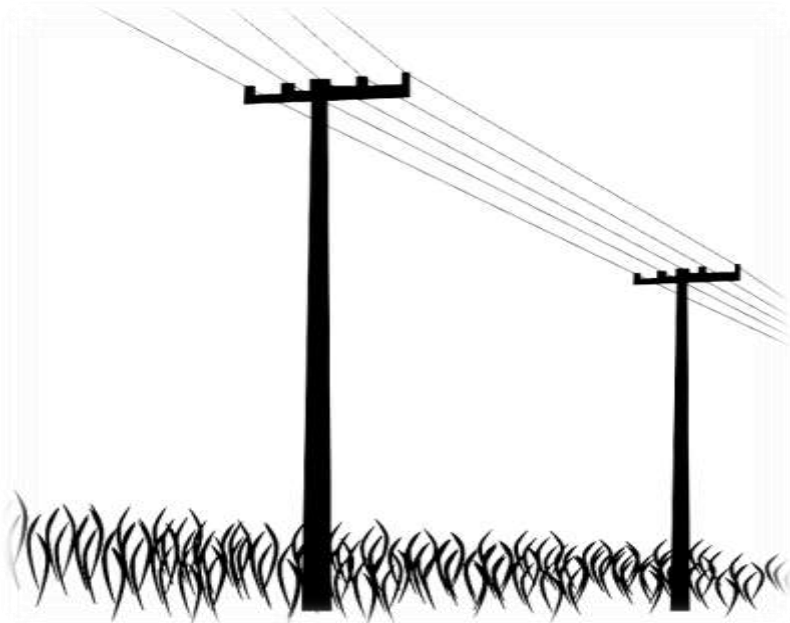


Proyecto MACSEN-PV MAC/3/C179

ACTIVIDAD 1: ANÁLISIS DEL ENTORNO

Análisis de la Situación del mercado energético y de la implantación de las Energías Renovables para el suministro eléctrico en Canarias

Año 2011



1. INTRODUCCIÓN	2
2. EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CANARIAS	3
2.1. <i>DEFINICIONES: ENERGÍA PRIMARIA, FINAL Y SU TRANSFORMACIÓN</i>	3
2.2. <i>REPARTO POR FUENTE DE ENERGÍA PRIMARIA</i>	5
2.3. <i>REPARTO DEL CONSUMO ENERGÉTICO POR USO:</i>	6
3. EVOLUCIÓN DEL MERCADO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN CANARIAS	8
3.1. <i>POTENCIA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA INSTALADA</i>	8
3.2. <i>PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA</i>	9
3.3. <i>DISTRIBUCIÓN POR SECTORES DEL USO DE ELECTRICIDAD</i>	11
3.4. <i>CONSIDERACIONES SOBRE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA</i>	12
4. ASPETOS ECONÓMICOS DEL MERCADO ELÉCTRICO	13
4.1. <i>EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE LA ENERGÍA PARA EL CONSUMIDOR</i>	13
4.2. <i>COSTES DE GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN CANARIAS</i>	14
5. EXTERNALIDADES DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA	17
5.1. <i>DEFINICIÓN</i>	17
5.2. <i>INFLUENCIA SOBRE EL BALANCE DEL COMERCIO EXTERIOR</i>	18
5.3. <i>EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)</i>	18
5.4. <i>COSTES ECONÓMICOS DE LAS EXTERNALIDADES</i>	20
6. EL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO EN CANARIAS	22
6.1. <i>CONFIGURACIÓN ACTUAL</i>	22
6.2. <i>PERSPECTIVAS DEL SISTEMA A CORTO PLAZO (2015): PECAN2006</i>	24
6.2.1. <i>Evolución prevista de la demanda eléctrica</i>	24
6.2.2. <i>Evolución prevista de integración de E.E.R.R en el sistema eléctrico</i>	25
6.3. <i>PERSPECTIVAS DEL SISTEMA A MÁS LARGO PLAZO</i>	27
6.3.1. <i>Potencial de energías renovables en Canarias y tecnologías</i>	28
7. SELECCIÓN DEL MIX ENERGÉTICO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA	31
8. NORMATIVA APLICABLE	32
9. LISTADO DE EMPRESAS RELACIONADAS CON E.E.R.R. EN CANARIAS.	33
10. CONCLUSIONES	35
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUCCIÓN

La energía se encuentra en la base del desarrollo de nuestra sociedad moderna, y sus diversas formas han ido evolucionando desde el uso de la madera, pasando por el carbón, hacia la forma actual que es el petróleo.

Sin energía barata y abundante nunca se hubiera alcanzado el nivel de vida del cual disfrutamos ahora, sin embargo, los recursos energéticos fósiles no son ilimitados y su localización y extracción es cada vez más complicada. Esto se traduce en una subida de los precios del carburante y conlleva una alta dependencia de los mismos. A este factor se debe añadir el gran problema derivado de la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes que conlleva su uso, y que empiezan a lastrar notablemente el equilibrio medioambiental.

Se requiere una transición energética hacia otro sistema con mayor sostenibilidad, tanto desde el punto de vista económico como medioambiental.

Este informe muestra en primer lugar un análisis del consumo energético en las Islas Canarias, con intereses específicos en la contribución de las energías de origen renovable, así como en los procesos de producción y transformación de la energía. A continuación se abordan los aspectos económicos y externalidades correspondientes a la generación eléctrica en Canarias a fin de determinar los principales elementos a tener en cuenta para definir las características de un futuro sistema. Finalmente se presentarán los planes de desarrollo a nivel local, su nivel de realización así como sus interacciones con el actual marco regulatorio.

2. EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN CANARIAS

2.1. DEFINICIONES: ENERGÍA PRIMARIA, FINAL Y SU TRANSFORMACIÓN

Por energía primaria se entiende a la energía en su modo original, según se extrae de la naturaleza, sea en forma de combustible, como es el caso del petróleo, del gas o de la biomasa, o en forma de energía mecánica (caso de la energía eólica, hidroeléctrica) o térmica (solar térmica).

La energía final es la que compramos, y esta puede estar en forma de carburante, electricidad, calor, etc... Se obtiene por transformación a partir de la energía primaria, sea por refino de petróleo crudo, generación en una central eléctrica u otras.

Los procesos de transformación desde la energía primaria a la final suelen ser fuentes de pérdidas, más o menos intensas según el tipo de proceso. Esto se traduce en que el total de la energía final es bastante menor que el total de la energía primaria. Para poder comparar entre sí diferentes tipos de energía, por ejemplo cantidad de un determinado combustible con otro, se utilizan coeficientes de conversión. Utilizaremos los de la Agencia Internacional de la Energía (AIE). La unidad de medida energética utilizada será la Tonelada Equivalente de Petróleo (Tep) o el kWh.

Estos procesos de transformación desde la energía primaria a la final se pueden representar mediante un **Diagrama de Sankey**, identificando así las entradas, salidas y pérdidas del sistema. Se presenta a continuación el correspondiente al consumo Canario en el año 2004, [1].

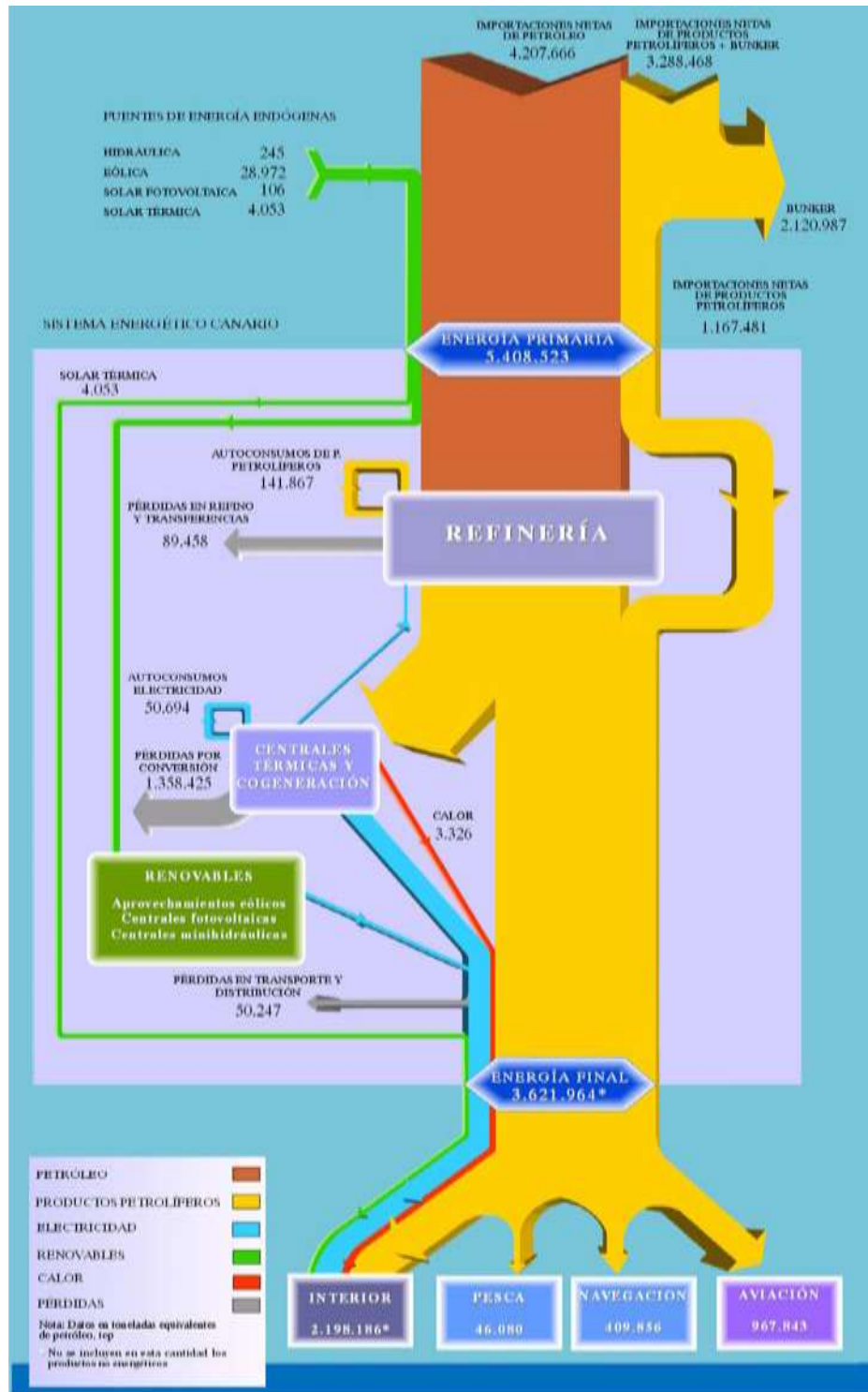


Ilustración 1: Diagrama de Sankey de la energía en Canarias para el año 2004, [1].

2.2. REPARTO POR FUENTE DE ENERGÍA PRIMARIA

En el 2006, el origen de energía primaria en Canarias correspondía principalmente al petróleo.

	DATOS 2006		ESTIMACIÓN 2010*	
	kTep	%	kTep	%
Suministros petróleo	7.365	99,51 %	6.462	99,10 %
Residuos Sólidos Industriales (RSI)	0,00	0,00 %	13,85	0,21 %
Eólica	29,69	0,40 %	28,47	0,44 %
Solar Térmica	5,76	0,08 %	?	?
Fotovoltaica	1,19	0,02 %	16,77	0,26 %
TOTAL (kTep)	7.403		6521	

Ilustración 2: Reparto en Canarias por fuente de energía primaria, [2].

Con una población cercana a los 2 millones de habitantes en el año 2006, se establece el consumo promedio de energía primaria a 3.7 Tep/persona. En el 2010, estos porcentajes no han cambiado de manera radical. Aunque la generación eléctrica mediante las energías no fósiles se haya casi duplicado (principalmente por el aporte de la energía fotovoltaica y contando los Residuos Sólidos Industriales, RSI, como renovables), y el consumo de carburantes fósiles a raíz de la crisis del 2008 se haya estancado, el peso de las energías renovables en Canarias sigue siendo aún muy reducido.

Los productos finales de origen petrolífero en Canarias (gasolinas, diesel, GLP, fuel oil,...) están en su casi totalidad generados en la refinería de Santa Cruz de Tenerife, el resto lo constituyen eventualmente importaciones de productos ya refinados.

Para el año 2006, el análisis del consumo de combustibles fósiles en Canarias, que representa casi la totalidad de la energía consumida, se reparte de la siguiente manera:

Mercado interior	3.931,70	53,4 %
Navegación marítima internacional	2.375,85	32,3 %
Navegación marítima nacional	34,95	0,50 %
Navegación aérea	1.024,00	13,90 %
TOTAL SUMINISTRO (kTep)	7.366,50	100 %

Ilustración 3: Reparto del consumo de combustibles fósiles en Canarias, [2].

Tal como se ve, una buena parte de los combustibles fósiles es suministrada en forma de carburantes a buques (incluyendo los llamados bunkers) y aeronaves, al ser Canarias un punto importante de tránsito marítimo y aéreo. Estos consumos no pueden ser considerados como para uso interno, [2].

2.3. REPARTO DEL CONSUMO ENERGÉTICO POR USO:

Centrándonos en el uso interno, es decir excluyendo los suministros a navegación marítima y aérea internacionales, en el 2006 el 57% de los carburantes se destinaron a producción eléctrica, mientras que el 43% restante se destinó a uso directo, entre cuales el transporte representa el 33% del total, [2].

Consumo final de combustibles fósiles en Canarias Uso interno - 2006

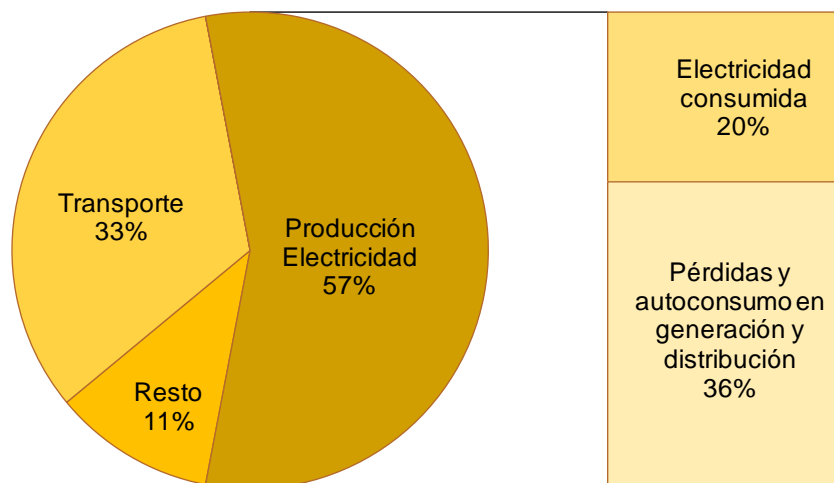


Ilustración 4: Consumo final de combustibles fósiles en Canarias, [2].

De los 2.115 Tep de combustibles fósiles destinados a generación eléctrica, tan sólo 764 se pueden considerar como consumidos finalmente, unos 8.600 MWh. El resto se perdieron en los procesos de producción (centrales eléctricas) y de distribución (red eléctrica).

Con respecto la otra parte importante del consumo, el transporte, los combustibles líquidos a base de hidrocarburos pueden difícilmente ser sustituidos, más teniendo en cuenta que los biocombustibles no se encuentran instaurados aún en Canarias (2011).

Aunque no se haya podido disponer de los datos de consumo global de productos petrolíferos en Canarias desde el 2006, se sabe que su distribución no ha cambiado de manera radical ya que los hábitos de consumo no han evolucionado. Lo demuestran a continuación los datos que se han podido obtener sobre la evolución de los dos conceptos principales de consumo de energía fósil, al lado de cual mostramos la reducida parte que representa la generación eléctrica a partir de fuentes renovables en Canarias, [3]; [4]; [5]; [6].

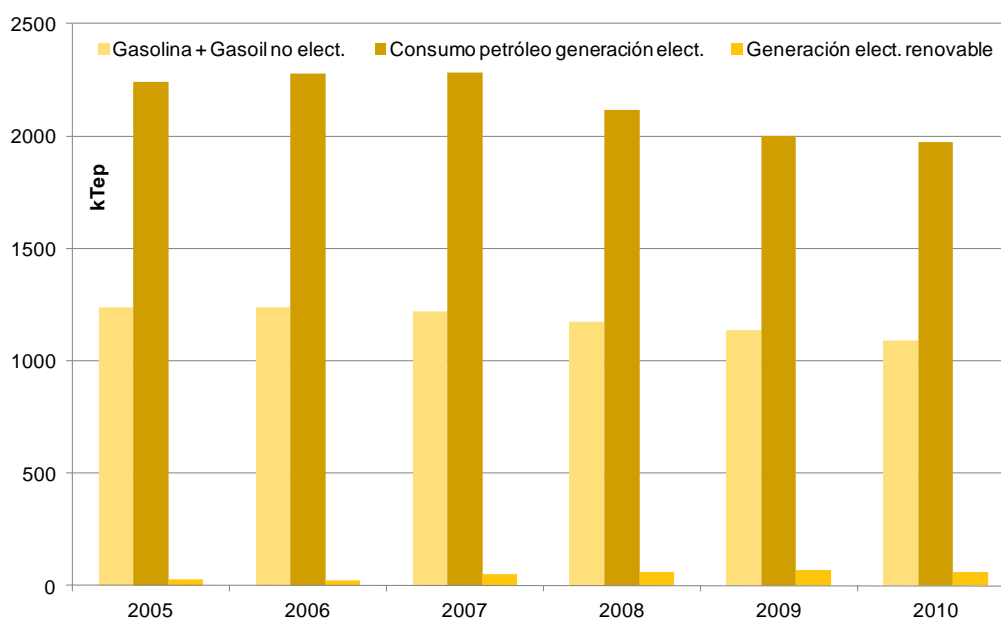


Ilustración 5: Evolución principales consumos energéticos y producción eléctrica con E.E.R.R.

3. EVOLUCIÓN DEL MERCADO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN CANARIAS

El sistema eléctrico en Canarias es muy peculiar debido a que en realidad está compuesto por seis pequeños sistemas aislados y no conectados entre sí. Además, la falta de conexión con una red eléctrica nacional y la imposibilidad (de momento) de almacenamiento directo de la energía eléctrica conlleva algunas consideraciones:



La potencia disponible debe siempre ser superior a la demanda, lo que implica un sobredimensionamiento de la capacidad de generación (potencia eléctrica instalada). Este fenómeno está acentuado por la imposibilidad de intercambios en las pequeñas redes insulares del archipiélago.



Es un mercado en tiempo real por lo que, particularmente para las energías renovables, **la energía producida siempre se debe consumir de forma instantánea**.

3.1. POTENCIA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA INSTALADA

La potencia de generación eléctrica total instalada en Canarias ha crecido hasta el 2008 cuando se hizo notar la crisis como lo demuestra el gráfico siguiente, [5].

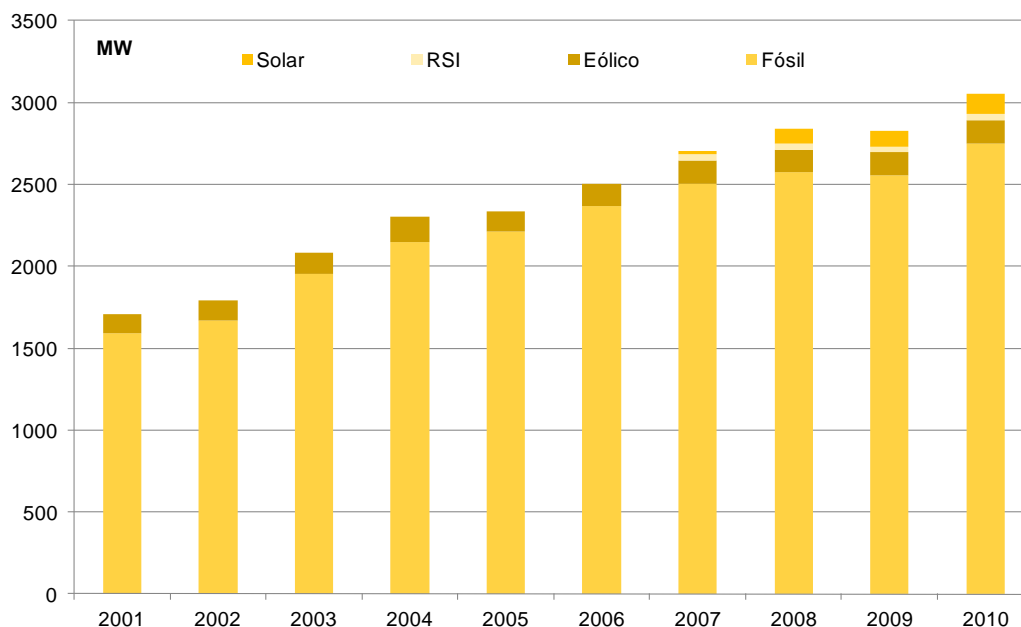


Ilustración 6: Potencia Instalada para generación eléctrica en Canarias por tecnologías.

Las centrales térmicas queman principalmente combustibles de tipo fuel oil, gasoil y diesel. El fuel oil es el combustible de mayor uso, también el más barato. Por otro lado, el diesel, más caro, se emplea para los grupos de menor potencia, que son los únicos en las islas menores. El parque de generación está evolucionando en las islas mayores hacia grupos de ciclo combinado de mejor eficiencia, [7].

A continuación se muestra la parte de potencia instalada eléctrica de origen no fósil.

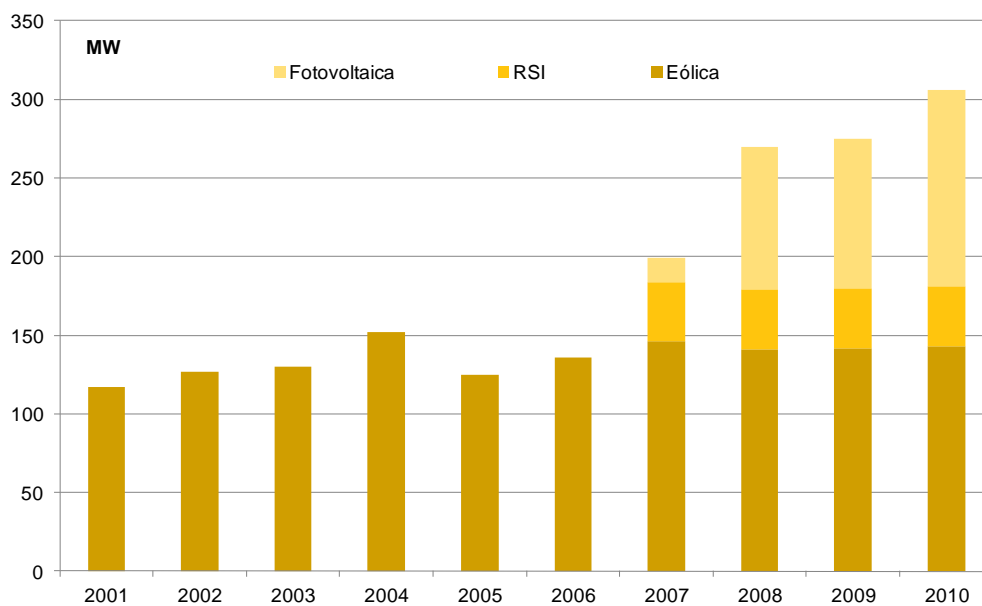


Ilustración 7: Potencia Instalada para generación eléctrica en Canarias de origen renovable.

Se destaca el fuerte crecimiento de la potencia fotovoltaica en los años 2007 y 2008, y su estancamiento posterior.

La potencia instalada eólica no ha experimentado ningún crecimiento notable en estos 10 últimos años, veremos más adelante las razones.

3.2. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Para poder comparar realmente los datos, más que la potencia instalada se deben representar los valores correspondientes a producción eléctrica, principalmente debido a que las energías renovables son intermitentes (dependen de la meteorología).

En el 2006, el consumo anual por habitante se sitúa en torno a 4.450 kWh, o 0,383 Tep, y ha ido evolucionando a la baja, situándose en el 2010 cerca de 0,364 Tep.

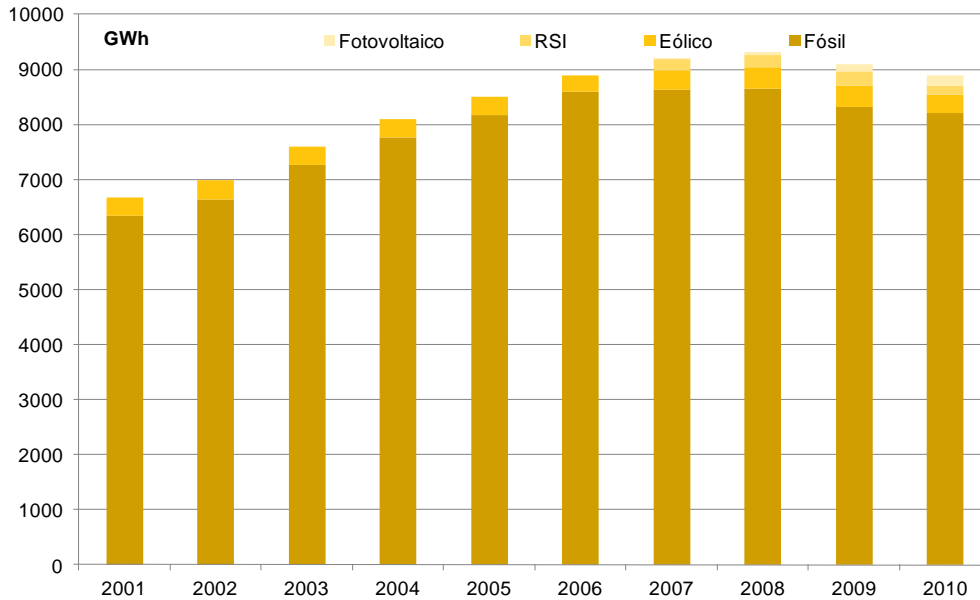


Ilustración 8: Producción eléctrica en Canarias por tecnologías.

En el año 2010, la potencia eléctrica de origen renovable representa un 9.5% de la potencia instalada, pero solo el 7.2% de la energía generada, considerando el RSI (incineración de residuos sólidos) como renovable.

Si consideramos el RSI como no renovable, estas proporciones serían respectivamente del 8.2% y 4.8%.

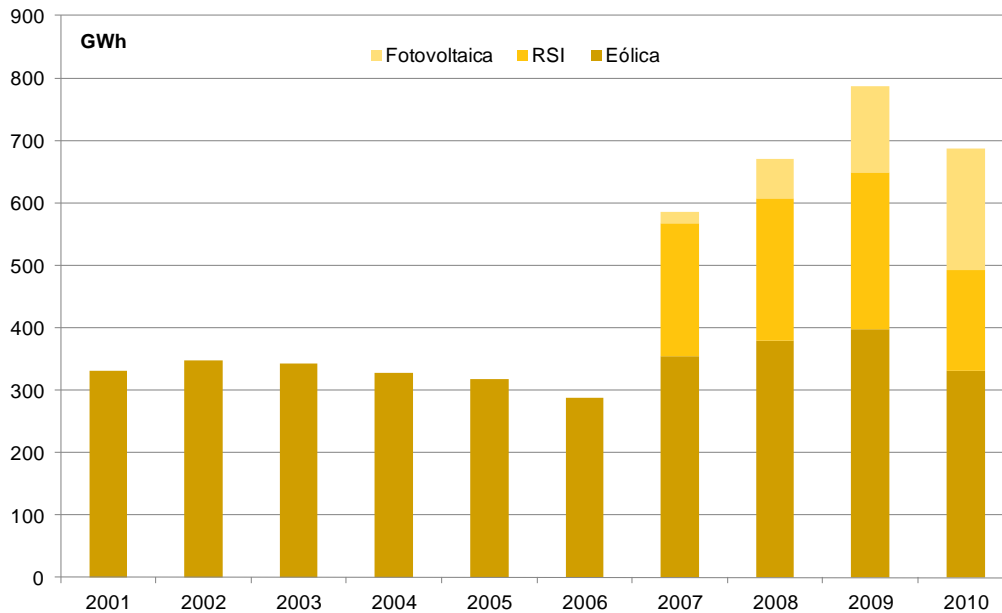


Ilustración 9: Producción eléctrica en Canarias de origen renovable.

3.3. DISTRIBUCIÓN POR SECTORES DEL USO DE ELECTRICIDAD

La mayor parte del consumo corresponde al sector residencial y el sector terciario. Estos datos son los relativos al año 2006, para la isla de Tenerife particularmente, pero son extrapolables para toda Canarias en la actualidad, [2].

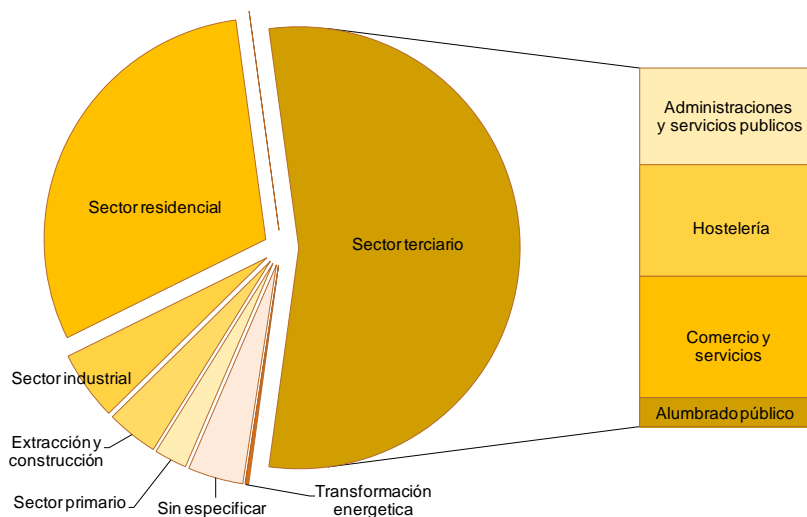


Ilustración 10: Uso eléctrico por sectores.

3.4. CONSIDERACIONES SOBRE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se debe analizar también el uso que hacemos de la energía ya que este aspecto es determinante. La energía nos sirve para proporcionar servicios como alumbrado, calor, desplazamientos de personas o mercancías, etc. En el uso de esta energía para obtener estos servicios, la eficiencia o rendimiento del proceso, es una parte crucial ya que nos determina el consumo final de energía que tendremos (en el caso del alumbrado por ej. el rango de eficiencia puede variar hasta un factor 10 según el tipo de bombilla y de luminaria utilizado).

Otro índice de especial interés y de ámbito más económico, es la Intensidad Energética, que determina la relación entre Producto Interior Bruto, PIB, y el consumo energético. Cuanto más eficiente es el uso de la energía (a nivel PIB), más baja será la intensidad energética.

No hemos conseguido datos recientes del consumo total de hidrocarburos en Canarias, para presentar la intensidad energética primaria, pero podemos presentar la evolución de la intensidad en referencia a la producción eléctrica:

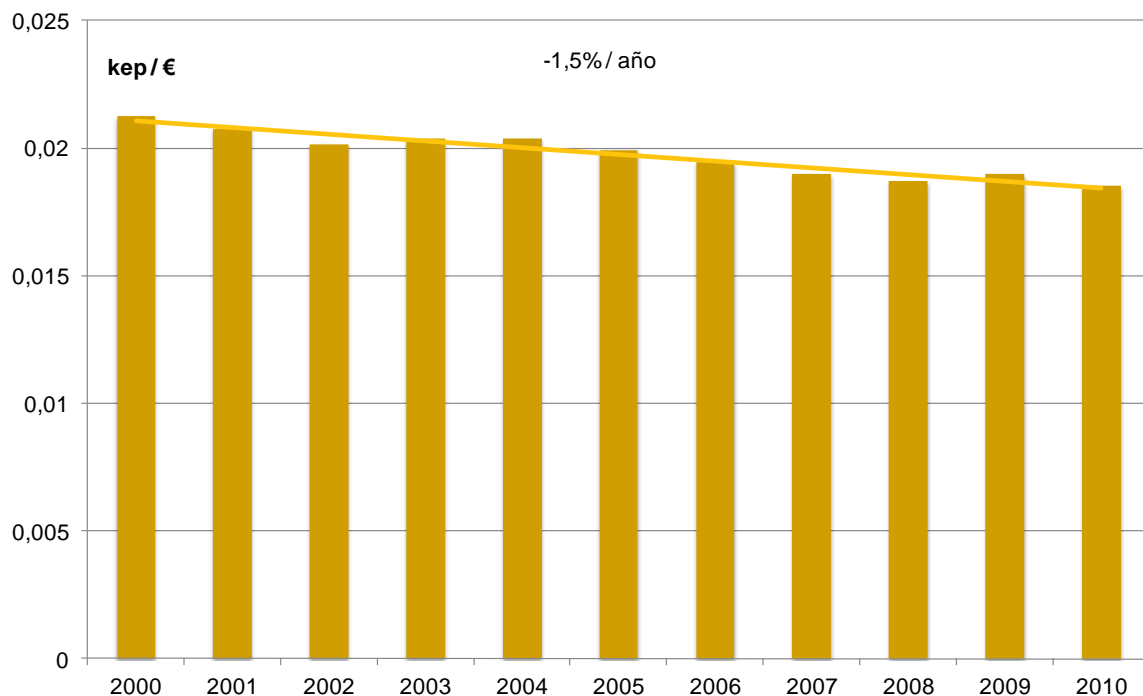


Ilustración 11: Intensidad eléctrica en Canarias.

4. ASPETOS ECONÓMICOS DEL MERCADO ELÉCTRICO

4.1. EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE LA ENERGÍA PARA EL CONSUMIDOR

En la grafica siguiente se representa la evolución de precio de la luz para un pequeño consumidor (tarifa 2.0, fijado por el gobierno en toda España), [9]. Este precio es igual en todo el territorio español, tanto en la península como en Canarias.

Hemos añadido la curva de la evolución del precio de la energía eléctrica sacada del crudo Brent suponiendo un rendimiento de transformación de 33% (refino, central eléctrica, perdidas de distribución). Si bien las evoluciones van en el mismo sentido, el encarecimiento de la luz es notablemente inferior al del crudo, debido a que:



La energía eléctrica proviene de varias fuentes, donde los combustibles de origen petrolífero juegan un papel que va disminuyendo, a favor de fuentes renovables, o otras como el carbón.



La tarifa está fijada por el gobierno y no representa todo el coste de generación.

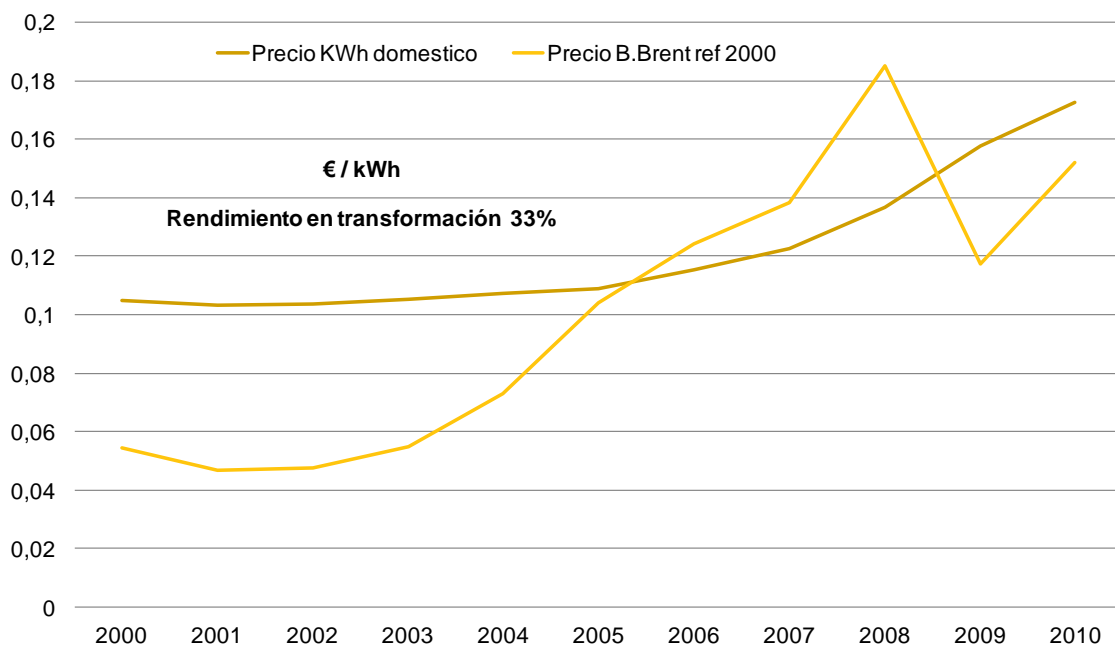


Ilustración 12: Evolución del precio de la energía para el consumidor.

4.2. COSTES DE GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN CANARIAS

A continuación se pueden observar los costes de generación para el mercado eléctrico Español. Se observa claramente como el coste de generación de energía eléctrica en Canarias es muy superior al coste peninsular, aproximadamente tres veces superior al coste peninsular, [10]; [11]. Esta diferencia va en aumento dada la escasa diversificación de energías primarias en el archipiélago y el encarecimiento continuado de los combustibles petrolíferos.

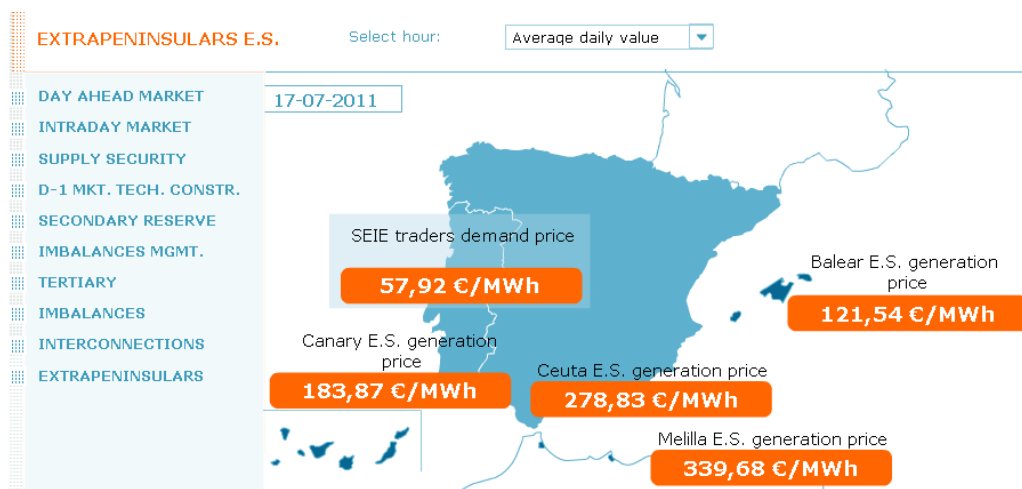


Ilustración 13: Costes de generación para el mercado eléctrico Español a día 17/07/2011.

Tal y como se mencionó anteriormente, la tarifa para el consumidor es la misma en todo el Estado por lo que en Canarias, particularmente, el importe abonado por los consumidores es muy inferior al coste de generación. La diferencia se paga en forma de compensación a los Sistemas Eléctricos Insulares y Extrapeninsulares (SEIE), y en el 2009 representaba con 737 M.€. el equivalente a una decima parte del presupuesto Canario. La financiación de esta diferencia se ha hecho hasta 2009 a cargo de la tarifa eléctrica nacional, pero se está trasladando de forma progresiva para 2014 a los presupuestos generales del Estado.

La generación eléctrica en Canarias tiene las siguientes peculiaridades, [12]:



Las redes insulares son pequeñas y no interconectadas, necesitando una potencia instalada mayor para asegurar el suministro.



La potencia de las plantas es también limitada, su rendimiento es inferior, y en las islas más pequeñas solo se pueden utilizar ciertas tecnologías como el diesel.



Es dependiente en más del 90% del petróleo, y no cuenta actualmente con combustibles alternativos como el gas.

Por norma general, el coste de generación por MWh es más alto cuando más pequeño es el sistema eléctrico, [12]:

COMPARATIVA 2008	MWh	€/MWh	COSTE TOTAL M.€.
España	303.421.000	66,43	20.155
Canarias	9.316.000	147,53	1.374
Gran Canaria	3.717.551	135,68	504
Tenerife	3.479.366	138,37	481
Lanzarote - Fuerteventura	1.503.129	179,48	269
La Palma	291.118	203,01	59
La Gomera	85.263	215,56	18
El Hierro	42.091	237,87	10

Ilustración 14: Costes de generación para cada sistema en el año 2008.

Estos costes son diferentes según el tipo de tecnología utilizada, y se reparten en diferentes gastos como adquisición de combustibles, inversión, costes de mantenimiento, etc., [13].

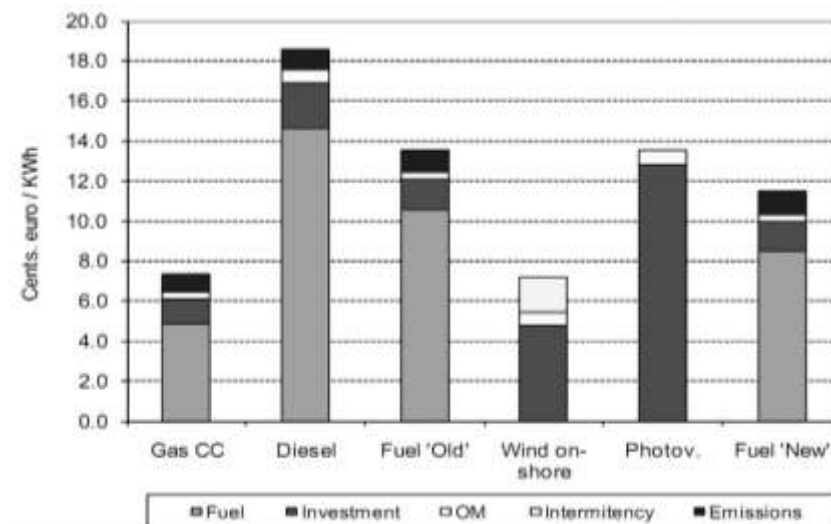


Ilustración 15: Costes de generación en canarias por tipo de tecnología, [13].

La diferencia más importante entre energías fósiles y energías renovables radica en la distribución entre costes de inversión y los demás costes como combustible, OM (operación y mantenimiento) intermitencia y emisiones. En el caso de las energías renovables que consideramos (solar y eólica), tanto el coste de combustible como el de emisiones son nulos, pero los costes de inversión muchos más elevados. En las energías de origen fósil, la parte principal de los costes está en la compra de combustibles, a la cual hay que añadir actualmente el coste de las emisiones (CO2 principalmente), que muy probablemente va a seguir subiendo en el futuro.

5. EXTERNALIDADES DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA

5.1. DEFINICIÓN

Se entienden como externalidades todas las ventajas e inconvenientes que no están incluidas en los costes de generación, pero que si hay que evaluar a la hora de decidir sobre una tecnología.

En la lista de externalidades aparecen criterios tan diferentes como son, aspectos económicos, medioambientales o sociales. Según el peso que se da a cada uno de los criterios, se determinan prioridades diferentes que pueden ser a su vez individuales (centradas a nivel particular únicamente), o públicas (mejorando el bienestar global tanto actual como de las generaciones futuras), [14]; [15].

Existen varios estudios que intentan elaborar una lista de todas las externalidades. Entre ellos, de los más exhaustivos para España han sido los elaborados por Deloitte, [16]; [17].

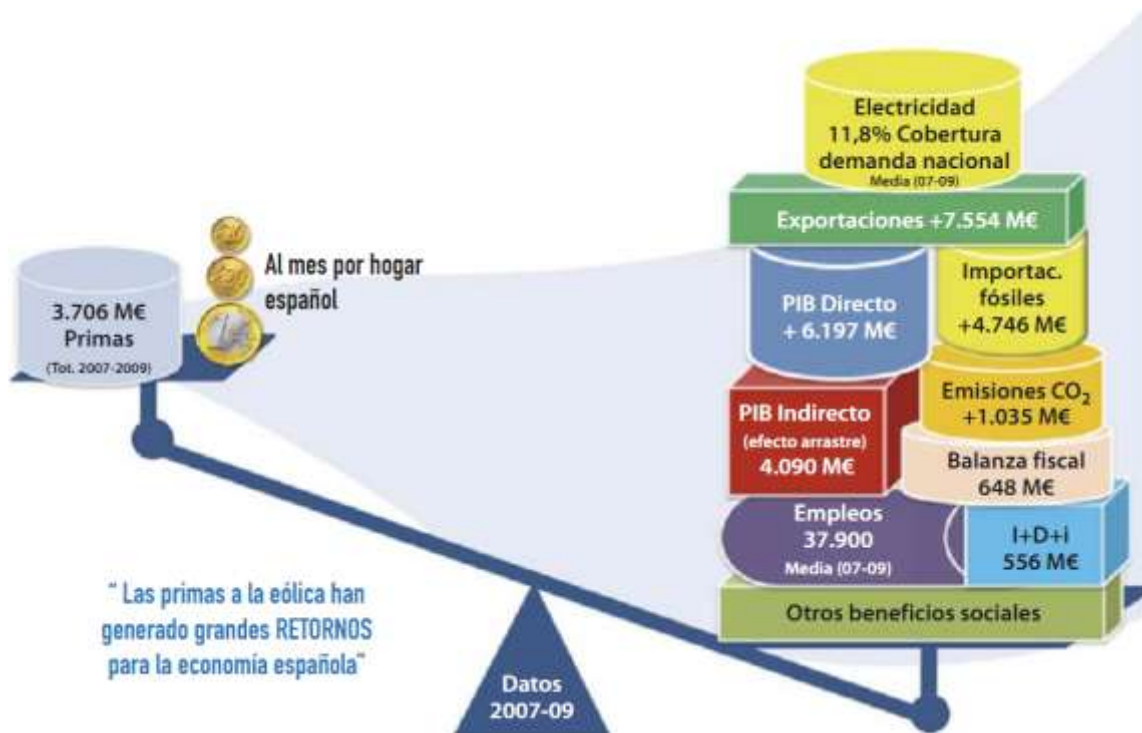


Ilustración 16: Ejemplo de las externalidades en el caso de la energía eólica a nivel español, [18]:

A continuación trataremos algunas de estas externalidades para el caso concreto de Canarias.

5.2. INFLUENCIA SOBRE EL BALANCE DEL COMERCIO EXTERIOR

Con el incremento continuo del precio del crudo, el valor de las importaciones de productos petrolíferos representa una parte muy importante del valor total del comercio de importación, y contribuye al desequilibrio de la balanza con respecto al comercio exterior.

El gráfico siguiente muestra la evolución del déficit comercial exterior de Canarias, donde se destaca como la contribución de la importación de combustibles ha ido aumentando en los últimos años, hasta llegar al 59% en el año 2010, [19].

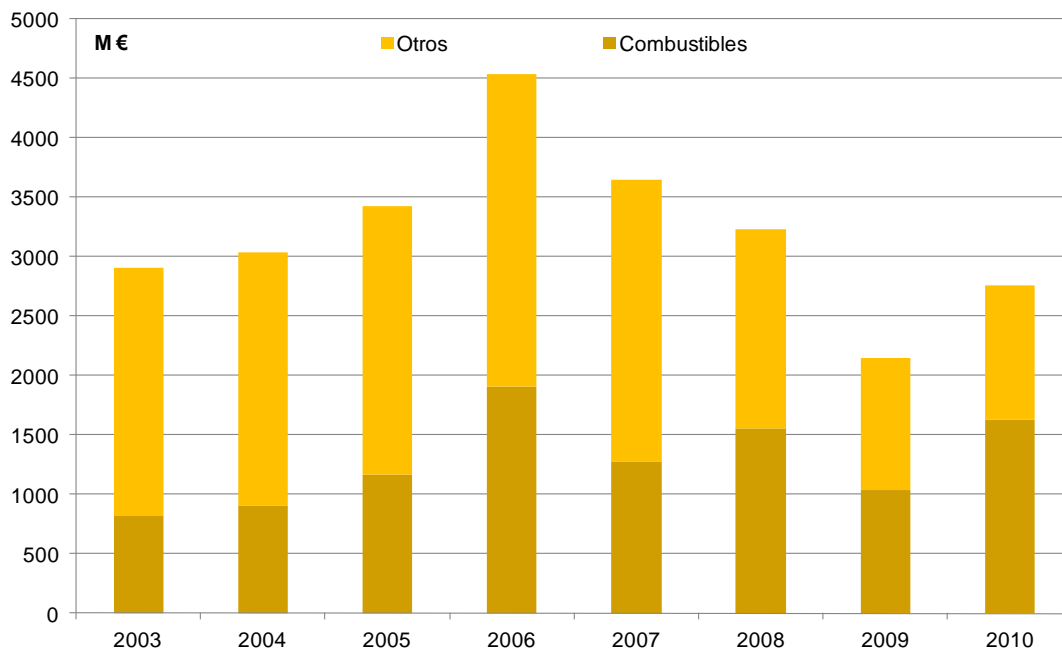


Ilustración 17: Deficit comercial de Canarias con respecto a la importación de combustibles, [19].

5.3. EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

En Canarias, la emisión de gases de efecto invernadero ha experimentado un crecimiento de casi un 100% entre 1990 y 2009, a comparar con el objetivo de crecimiento en 2012 limitado a 15% para España según el acuerdo de Kyoto (0% para Francia y -21% para Alemania), [20].

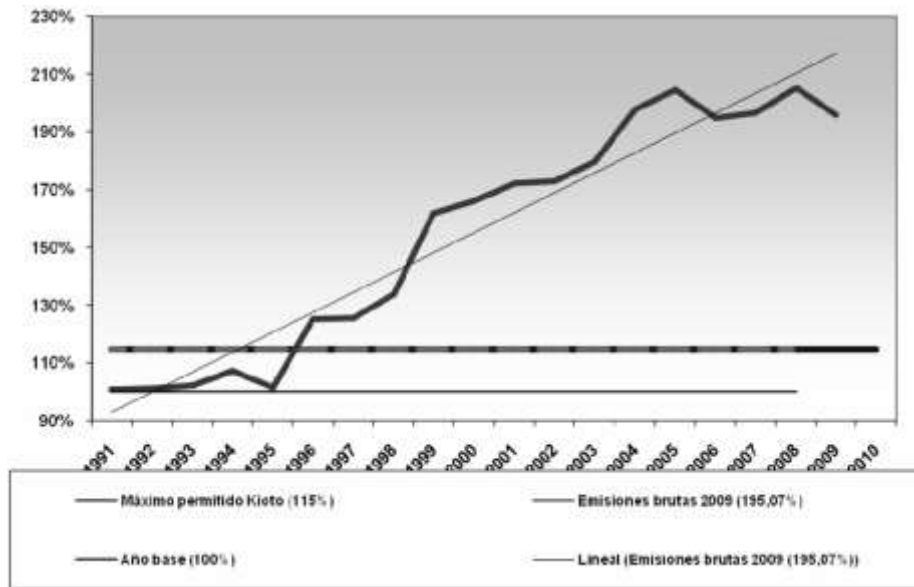


Ilustración 18: Evolución de los gases de efecto invernadero en Canarias entre 1990 y 2009, [20].

El sector de la energía representa más del 90% de las emisiones de GEI en Canarias, y se reparte obviamente de manera parecida a los consumos de carburantes fósiles, [21]; [22].

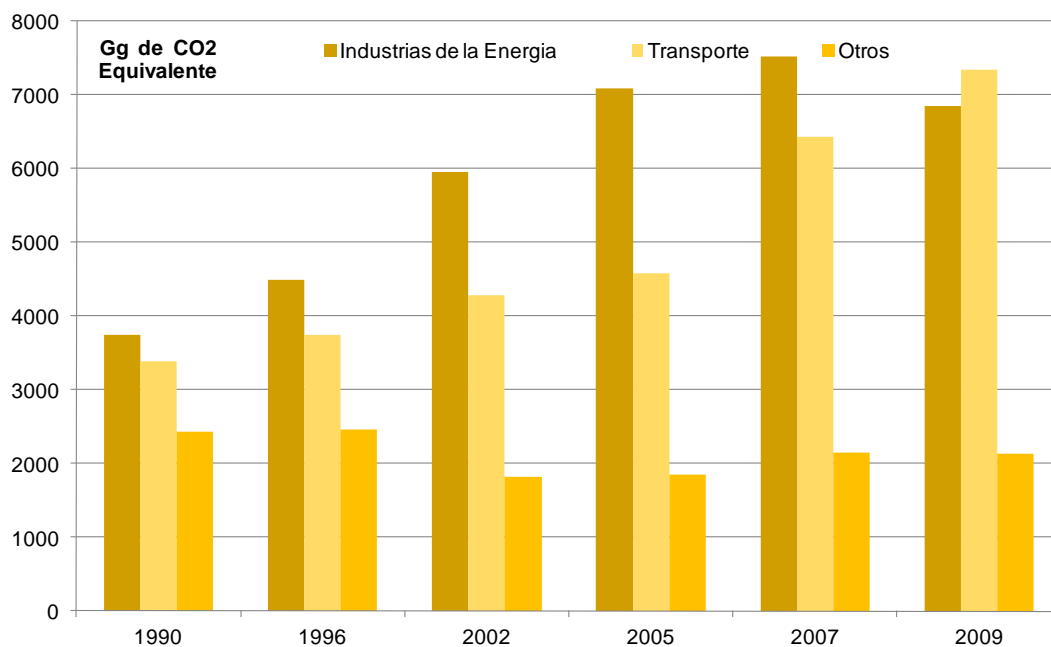


Ilustración 19: Evolución de las emisiones en los diferentes subsectores energéticos, [22].

En el 2009, siguen destacando las aportaciones de las industrias de la energía y del transporte que representan respectivamente 41.6% y 45% de las emisiones de gases de efecto invernadero, [20].

5.4. COSTES ECONÓMICOS DE LAS EXTERNALIDADES

Una manera de contabilizar las externalidades es traducirlas en términos de coste añadido. Estos costes externos serían los que no están incluidos en los costes de generación, y que contabilizan los efectos sobre la salud, la agricultura, el cambio climático, los bienes ajenos, el medioambiente, etc.

Por ejemplo, a través del derecho de emisión de CO₂ se ha intentado internalizar la parte debida al CO₂ (perseguido con la aplicación del protocolo de Kyoto), pero no se contemplan otras emisiones como el SO₂, los NO_x, las partículas, etc.

El impacto real no es nada fácil de monetizar, (depende de la importancia que se da a cada variable) y hay varios estudios tratando el tema.

El estudio “*Externalities of Energy*” es uno de ellos, [23]:

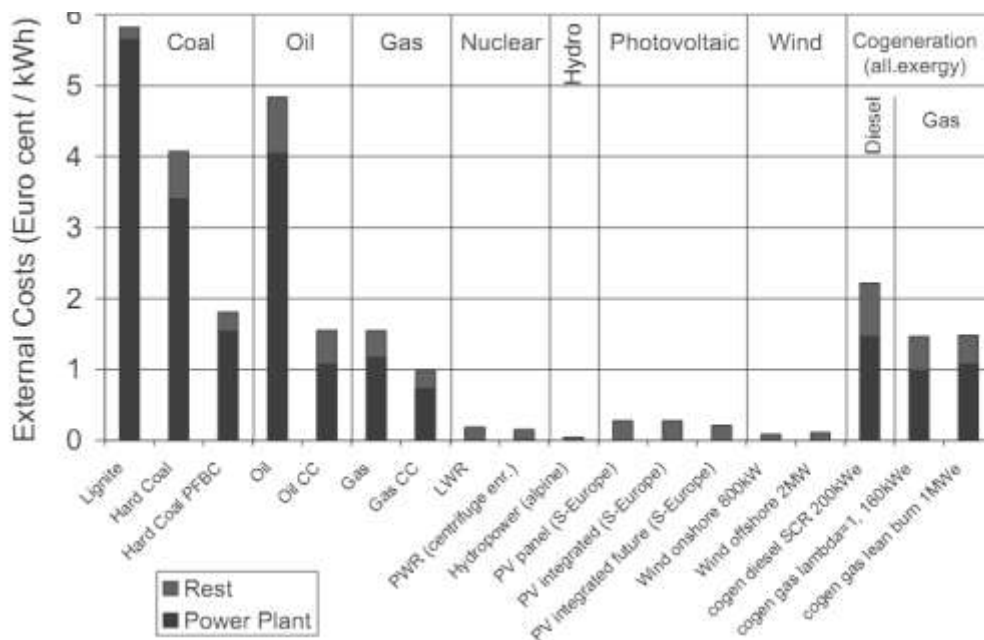


Ilustración 20: External costs of current and advanced electricity systems, associated with emissions from the operation of power plant and with the rest of energy chain, [23].

Aunque los intentos de monetización se pueden hacer por diferentes métodos, obteniendo resultados con cierta diferencia, estos siempre muestran valores con coherencia, [15]:

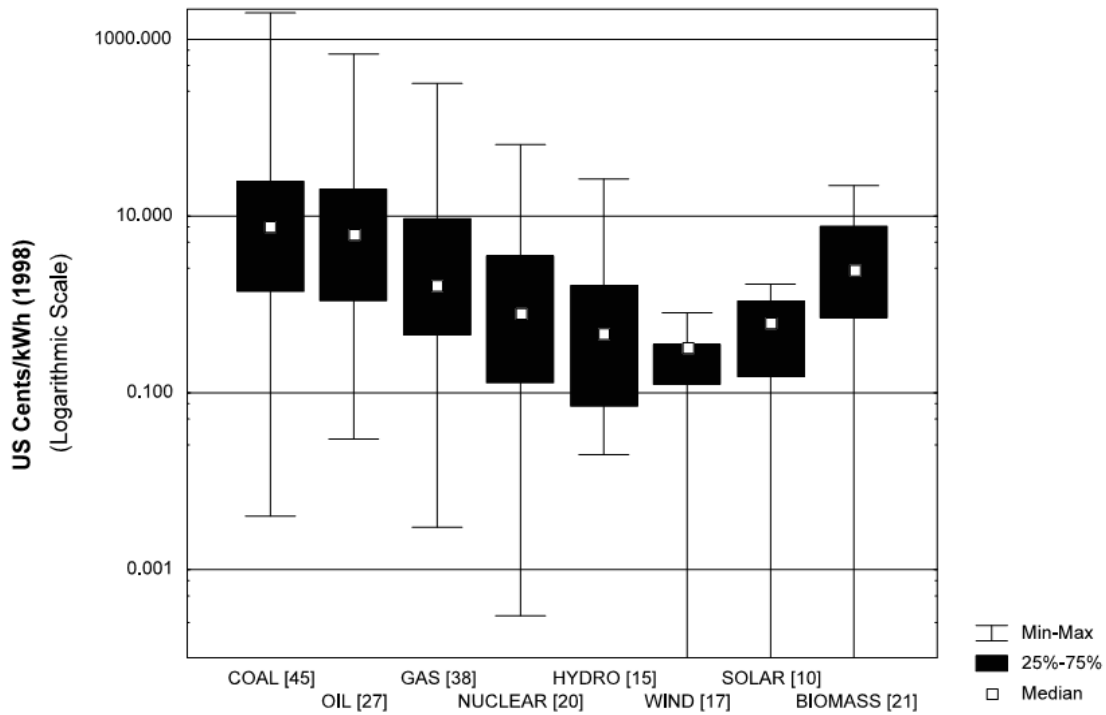


Ilustración 21: Range of external cost estimates in power generation.

6. EL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO EN CANARIAS

6.1. CONFIGURACIÓN ACTUAL

Presentamos para la isla de Tenerife la red actual de distribución eléctrica en Tenerife con las principales centrales de generación.



Líneas	Circuitos			Tensiones	
	previstos	instalados			
En servicio	1	1	———	220 kV	
	2	2	———	132 kV	
En construcción	1	1	———	66 kV	
			———	< 66 kV	
Cable submarino / subterráneo	En servicio		•••••		
	En construcción y programadas		———		
Prevista transformación a tensión superior			———		
Subestaciones	En servicio		•		
Centrales	En construcción y programadas		◦		
	Hidráulica		⊠		
	Térmica clásica		⊠		
	Ciclo Combinado		⊠		
Eólica		⊠			

Ilustración 22: Red actual de distribución eléctrica en Tenerife.

Y a continuación la distribución por municipios de de instalaciones de generación eléctrica de E.E.R.R. en la isla de Tenerife.

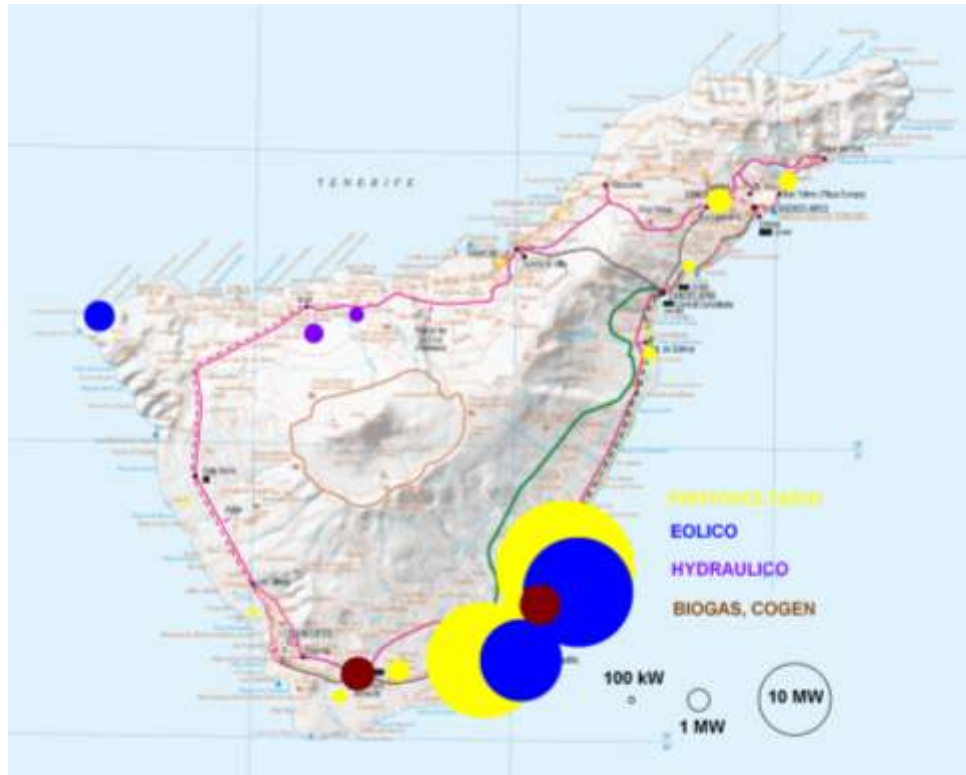


Ilustración 23: Distribución por municipios de las instalaciones de generación eléctrica de E.E.R.R. en Tenerife.

Tal y como se ha explicado anteriormente, al tratarse de sistemas pequeños y aislados, la calidad de suministro no es óptima. Como indicador podemos analizar el Tiempo de Interrupción Medio (TIM), o TIEPI (Tiempo de Interrupción Equivalente a la Potencia Instalada) que corresponde a la energía no suministrada en relación a la potencia media del sistema.

Aquí presentamos la evolución del TIM en Canarias, a comparar con valores que no pasan de 20 minutos por año en el caso del sistema peninsular.

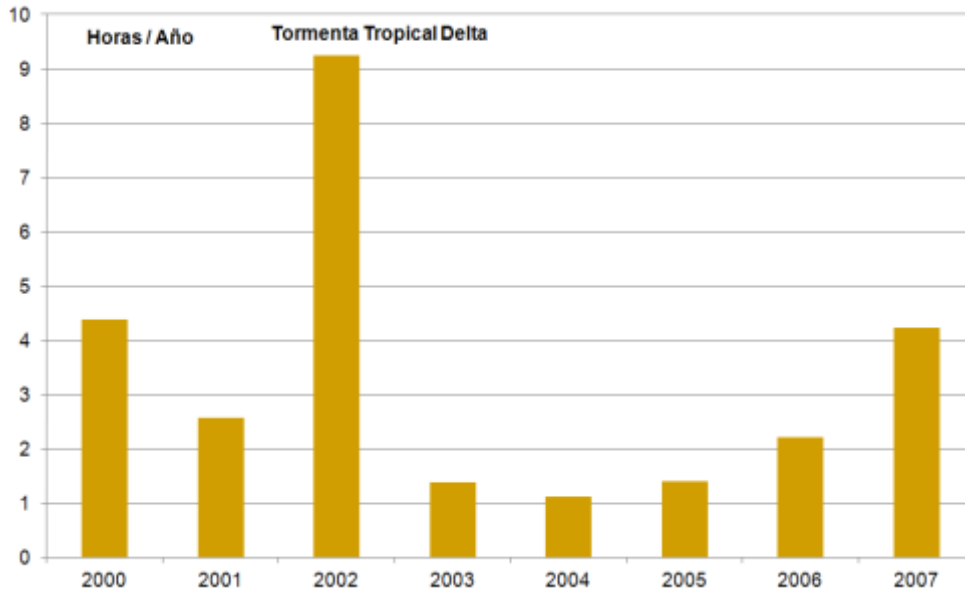


Ilustración 24: Evolución del TIM en Canarias. Fuente: Comisión Nacional de la Energía. CNE

6.2. PERSPECTIVAS DEL SISTEMA A CORTO PLAZO (2015): PECAN2006

6.2.1. Evolución prevista de la demanda eléctrica

Desde la crisis económica iniciada en el 2008, las previsiones de crecimiento económico y de demanda energética han resultado ser erróneas.

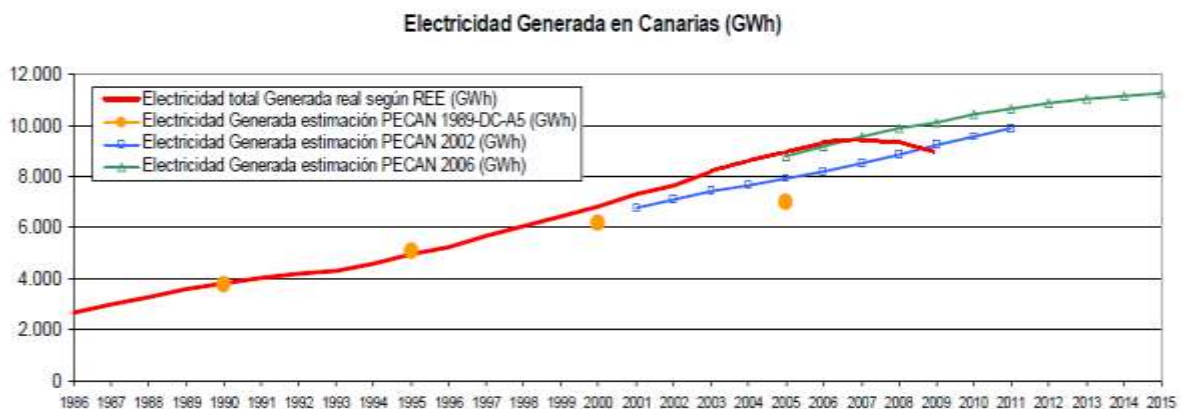


Ilustración 25: Evolución y previsiones de la generación eléctrica en Canarias.

Se puede observar como el Plan Energético de Canarias de 2006, PECAN 2006, se solapa hasta el 2007 con la gráfica de generación real, pero a partir del 2008 cambia drásticamente como consecuencia de la crisis económica.

6.2.2. Evolución prevista de integración de E.E.R.R en el sistema eléctrico

El último Plan Energético de Canarias, el PECAN 2006, elaborado en ese año para el horizonte 2015 prevé, a nivel del sistema eléctrico, alcanzar un 30% de la generación eléctrica mediante fuentes de energía renovables en el 2015, con 1.025 MW eólicos y 160 MW fotovoltaicos. Como lo demuestra el gráfico siguiente, el objetivo ha sido sobrepasado en el caso de la fotovoltaica, pero sigue con mucho retraso en caso de la eólica.

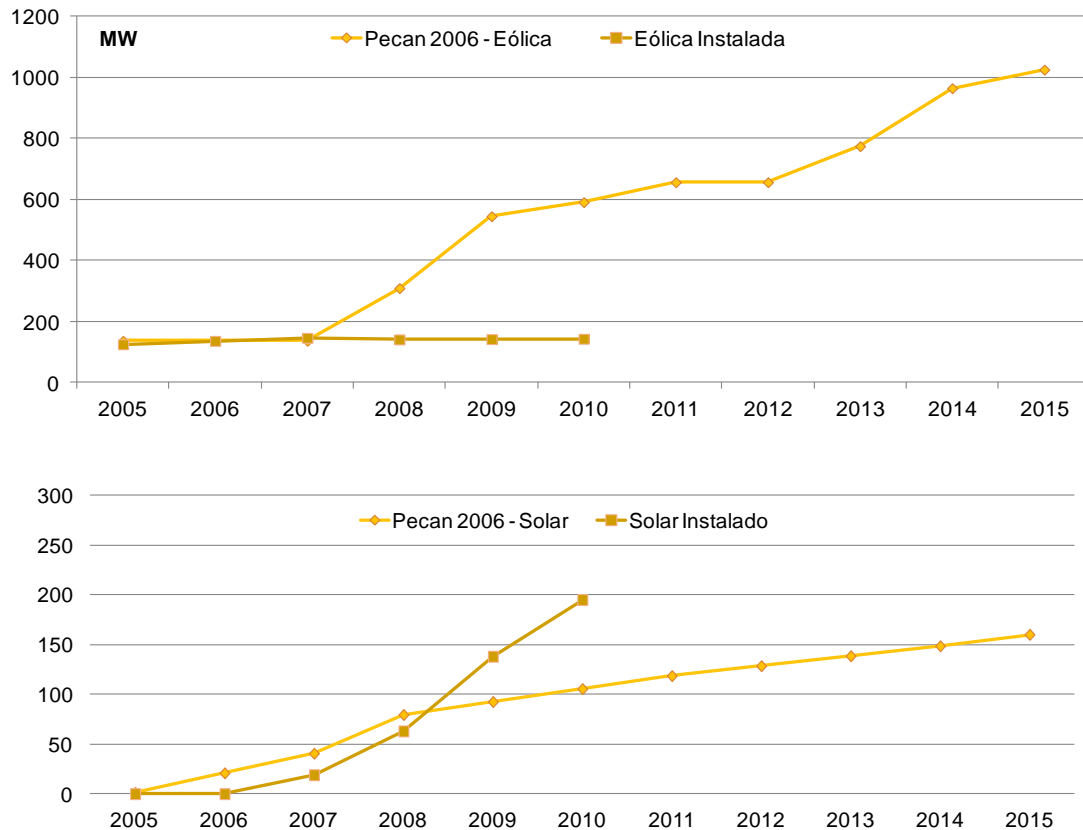


Ilustración 26: Evolución de la potencia instalada en Energía Eólica y Fotovoltaica frente al PECAN.

Además, el PECAN cuenta también con objetivos de uso responsable y racional, como entre otros mejorar en un 25% la eficiencia del sector eléctrico y la intensidad energética respecto al año 2004.

En Tenerife se está elaborando el PTEOJET (Plan Territorial Especial de Ordenación de Infraestructuras Energéticas de Tenerife), que define las zonas utilizables para implantación de nuevas centrales tanto térmicas como eólicas y fotovoltaicas.

En el mismo ámbito, Red Eléctrica de España está preparando la evolución de su red para adaptarla a nuevas conexiones de generadores.

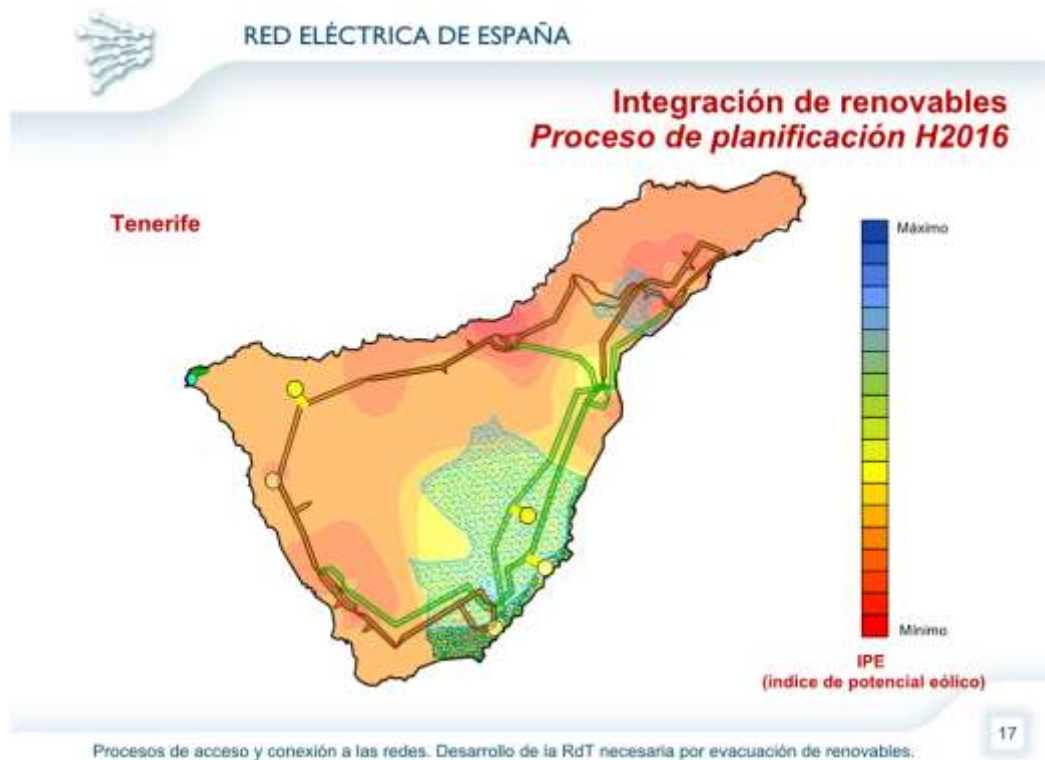


Ilustración 27: Evolución prevista de la RdT en Tenerife para evacuación de E.E.R.R., [24].

Basado sobre el PECAN 2006 también ha sido elaborado un plan de mitigación para luchar contra el cambio climático, limitando las emisiones de GEI, [22]. Estas de momento no han conseguido su objetivo:

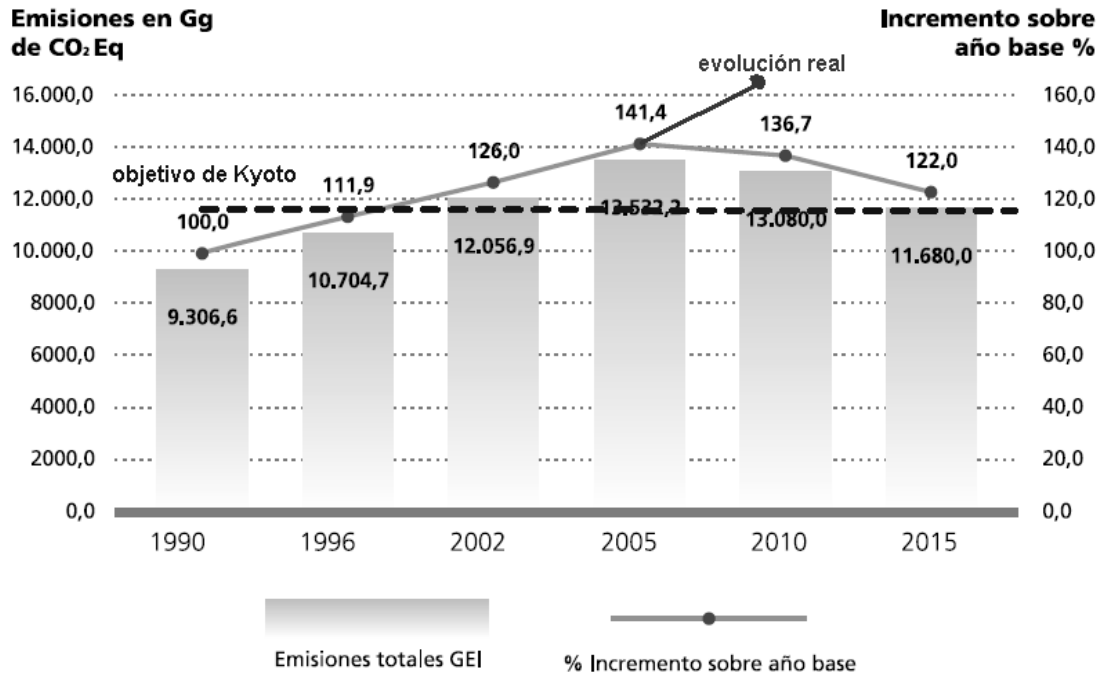


Ilustración 28: Objetivos globales del plan de mitigación.





6.3. PERSPECTIVAS DEL SISTEMA A MÁS LARGO PLAZO

El futuro sistema eléctrico de las islas deberá ser capaz de proveer la cantidad suficiente de energía a un precio competitivo teniendo en cuenta los objetivos medioambientales (en particular de reducción de gases de efecto invernadero).

Frente a la alta volatilidad y alza de los precios de combustibles fósiles, y la dependencia exterior que conllevan, se deberá maximizar la penetración de energías renovables así como su gestión eficiente, garantizando al mismo tiempo la seguridad y la calidad del suministro.

Las E.E.R.R. se adaptan bien a sistemas de tamaño reducido ya que la potencia unitaria de las plantas es en general mucho menor que la de plantas térmicas clásicas, sean de carbón, gas o nucleares.



Por el contrario, es imprescindible garantizar el suministro frente a la intermitencia de algunas fuentes renovables. Varias técnicas pueden influir en este sentido, [25]:

-  Gestión de la demanda
-  Sistemas de almacenamiento hidráulicos (facilitado por el relieve de la mayoría de las islas). Un sistema como este se está construyendo en la isla de El Hierro y se espera una penetración de 80% de E.E.R.R. en la generación eléctrica.
-  Complementar las plantas de E.E.R.R. intermitentes con una reserva de potencia gestionable, [24].
-  Realizar el interconexión total o parcial del archipiélago. Esto mejoraría considerablemente la calidad del sistema eléctrico, reduciría sus costes de producción y facilitaría la penetración de las energías renovables. Actualmente ya se está barajando la posibilidad de conectar la isla de Gran Canaria con las actualmente conectadas entre sí Lanzarote y Fuerteventura, formando un sistema único de tres islas.

6.3.1. Potencial de energías renovables en Canarias y tecnologías

El potencial de las energías renovables es determinante en su coste de generación. Representa de alguna manera el "yacimiento" de viento o de sol, un recurso que no se puede agotar, aunque tenga sus limitaciones en potencia cuando depende de las condiciones meteorológicas.

En este ámbito, las islas del archipiélago Canario se pueden describir como afortunadas, beneficiándose al mismo tiempo de:

-  Buenas condiciones de viento debido a los alisios que soplan con frecuencia.
-  Buenos recursos solares debido a su posición tropical y a su climatología local que proporciona zonas de baja nubosidad.

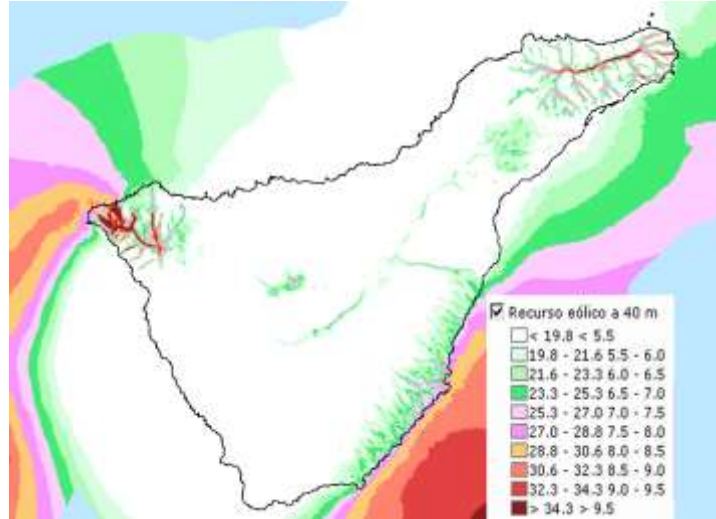


Ilustración 29: Potencial eólico para la isla de Tenerife, [26].

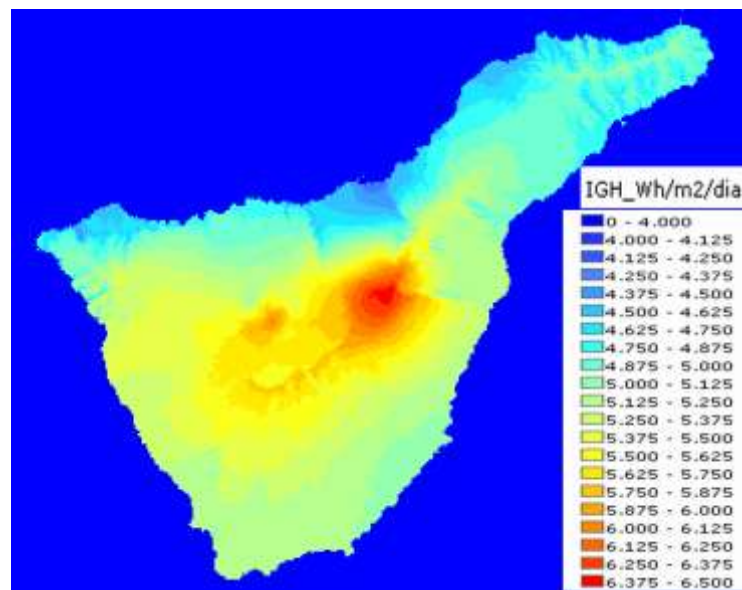



Ilustración 30: Potencial solar para la isla de Tenerife, [26].


Aún así, el sol y el viento no son las únicas fuentes de energías renovables, destacando:




La energía undimotriz: el potencial existe, pero la tecnología para cosechar la energía de las olas está todavía en desarrollo. Es también una energía intermitente, dependiendo de las condiciones meteorológicas.




Por otro lado están las fuentes renovables que no presentan el inconveniente de la intermitencia, y en consecuencia presentan un gran interés para complementar las primeras.



La energía geotérmica. En Canarias hasta hace bastante poco no se habían desarrollado estudios que aporten suficientes datos sobre el potencial de aprovechamiento de este tipo de energía. Este panorama comienza a cambiar ya que en estos momentos se están desarrollando proyectos en esta dirección, identificar yacimientos geotérmicos en el subsuelo de Canarias.



La biomasa. Como ejemplo, la limpieza de los bosques para prevenir incendios puede generar una cantidad de materia vegetal que se podría utilizar en plantas térmicas adaptadas para su uso. También está la posible utilización de residuos orgánicos de origen ganadero mediante las plantas de generación de biogás.



Finalmente, cabe destacar con especial interés el potencial aprovechamiento de los residuos orgánicos como productores de biogás, tanto los correspondientes a usos urbanos, industriales o agropecuarios.

Actualmente se dispone en el vertedero de la isla de Tenerife una planta de producción de electricidad a partir del biogás obtenido con el tratamiento de los residuos. Aunque su escala de producción no es muy alta, el potencial es importante y debe ser foco de especial interés a la hora de plantear políticas energéticas.

7. SELECCIÓN DEL MIX ENERGÉTICO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

A la hora de incorporar energías intermitentes, el caso de muchas E.E.R.R., para garantizar la seguridad de suministro eléctrico es necesario compensar con fuentes energéticas a demanda.

Es necesario disponer de un abanico de tecnologías de generación adaptables a cada circunstancia. Algunas servirán de centrales de base (térmicas, ciclo combinado), otras para cubrir las puntas y ajustarse a la curva de demandan (diesel y turbinas de gas), o para aprovechar energías gratuitas (eólicas, solares). También se puede contar con sistemas de adaptación a la curva de demanda mediante tecnologías que maximicen el uso de las E.E.R.R, sea buscando buena correlación temporal con los esquemas de consumo, utilizando redes inteligentes (smartgrid), o sistemas de almacenamiento hidráulicos.

Para definir este mix energético existen múltiples posibilidades, y la pregunta es cual elegir. Se puede optar por una configuración con el coste de generación menor, aunque la clave está en realizar un equilibrio entre todos los conceptos expuestos, economía, externalidades, generación de empleo, etc. Otro factor interesante es la robustez frente a la evolución de los precios de combustible o de cada tecnología, lo cual nos lleva a estudiar otra dimensión, la del "riesgo", permitiendo afinar el mix óptimo de generación, [27]:

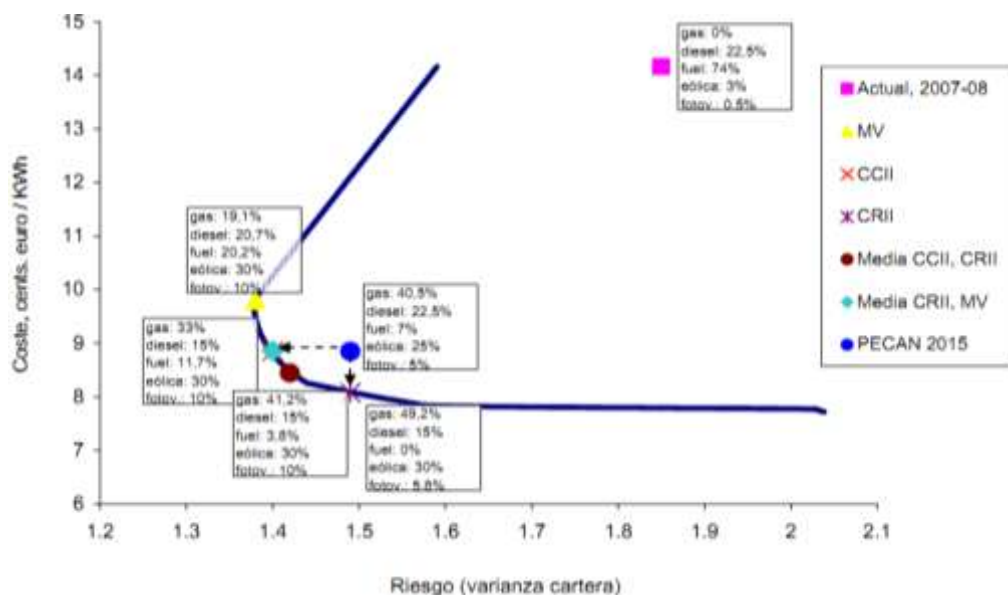


Ilustración 31: Análisis del riesgo para cada fuente de producción, [27].

8. NORMATIVA APLICABLE

Dada a la extensa normativa existente en España relacionada con las Energías Renovables, Eficiencia Energética, así como subsectores y otras materias relacionadas, citamos a continuación los enlaces oficiales tanto a la página de la Comisión Nacional de la Energía (CNE), donde se puede descargar toda la documentación existente a nivel estatal, como la correspondiente a la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias, donde se puede descargar tanto documentación a nivel local como estatal.



Normativa - Comisión Nacional de la Energía

<http://wp.wke.es/web/cne/normativa.asp>



Normativa - Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias

<http://www.gobcan.es/energia/normativa/energiaelectrica/index.html>

9. LISTADO DE EMPRESAS RELACIONADAS CON E.E.R.R. EN CANARIAS.




EMPRESAS de la provincia de Las Palmas de Gran Canaria	Fotovoltaica	Térmica	Eólica	Biomasa	Eficiencia	Distribución	Instalación & Mantenimiento	Fabricación	Ingeniería	Promoción
A New Electric Lanzarote S.L.	x						x		x	
Acsa - Aerogeneradores Canarios, S.A.			x				x	x		x
Archipiélago Soluciones Energéticas (ASE Renovables)	x	x	x				x			
Canarsol-Iar	x	x	x			x	x			
Caudowat		x					x			
Clean Canarian Energy S.L.	x	x	x		x	x	x		x	x
Climatex solar	x	x					x		x	x
Ecosolar Energías Renovables S.L.	x	x				x	x			
Elca-fricalanz	x	x		x	x		x		x	
Elettrovoltaioco	x					x	x			
Elnic Canarias S.L.	x			x		x				x
Energías Renovables Canarias S.L. (Enercan)	x						x			
Energía Solar Canarias (CSol 230 Voltios S.L.)	x	x	x				x		x	x
EnergíaBioSolar	x	x	x				x		x	
Esocan	x	x	x				x		x	
Fontanería Nuez - Solar Térmica		x		x			x			
Fontanería Rafael VB S.L.		x					x			
Frifelca S.L.		x				x	x			
Grupo Ipsilon	x	x							x	x
Heliocom Sistemas Solares		x						x	x	
Ingesol Canarias S.L.N.E.		x				x		x	x	
Innosur Ingeniería Norte-Sur	x	x	x				x		x	
Instalaciones K-Talan	x	x				x	x		x	
Integra Renovables Canarias	x									x
Intersolarmarkt	x						x			x
Lanzarote Solar		x				x	x			
Lopez Castellano Instalaciones		x					x			
Mhcabrera Energías Renovables	x	x				x	x			
Portosolar Canarias	x	x		x		x	x		x	
Pro-ARF 2009 Ingeniería S.L.	x	x	x			x	x		x	x
Reitc Servicios de Ingeniería S.L.					x				x	
Renovables Nueva Era S.L.	x	x			x		x		x	
S.m. Electricon	x	x			x		x		x	
Solar Ripp España		x				x	x	x		
Solaresti S.L.	x	x			x	x	x		x	
Solarland SL	x	x	x			x	x			
Solpower Canarias S.L.	x								x	x
Suntelco	x	x				x	x			
Sureste Refrigeración S.C.P.		x					x			
Zecsa - Zona Eólica Canaria			x						x	

EMPRESAS de la provincia de Santa Cruz de Tenerife	Fotovoltaica	Térmica	Eólica	Biomasa	Eficiencia	Distribución	Instalación & Mantenimiento	Fabricación	Ingeniería	Promoción
Alisios Soluciones Energéticas S.L.L.	X	X				X	X		X	
Alpha Solar Energías Renovables S.L	X	X	X			X	X		X	X
AmbiVolt S.L.	X						X			X
Archipiélago Sostenible S.L	X	X				X	X			
Basicbath Solar S.L.		X				X	X			
Bateriastotal	X					X				
Biomasa Canarias				X			X			
BonySol	X	X	X		X	X	X	X	X	
Canercom	X	X	X		X		X		X	X
Climelec Canarias	X	X	X		X	X	X			
Constante Solar S.L.		X				X	X	X		
Dobons's Technology S.L.	X								X	
Ecoiman		X				X	X			
Elca-fricalanz	X	X		X	X		X		X	
EPdelaTorre Ingenieros	X	X					X		X	
Fixatec Canarias S.L.	X	X				X	X			
Foncal		X				X		X		
Fontagas		X					X			
Fontasol		X				X	X		X	
Freeman Ingenieria	X	X	X	X	X				X	
Funnysol	X				X	X				
Grupo DAC	X	X	X		X	X	X		X	
Impuls Solar Canarias S.L.	X	X			X	X	X		X	
Ingrotec Ingeniería Proyectos Técnicos	X	X							X	
Innova Canarias S.L.	X	X	X		X	X	X		X	X
Instalaciones Técnicas Berpau S.L.	X	X				X	X		X	
Inversiones Vilogares SL	X								X	
JAG Seguridad Industrial y Prevención S.L.	X	X	X	X	X	X	X			X
Macaronesia Solar	X	X					X			
Manages Energy Canarias, S.L.U.	X	X	X			X	X		X	X
Oikos Servicios Energéticos S.L.	X				X				X	
Pérez Ortega	X	X				X	X			
Procalor		X				X	X			
Puentesol Energias Renovables S.L.	X	X				X	X	X		
Rite 11 Solar, S.L.	X	X				X	X			
Romaten S.L		X				X	X	X		
Solagar Soluciones Energéticas		X				X	X	X	X	
Solar Valle	X	X	X			X	X	X		
Solaria Canarias	X	X				X	X			
Solarimar, S.I.	X	X	X	X	X	X	X			
Suntechnics	X					X	X	X		X
Tefcan S.L.	X	X	X		X		X		X	
Teide Clima		X					X			
Terclima Canarias S.L.		X				X	X		X	

10. CONCLUSIONES

En la actual y complicada situación económica que vivimos, donde los problemas medioambientales y de limitación de recursos no se pueden desvincular de los sobresaltos del sistema financiero, mantener un sistema eléctrico sostenible a largo plazo representa un gran reto. Es sumamente importante que recurramos, y cada vez en mayor medida, a las fuentes energéticas inagotables, utilizando recursos renovables y de la manera más eficiente posible.

En una economía tradicional, las islas Canarias representan un mercado energético muy peculiar, al ser un conjunto de pequeños sistemas aislados, lo que trae varios inconvenientes como:

-  Imposibilidad de implantar grandes centrales que reduzcan los costes de operación gracias al factor de escala.
-  Coste elevado de combustibles, implicando mayor coste de generación y una cuota de dependencia exterior alarmante
-  Variación temporal fuerte e imposibilidad de interconexión traen mayor dificultad para asegurar la seguridad del suministro, obligando a sobredimensionar el sistema.

Por otro lado, se dispone de un buen potencial en energías eólica y solar en primer lugar, pero también para instalaciones de almacenamiento hidráulicas, así como energía geotérmica y otras menos desarrolladas aún.

En la actualidad, la utilización de E.E.R.R. en el archipiélago tiene la principal ventaja de que su coste no es superior al de generar con los sistemas convencionales, incluso menor en ciertos casos. Esto hace de Canarias un lugar privilegiado, un verdadero nicho para la implantación de tecnologías renovables y un potencial escaparate para mostrar al mundo la posible penetración de las energías limpias en la sociedad.

Aprovechar esta oportunidad se traducirá en una ventaja inigualable en un futuro próximo, proporcionando beneficios sociales, medioambientales y económicos a toda la población frente a la subida continuada de los precios de combustibles fósiles y a la degradación climática de nuestro entorno.

La experiencia y resultados adquiridos podrán reproducirse en países en vía de desarrollo con redes eléctricas de características similares.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] - PECAN 2006, gobierno de Canarias
- [2] - Sectorización del consumo de energía final en Canarias en el año 2006; 02-2008, Dr. Francisco Javier Ramos Real, ULL
- [3] - Informes resumen anual del boletín estadístico de hidrocarburos, CORES
- [4] - Informes anuales: El sistema eléctrico español, REE
- [5] - Informes anuales: la energía en España, MITYC
- [6] - Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos, Memorias anuales
- [7] - Generación de energía eléctrica de origen térmico en Canarias para el año 2007, gobierno de Canarias
- [8] - Informe marco sobre la demanda de energía eléctrica y gas natural, y su cobertura, CNE
- [9] - La Situación Económico-Financiera de la Actividad Eléctrica: 1998-2008, UNESA
- [10] - www.esios.ree.es
- [11] - Los Sistemas Eléctricos de Canarias: retos y oportunidades, 25-03-2011, D. Santiago Marín, REE
- [12] - Análisis de los sobrecostes de la Energía del Sistema Energético de Canarias, 2010, AEI-RICAM
- [13] - Electricity generation cost in isolated system, Gustavo A. Marrero, Francisco Javier Ramos-Real, FEDEA
- [14] - Sustainable Electricity: Wishful thinking or near-term reality? Energie Spiegel nº20, 2010, Paul Scherrer Institute, <http://gabe.web.psi.ch/>
- [15] - Pricing environmental externalities in the power sector: ethical limits and implications for social choice, 2003, Patrik Söderholm, Thomas Sundqvist, Luleå University of Technology, Ecological Economics 46 pp333-350

- [16] - Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España, Actualización 2010 - Proyección 2020, Deloitte para AEE
- [17] - Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España, APPA, 2009
- [18] - Eólica '11, AEE
- [19] - Anuarios económicos, camaratenerife.com
- [20] - Las emisiones de GEI en Canarias, 11-2010, C.C.O.O. Canarias
- [21] - Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Canarias, 2007, Agencia Canaria de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático
- [22] - Estrategia canaria de lucha contra el cambio climático, Agencia Canaria de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático
- [23] - Externalities of Energy: Extension of accounting framework and Policy Applications, Final report, 08-2005
- [24] - Ciclo de jornadas sobre los sistemas eléctricos de Canarias, ULPGC, 20-21/10/2008 : http://www.ree.es/home/pdf/Diptico_Canarias_A5_v2.pdf
- [25] - Jornada sobre "La eficiencia energética en el sistema eléctrico: retos y oportunidades para la sociedad canaria", 18/03/2010 : http://www.ree.es/publicaciones/pdf/EECanarias_2010.zip
- [26] - Recurso eólico de Canarias, mapa solar de Canarias, ITC
- [27] - Efectos de la diversificación energética sobre los costes y riesgo de la generación de electricidad en Canarias; Gustavo A. Marrero, Francisco Javier Ramos-Real, FEDEA, 19/11/2009
- [28] - De que pecan los pecanes, 01-2008, Juan Carlos Moreno Piquero, José Manuel Ramos Henríquez, ULL
- [29] - Sustainable Energy for Islands: Opportunities versus Constraints of a 100% Renewable Electricity Systems; Beatriz Medina Warmburg, IIIEE Master-s Theses, Lund (Sweden), 01/ 2006

[30] - Libro Blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación, José Ignacio Pérez Arriaga, 30/06/2005

[31] - Desintegración vertical y regulación del subsistema eléctrico canario, Yannick Perez, Francisco Javier Ramos-Real, Revista De Estudios Regionales nº 80, 2007

[32] - Barreras de la industria fotovoltaica española, como reducirlas y minimizar su impacto, www.pvlegal.eu

