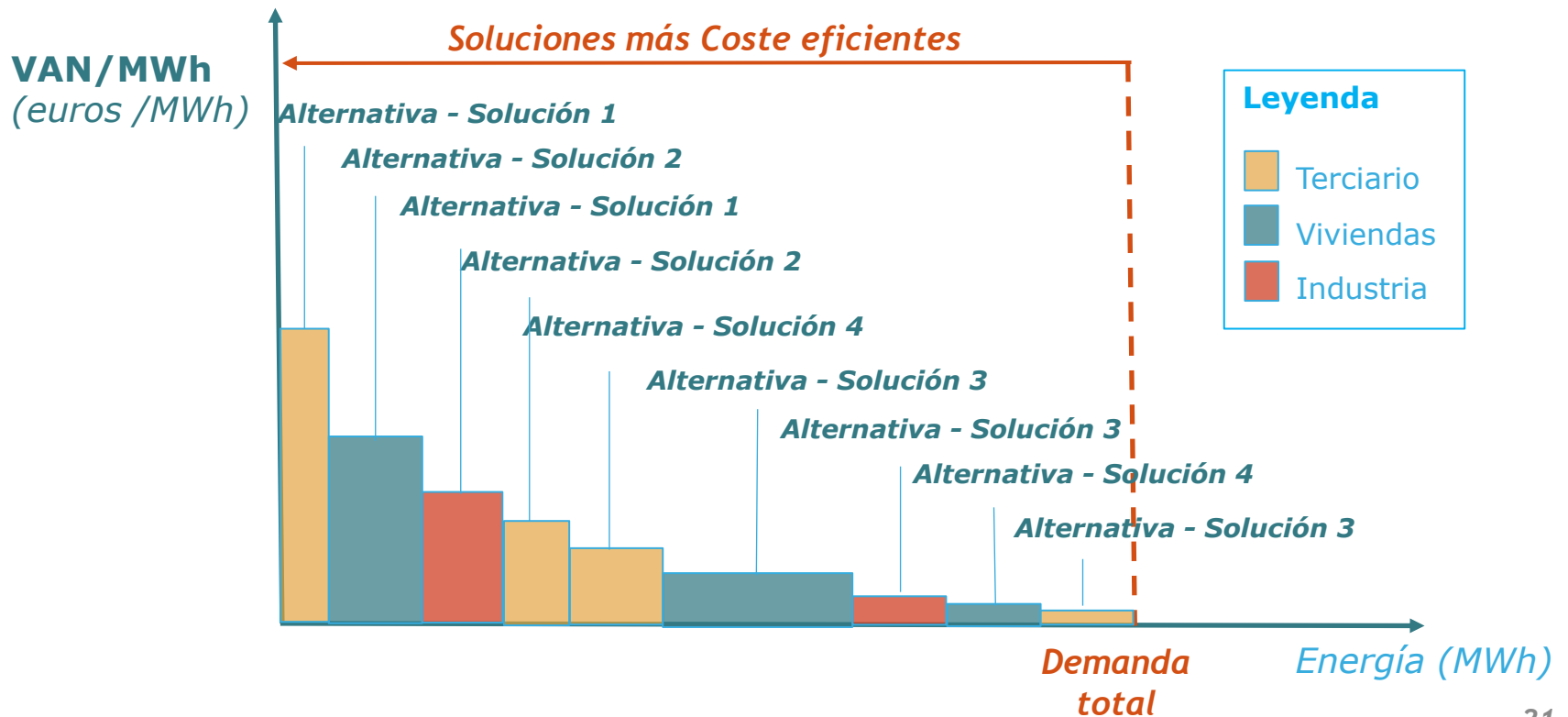
## 6. Análisis de coste beneficio a nivel país

### Potencial Coste Eficiente

- *Si cada sistema satisface su demanda priorizando las soluciones tecnológicas que tienen el mejor ratio VAN/MWh hasta completar dicha demanda, se obtendría para cada sistema el **potencial coste eficiente**.*
- *La suma del potencial coste eficiente de cada uno de los sistemas analizados constituirá el **potencial coste eficiente a nivel nacional**.*
- *El **potencial coste eficiente maximiza el VAN a nivel país al considerar que la demanda energética se satisface con aquellas soluciones que tienen los mejores ratios VAN/MWh en cada sistema.***

## 6. Análisis de coste beneficio a nivel país

### Potencial Coste eficiente



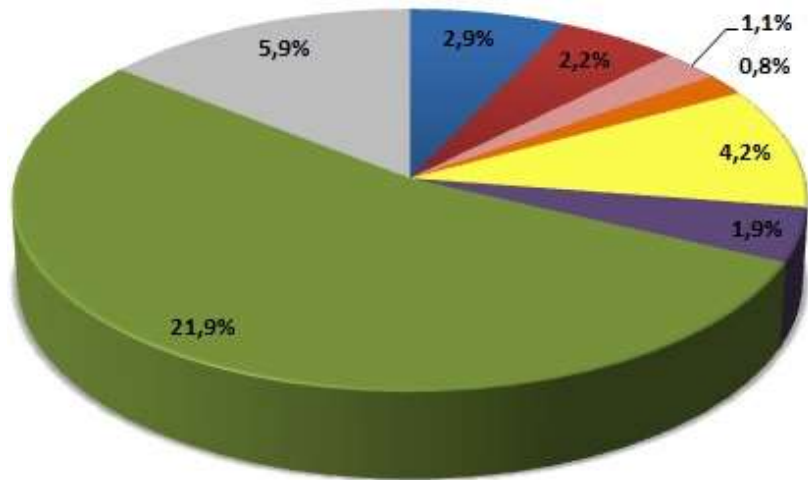
## 7. Resultados del análisis coste beneficio

### Potencial técnico y económico de las soluciones tecnológicas estudiadas

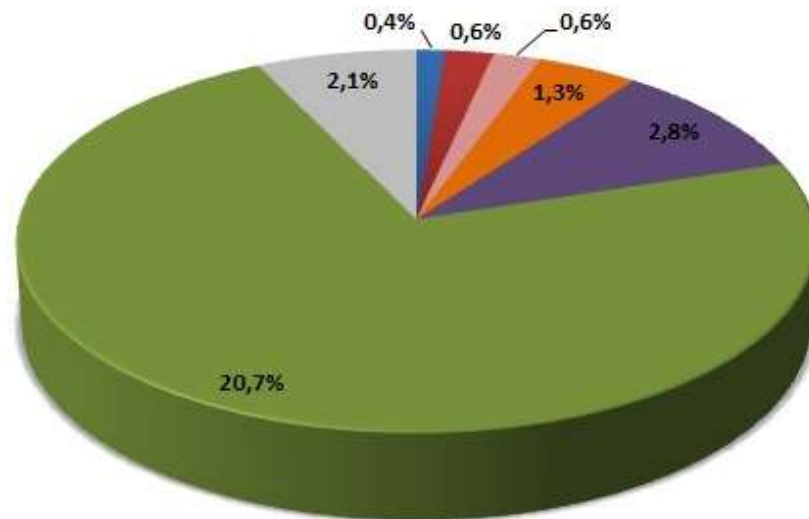
Solución	Uso	Potencial Técnico (GWh)	Potencial Económico País (GWh)	Potencial Coste Eficiente (GWh)
Calor residual de industria	Calefacción y ACS	4.054	3.984	3.966
	Refrigeración	171	93	91
Calor residual de centrales térmicas	Calefacción y ACS	3.230	2.978	2.977
	Refrigeración	344	153	152
Calor residual de plantas de valorización de RSU	Calefacción y ACS	1.670	1.495	1.490
	Refrigeración	264	150	150
Geotermia	Calefacción y ACS	1.098	1.086	1.064
	Refrigeración	332	323	320
Solar	Calefacción y ACS	6.030	6.014	5.739
	Refrigeración	-	-	-
Biogás	Calefacción y ACS	2.571	2.567	2.562
	Refrigeración	695	693	693
Biomasa	Calefacción y ACS	31.862	29.982	29.780
	Refrigeración	6.199	5.101	5.087
Cogeneración	Calefacción y ACS	30.146	11.160	8.005
	Refrigeración	2.942	835	508

## 8. Resultados de potencial coste eficiente

Uso	Demanda sistemas analizados (GWh)	Demanda nacional año base (GWh)
Calefacción y ACS	135.728	408.019
Refrigeración	24.609	51.818



% de aporte de calefacción y ACS respecto a la demanda de los sistemas analizados



% de aporte de refrigeración respecto a la demanda de los sistemas analizados

- Calor residual de industria
- Calor residual de centrales térmicas
- Calor residual de plantas de valorización de RSU
- Geotermia
- Solar
- Biogás
- Biomasa
- Cogeneración

## **9. Conclusiones**

- *Los resultados de la evaluación completa del potencial de calefacción y refrigeración deben ser considerados como una primera aproximación.*
- *Sería deseable mejorar el conocimiento de la demanda de energía térmica en los diferentes sectores consumidores:*
  - *Mediante la implementación de mediciones energéticas.*
  - *Mediante estudios focalizados en áreas concretas.*
- *No obstante lo anterior, es importante resaltar que la metodología adoptada será de gran ayuda en los procesos futuros de planificación energética, ya que facilitará la toma de decisiones en la optimización de los recursos empleados.*





**IDAE**

Instituto para la Diversificación  
y Ahorro de la Energía