

MEMORIA DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Análisis de la situación energética actual de Canarias y propuesta de mejoras del sistema
Analysis of the current energy model and proposals for improvement in the system

Autores:

D. Isaac Guadarrama Cruz

D. Agoney Reyes Pérez

Tutor académico: D Juan Pablo del Río Disdier

Tutor externo: D. Hugo de Armas Estévez

Tutor externo: D. Agustín Juan González Martín

Grado en Administración y Dirección de Empresas
FACULTAD DE ECONOMÍA, EMPRESA Y TURISMO
Curso Académico 2015 / 2016

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
1. TIPOLOGÍA DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA: APROXIMACIÓN TEÓRICA	4
2. TENDENCIAS EN EL CONSUMO ENERGÉTICO	5
2.1 TENDENCIA MUNDIAL CONSUMO ENERGÉTICO	5
2.2 TENDENCIAS EN LA UNIÓN EUROPEA Y ESPAÑA.....	8
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CANARIAS	13
3.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CANARIAS	13
3.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA	16
3.3 DEPENDENCIA DEL PETRÓLEO EN CANARIAS	19
3.4 ANÁLISIS DE COSTES DEL MODELO ACTUAL	21
4 PLANTEAMIENTO DE UN NUEVO MODELO ENERGÉTICO	24
4.1 ENERGÍA EÓLICA	24
4.2 ENERGÍA DE ORIGEN DE BIOMASA.....	27
4.3 ENERGÍA DE ORIGEN MINIHIDRÁULICO.....	28
4.4 LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN CANARIAS	28
4.5 ALTERNATIVA INSTITUCIONAL: EL FRACASO DEL PECAN	29
5 PROPUESTAS DE MIX ENERGÉTICO Y VARIACIONES PARA LOGRAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	30
6 CONCLUSIONES	33
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

RESUMEN

Las energías renovables ganan peso en la tendencia energética mundial, pero aún lejos de ser una reducción globalizada. El modelo energético de Canarias se presenta como un sistema dependiente, de elevado coste de generación y con necesidades de cambio. Las energías renovables aparecen como ventaja competitiva clara para Canarias por sus condiciones climáticas, su potencial de desarrollo y las necesidades de reducir costes energéticos. El proyecto plantea un análisis actual de la situación eléctrica de Canarias, añadiendo propuestas para la mejora del sistema, tales como una red de transporte más eficiente y un mix óptimo de renovables.

Canarias – Energía - Electricidad -Dependencia – Petróleo– Renovables – Eólica – Fotovoltaica – - Hidráulica- Biomasa -Transporte- PECAN

ABSTRACT

Renewable energy gains weight in the global energy trend, but it's still far from a global reduction. Canary energy's model is such a dependent system, with a high cost of generation and some changing needs. Renewable energies appear as clear competitive advantage for the Canary Islands due to climatic conditions, its development potential and the needs to reduce energy costs. The project poses a current analysis of the electrical situation of the Canary Islands, adding proposals for improving the system, such as a more efficient transport network and optimal mix of renewables.

Canary Islands - Energy - Electricity -Dependencia - Oil- Renewable - Wind - Photovoltaic - - Biomass Hydraulics-Transport- PECAN

INTRODUCCIÓN

“Producir energía en Canarias cuesta entre 220 y 240 euros por megavatio/hora, cuatro veces más que el precio medio de la Península”, recoge El Diario, en una noticia del 16 de Abril de 2014 que recoge como título “Unelco-Endesa: la penumbra del monopolio de la luz”. Con esa noticia, comienza la justificación de nuestra elección de proyecto de fin de grado.

Canarias, una de las regiones en las que mayor paro se registra (la segunda, tras Andalucía y obviando a Ceuta-Melilla en base a datos de Eurostat), registra valores notablemente elevados en el coste de generación eléctrica, un bien que, con el paso del tiempo y la variación de las costumbres sociales, ha pasado a constituirse como un bien de primera necesidad. Es por ello que enumerar y comprender las causas que colocan a Canarias como la comunidad autónoma donde la generación eléctrica es más caro, resulta fundamental para comprender la viabilidad de otras alternativas energéticas.

Del mismo modo, en base a otra noticia, nos permite concluir que las condiciones de Canarias para el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables resulta inmejorable, pero con un coste que, culturalmente, se ha asociado con elevado.

En este proyecto, trataremos de conocer en qué situación energética se encuentra Canarias y hacia dónde se dirige con los nuevos planes energéticos.

Quisiéramos agradecer tanto al tutor académico, D. Juan Pablo del Río Disdier, como a los tutores externos, Hugo de Armas Estévez y Agustín Juan González Martín, el tiempo, apoyo y dedicación que nos han brindado en estos últimos meses para lograr la realización del presente Trabajo de Fin de Grado.

1. TIPOLOGÍA DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA: APROXIMACIÓN TEÓRICA

A la hora de hablar de fuentes de energía, existen diferentes formas de clasificarlas, como su disponibilidad en la naturaleza y su capacidad de regeneración, si es necesario transformarlas para su uso, o el impacto ambiental que posea. Con respecto a su disponibilidad en la naturaleza y en su capacidad de regeneración, se diferenciarán entre no renovables y renovables, según la necesidad de transformarlas para su uso, entre primarias y secundarias y dependiendo del impacto ambiental, entre limpias o no contaminantes y contaminantes.

De entre estas diferentes clasificaciones nos centraremos en las que se refieren a la disponibilidad en la naturaleza y en su capacidad de regeneración. Las fuentes de energía no renovables son aquellas que se encuentran en la naturaleza de forma finita, como pueden ser los combustibles fósiles, como el carbón el petróleo y el gas natural, o los combustibles nucleares como el uranio o el plutonio. Los diferentes sistemas de generación de energía que utilizan estos recursos como combustibles son las centrales térmicas, las centrales de ciclo combinado y las centrales nucleares. Aunque el funcionamiento de cada una de ellas difiere en mayor o menor medida con respecto a las otras, todas tienen en común la utilización de estos combustibles para la generación de electricidad.

Las fuentes de energía renovable son las que se obtienen de recursos naturales e inagotables, tales como el Sol, el calor procedente de la tierra, el agua o el viento. Los diferentes sistemas de generación de electricidad dependerán del recurso que utilicen. En primer lugar utilizando como recurso al Sol, estaría la energía solar térmica, o la energía solar fotovoltaica, o si el recurso fuera el calor procedente de la tierra estaría la energía geotérmica. Las centrales hidroeléctricas son las que utilizarían como fuente el agua, aprovechando la fuerza gravitacional, o la mareomotriz si la energía es obtenida de las olas o de las mareas. Y por último la energía eólica que es obtenida de la fuerza del viento, transformando la energía cinética en energía eléctrica. Con respecto a las centrales de biomasa, aunque su fuente sea de origen renovable, es un tipo de producción de energía que como resultado emite dióxido de carbono, con lo cual aunque se incluya en energía de origen renovable, es una energía de fuente renovable contaminante.

2. TENDENCIAS EN EL CONSUMO ENERGÉTICO

2.1 TENDENCIA MUNDIAL CONSUMO ENERGÉTICO

Una vez iniciado teóricamente el proyecto, resulta fundamental contextualizar la situación eléctrica de Canarias en su entorno. En una primera aproximación, se realizará un breve análisis de la situación energética mundial, así como posibles perspectivas de futuro. Para ello, hacemos acople de diferentes publicaciones que analizan la estructura energética mundial y su viabilidad. Más concretamente, nos centraremos en la publicación que realiza World Energy –Outlook de forma anual, presentado por la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y que explica la situación del sector energético a nivel global.

Se presenta innegable que hay un factor fundamental para establecer el consumo energético: la demanda. Por el carácter tecnológico de la nueva economía, la tecnología se ha convertido en uno de los principales motores de desarrollo económico y social. La mayoría de elementos que rodean a los seres humanos funcionan con electricidad, de forma que todo queda supeditado a su necesidad en el día a día. Si, además, tenemos en cuenta el crecimiento demográfico mundial, resulta obvio que la electricidad ha aumentado su consumo en los últimos años. Sin embargo, vamos a contrastar el incremento del consumo mediante el empleo de estadísticas.

Tabla 2.1.1 indicadores energéticos y demográficos

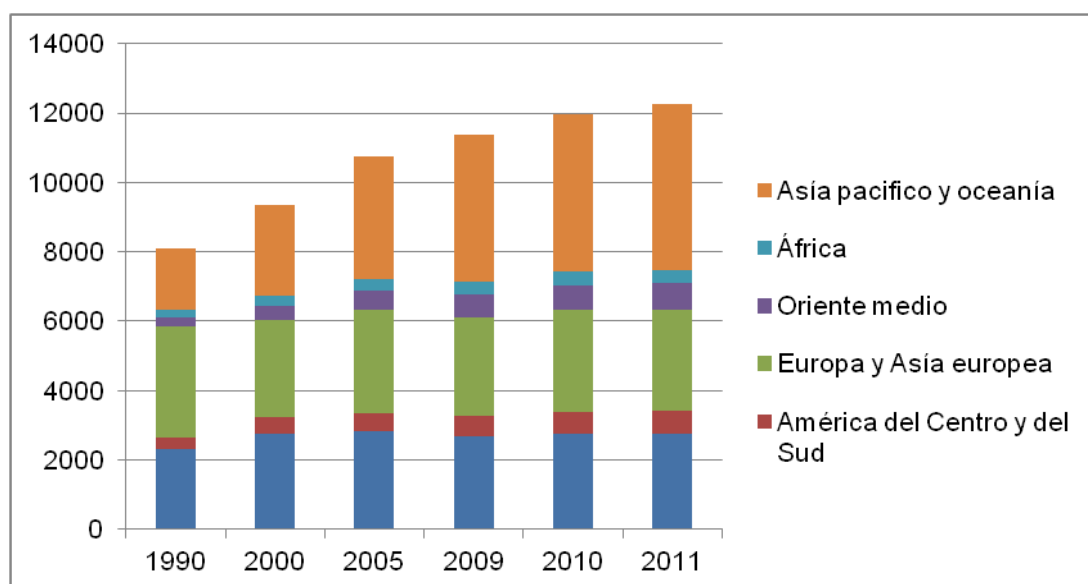
	1993	2011	2020	Crecimiento 1993- 2011 %
Población, billones	5.5	7	8.1	27
GDP Trillón USD	25	70	65	180
TPES Mtoe	9532	14092	17208	48
Carbón Mt	4474	7520	10108	68
Petróleo Mt	3179	3973	4594	25
Gas natural bcm	2176	3510	4049	62
Nuclear TWh	2106	2386	3761	13
Hidroelectricidad TWh	2268	3229	3826	29
Biomasa Mtoe	1036	1277	1323	23
Otras renovables* TWh	44	515	1999	n/d
Producción de electricidad /año				
Total TWh	12607	22202	23000	76
Per cápita MWh	2	3	3	52
Emisiones de CO₂/año				
Total CO ₂ Gt	21	30	42	44
Per cápita tonne CO ₂	4	4	n/d	11
Intensidad energética koe, 2005 USD	0.24	0.19	n/d	-21

Reproducción de World Energy Council 2013 World Energy Resources: A Summary 1993, 2020 cifras tomadas de "Energy for tomorrow's World" (WEC,1995). 2011 figuras tomadas de World Energy Resources (WEC,2013). Otras renovables 2020 figura tomada del informe de Escenarios World Energy Scenarios report (WEC,2013)

Podemos deducir, en primer lugar, que la tendencia mundial en la energía se orienta, claramente, hacia un nuevo escenario en el que se produce una mayor diversificación de la fuente que origina la electricidad (con la presencia de las energías renovables en aumento) y donde hay que hacer frente a nuevos agentes demográficos y medioambientales.

Se concluye, además, que la tendencia mundial ha sido creciente, manteniéndola por diversos factores como, en incremento demográfico. Adoptando una gráfica recogida en BP Statistical Review of World Energy Outlook 2011, observamos que existen diferencias entre los diferentes continentes. En primer lugar, destaca el notable crecimiento de Asia pacífica y Oceanía frente al resto de regiones (obviando EEUU). Ello se debe, como ya hemos comentado, al incremento poblacional e industrial de regiones como China e India. Tal y como podemos observar en el gráfico, existen diferencias entre regiones industrializadas y no. Así como las variaciones poblacionales de cada continente.

Gráfico 2.1.2 Demanda energética mundial

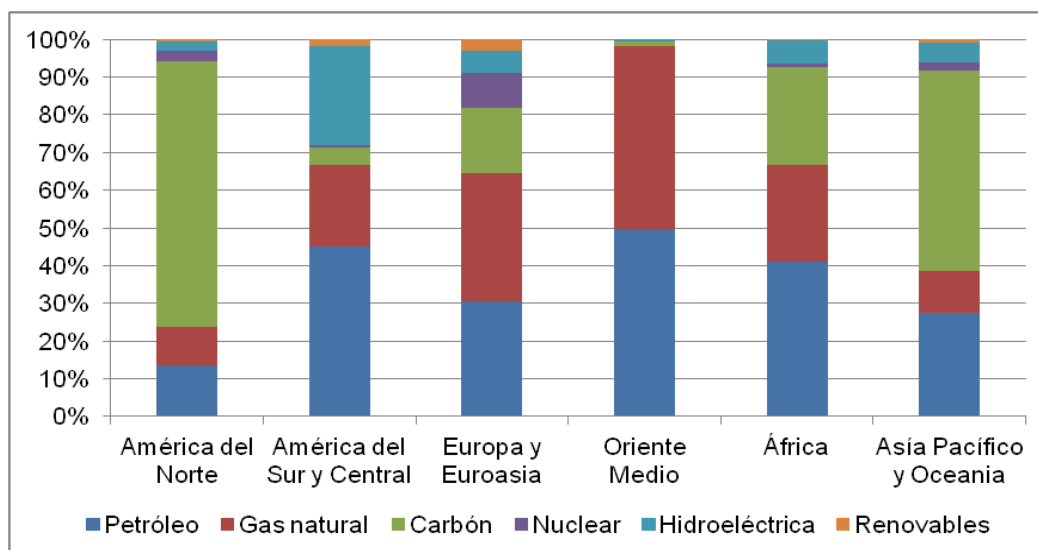


Reproducción de B.P. Statistical Review of World Energy (2012)

Una vez comprendida la tendencia creciente del consumo y una mayor diversificación en los continentes más consumidores, toca comprender qué tipo de recursos se emplean, a nivel global, para obtener la energía. Si bien se trata de recursos abundantes, la más empleada a nivel histórico es la fuente primaria, que se caracteriza por ser escasa, variable y repartida de forma desigual por el mundo. No sólo eso, sino que el estado en el que se encuentran estas materias, así como la eficiencia de obtención de cada una de ellas, varían. Las reservas de carbón son grandes, pero su poder energético no coincide con el de la energía nuclear o, por ejemplo, la de los hidrocarburos. Es por ello que planteamos: ¿basta con las reservas actuales para mantener el modelo energético, atendiendo a la demanda registrada? En un principio, no llegaríamos a 45 años con este recurso si la extracción obedece a los patrones actuales. Si bien es verdad, que se está realizando esfuerzos por la aparición de nuevas reservas, nuevos métodos e innovación, parece fundamental la aparición de energías renovables como mayoritarias.

Aun así, en algunas regiones se ha optado por abrir los ojos y diversificar energéticamente. Si bien, algunas alternativas menos ecológicas como el gas natural o la energía nuclear siguen estando presente, aumentando en algunas regiones su cuota. ¿La razón? En un principio, la primera posee gran peso como generador eléctrico y, la segunda, ha sido la alternativa tradicional ante fluctuaciones en el precio del petróleo. Son clásicas, pero no se enmarcan dentro de las verdaderas alternativas renovables. El precio es, por lo tanto, uno de los factores a considerar para la inclusión de otras fuentes energéticas. Si observamos, de nuevo apoyándonos en la publicación anual que traduce BP al castellano, observamos que la presencia de las fuentes renovables varía en función del poder adquisitivo del país. Las regiones desarrolladas cuentan con una presencia similar de diversificación verde en su producción energética, pero lejos de los valores deseados.

Gráfico 2.1.3 Fuentes energéticas año 2012



Reproducción de BP WORLD OF ENERGY 2012

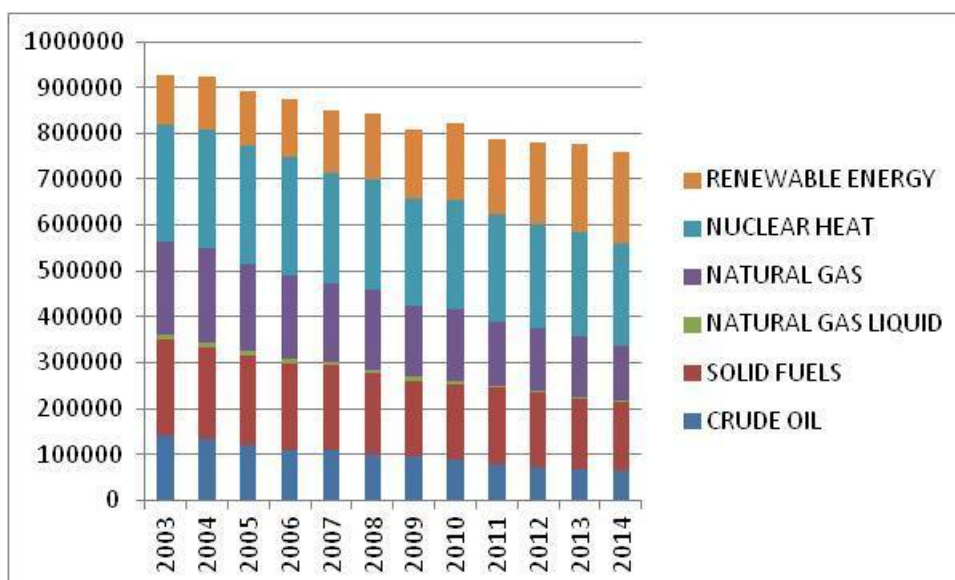
En conclusión, a nivel mundial, sigue dominando el petróleo, siendo el rey en las regiones menos desarrolladas, con el consentimiento de aquellos países que, de la comercialización, reciben beneficios económicos. Pero existe una orientación hacia las energías renovables, fruto del agotamiento de las fuentes primarias y del ahorro que se percibe.

2.2 TENDENCIAS EN LA UNIÓN EUROPEA Y ESPAÑA

Tras comprender la tendencia mundial a nivel energético, de consumo creciente y orientado hacia un progreso energético de camino a las renovables; pero marcada por los intereses de países que reciben, de la comercialización de fósiles, numerosas cuantías económicas. A nivel europeo, confirmaremos en este apartado si la tendencia es convergente respecto a la que se presenta a nivel mundial, así como aquellos aspectos políticos del mercado comunitario que favorecen ciertas tendencias hacia renovables o las diferencias entre los denominados países “bloque” de la Unión Europea. En definitiva, obtendremos una estructura tendencial de la situación energética de la Unión Europea, focalizando posteriormente en España.

En el primero de los casos, no cabe duda de que, a pesar del envejecimiento poblacional, la tendencia es positiva y ello conlleva, de forma directa, mayores usuarios de energía en la UE (Eurostat, 2016), acompañado del alto grado de industrialización que se registra en el conjunto de los 28 países (Eurostat, 2016).

Gráfico 2.2.1 Evolución demanda energética 2003-2014



Reproducción de Base de datos de Eurostat.

Ello, nos permite deducir que la Unión Europea puede contar con una tendencia de consumo al alza. La sola conjugación de una población en incremento (aunque ligera), así como un alto grado de industrialización (unido al PIB medio de la zona euro, así como la elevada concentración de empresas) permiten entrever un consumo energético elevado para un territorio del tamaño de la UE. Sin embargo, a la hora de contrastar los datos, observamos que, en este caso, no se cumple la premisa mundial: el consumo energético ha decrecido en la Unión Europea. Tal y como se observa en el gráfico, la tendencia en el consumo es decreciente desde el comienzo de la crisis económica, si bien, tal y como apunta Endesa Educa, no es el factor único, pues se encuentra acompañado de nuevas medidas en eficiencia energética, así como cambios en los hábitos de consumo de los ciudadanos e industrias europeas.

Así mismo, destaca la variabilidad de fuentes de la energía consumida en la Unión Europea, obteniendo especial relevancia el Gas Natural (conexión ucraniana) y el creciente papel de las renovables. Para poder comprender la evolución de ello explicaremos, el primer lugar, una estadística simultánea del porcentaje de energía renovable en la Unión Europea, Alemania, Reino Unido y España. La idea, obtener una muestra representativa a través de países diferentes. Del mismo modo, explicaremos brevemente las pautas de la política energética europea para aproximar el futuro a la UE, relacionándolo con España.

La Unión Europea, en sus diferentes directrices desde 1997, ha ido determinando un proceso de reconversión del sector energético hacia las energías renovables, pero de forma lenta y apoyada en inversiones focalizadas. Las siguientes directrices han ayudado a determinar el crecimiento de diferentes países, tal y como podemos observar en el siguiente gráfico (3.2.4), pero con diferente grado, ya que mientras algunas regiones pioneras en tecnología han apostado por las

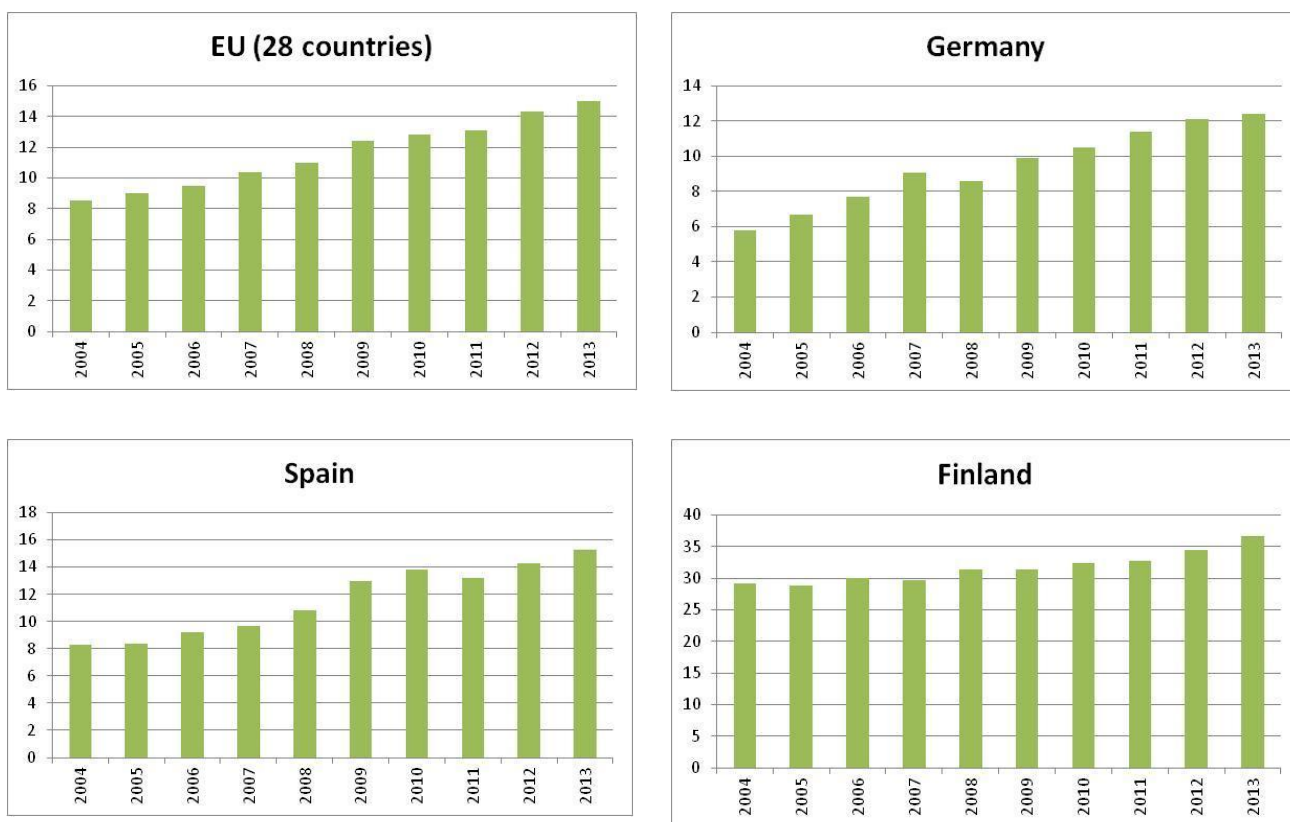
renovables, especialmente Finlandia, otras lo han hecho de forma gradual como España o Alemania. Sin embargo, estos son los siguientes pasos a plantear para la UE:

-Programa de trabajo de la energía renovable: la Comisión propuso, para 2020, un objetivo vinculante del 20 % de fuentes de energía renovables en el consumo de energía de la UE y un objetivo vinculante del 10 % de biocarburantes en el consumo de combustibles en el transporte, así como la creación de un nuevo marco legislativo.

-Directiva sobre energías renovables: La nueva Directiva sobre energías renovables (Directiva 2009/28/CE, por la que se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE), adoptada en codecisión el 23 de abril de 2009, estableció que, para 2020, un 20 % del consumo de energía en la UE ha de proceder de fuentes renovables.. Además, todos los Estados miembros deben alcanzar, para 2020, una cuota del 10 % de energía procedente de fuentes renovables en los combustibles usados para el transporte.

-La Comisión, en su Comunicación, de 6 de junio de 2012, titulada «**Energías renovables: principales protagonistas en el mercado europeo de la energía**»; con la idea de que, desde ahora y hacia el futuro las energías renovables resulten más eficientes y menos costosas. La idea, es llegar al 27% para todos los estados miembros de la UE.

Gráfico 2.2.2 Porcentaje de producción de energía renovable en la UE y en países miembros



Reproducción de Base de datos del Eurostat.

Tal y como podemos observar en el gráfico, España registra una tendencia creciente, pero con variaciones más acentuadas, posible respuesta ante normativas locales. Para ello, trataremos de introducir el mercado energético español para comprender su funcionamiento y establecer en qué medida Canarias queda recogida en base a los datos ya analizados.

Es decir, hacia donde se dirige Canarias en materia de energía renovables, su viabilidad y los sobrecostes del sistema energético actual. Sin embargo, comenzaremos por establecer la estructura del sistema energético español, en base a datos recogidos por Red Eléctrica, quienes plantean dos sistemas: sistema eléctrico peninsular y no peninsular; siendo el segundo de mayores costes.

Por lo tanto, realizaremos el análisis por partes, comenzando por el sistema peninsular. En España, en la línea de la demanda, nos encontramos con unos años de caída previo al repunte del último ejercicio. Además, variaciones en la presencia de energía renovable frente a las fuentes de energía tradicionales, con un destacado papel de la energía producida por ciclo combinado (que, en el caso de Canarias, utiliza fósiles para su producción).

Tal y como observamos en los siguientes gráficos, contruidos en base a datos ofrecidos por Red Eléctrica Española, la tendencia de demanda en España se mostraba negativa, siendo de especial incidencia la crisis económica que, durante el periodo analizado, azotaba con dureza a las empresas, instituciones y hogares españoles. De hecho, tal y como apunta Red Eléctrica Española en sus informes anuales, las variables temperatura y actividad económica son las que registran mayor incidencia sobre la demanda española, siendo estas factores fundamentales en el pico de consumo que se produce en verano.

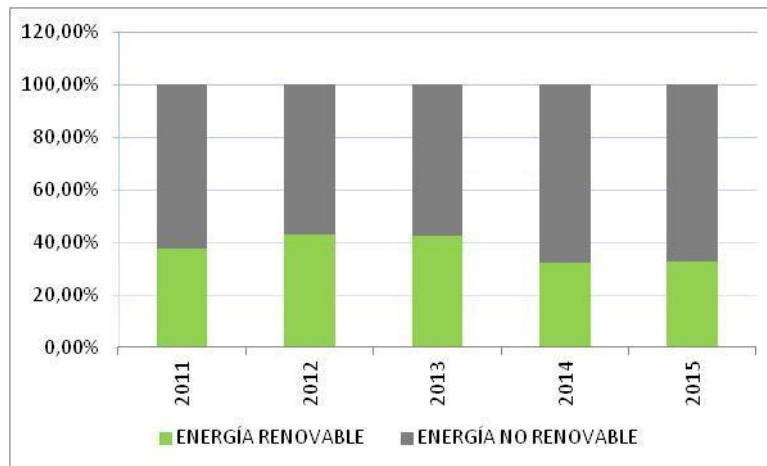
Gráfico 2.2.3 Evolución tendencia consumo España

	Gwh	Var. Anual
2011	255597	-1,9
2012	252014	-1,4
2013	246368	-2,2
2014	243544	-1,1
2015	248181	1,9

Fuente: Base a datos de Red Eléctrica Española (2015). Elaboración propia

Aunque lo realmente interesante para elaborar el estudio atiende al porcentaje, de dicha demanda, que es satisfecha por energías renovables. Teniendo en cuenta aspectos impositivos que, desde el Ministerio de Industria se han establecido (decretos-leyes 10/2010 y 1/20012, así como la aplicación del impuesto especial de electricidad 7% -no recuperable para las fuentes renovables, la aplicación de cuotas en la liquidación de la retribución), junto a la tendencia negativa del consumo, es de esperar que los porcentajes de participación de energía renovable disminuyeran durante el último lustro.

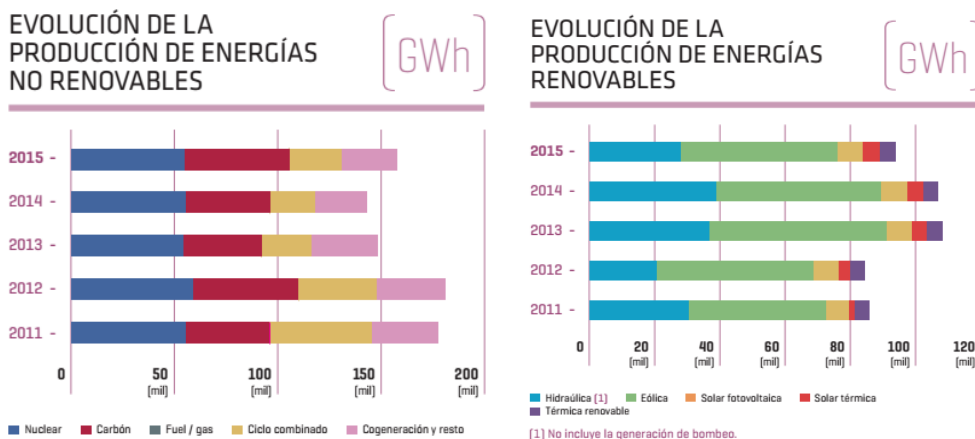
Gráfico 2.2.4 Evolución porcentaje de energía renovable en España



Fuente: Base de datos de Red Eléctrica España (2015). : Elaboración propia

En base a ello, mantendremos los datos observados con anterioridad, pero en comparativa con el gráfico 2.2.4, donde se recoge el porcentaje de participación de la energía renovable a nivel nacional. Esa contraposición deja en evidencia que la tendencia del consumo no guarda, necesariamente, una correlación positiva respecto a la participación de las energías renovables, de forma que el carácter negativo tendencial registrado hasta 2014, en parte, por la crisis económica no implica reducción de las energías renovables por ser “poco económicas”. Aún así, también debemos considerar aspectos tales como el volumen de agua embalsada y el nivel de vientos favorables. No tiene una tendencia clara al alza, va alternando incrementos porcentuales con disminuciones. Parece indicar, por lo tanto, que España se encuentra entre esos países que guardaban una tendencia creciente pero, deben replantear su modelo energético.

Gráfico 2.2.5 Evolución de producción de energía



Reproducción de Red Eléctrica de España, Avance anual 2015

De hecho, observando el gráfico anterior (2.2.5), recogido en el anuario de Red Eléctrica 2015, la estructura energética del sistema peninsular se compone de una mayoría de fuentes de energía no renovable, donde destacan la nuclear y el carbón, así como una minoría creciente por períodos de energía renovable, siendo la eólica la tercera fuente de energía del país.

El sistema extrapeninsular es, sin embargo, el que concentra nuestra atención. Atendiendo al mismo informe, se establece a Canarias como un sistema con sobrecoste, donde la insularidad actúa como un factor fundamental para que, finalmente, los costes asociados a la generación eléctrica en Canarias sean de una cuantía superior a la del sistema peninsular e, incluso, a la de Baleares. Del mismo modo, informes de la CNMC (adjuntos en el anexo bibliográfico), apuntan hacia el sistema energético de Canarias como la víctima de un posible sobrecoste tarifario sin argumentación.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CANARIAS

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CANARIAS

Como ya hemos indicado en el anterior punto, hablar del sistema eléctrico español es hacer referencia a tres subsistemas entre los que existen diferencias notables (obviando el caso de Ceuta y Melilla por su escasa relevancia con el análisis): el sistema peninsular, el sistema extrapeninsular balear y el sistema extrapeninsular canario. Así lo recoge Red Eléctrica Española en su propia web, donde exponen las características del sistema insular.

En primer lugar, la complejidad del sistema resulta mayor, entre otras causas, por la división del sistema eléctrico canario en seis subsistemas eléctricamente aislados y de pequeño tamaño, de forma que se renuncia a posibles reducciones de coste como las economías de escala. La excepción se encuentra para Fuerteventura y Lanzarote (también conexión entre sur de Tenerife y La Gomera, así como Gran Canaria-Fuerteventura-Lanzarote), que sí se encuentran conectadas entre sí y conforman un único subsistema. Por lo tanto, la primera singularidad del sistema hace referencia a la fragmentación del sistema eléctrico por la geografía de las islas. Del mismo modo, en el caso de exceso de demanda o problemas de producción, para el sistema peninsular es más fácil desplazar cargas a otra región cercana, hecho difícil para Canarias.

Gráfico 3.1.1 Red de transporte de Canarias



Reproducción de Red Eléctrica de España

Sin embargo, las singularidades van más allá, pues la producción eléctrica se centra en pocos centros de generación, con presencia, esencialmente, de combustibles fósiles. Se genera, por lo tanto, un alto grado de dependencia hacia esos centros de producción y combustibles derivados del petróleo. Para Mayo de 2016, por ejemplo, si observamos el balance energético de Canarias, podemos comprobar la característica antes enunciada.

Tal y como podemos observar en el siguiente conjunto de gráficos recogidos en el Boletín Mensual de Red Eléctrica, si bien la demanda de Canarias crece, el porcentaje de energía renovable se encuentra en un 12 %, lejos de la media española que comentamos en la contextualización inicial. De hecho, la generación neta de energía renovable, medida a través de la cobertura de demanda, es de un irrisorio 8,5 %.

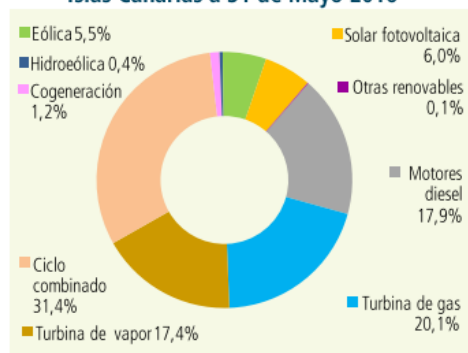
Gráfico 3.1.2 Balance energético de Canarias Mayo 2016

	Potencia ⁽²⁾		Mayo 2016		Acumulado anual		Año móvil ⁽³⁾	
	MW	MWh	%16/15	MWh	%16/15	MWh	%16/15	
Hidráulica	1	359	21,7	1.560	6,5	3.680	6,0	
Motores diesel	496	186.657	1,4	918.136	2,5	2.230.251	3,2	
Turbina de gas	557	15.004	-59,7	93.524	-34,2	282.205	-25,9	
Turbina de vapor	483	173.985	15,5	1.023.015	17,5	2.377.648	13,1	
Fuel + gas	1.536	375.646	1,0	2.034.675	6,6	4.890.105	5,3	
Ciclo combinado ⁽⁴⁾	864	272.328	4,3	1.217.657	-3,4	3.170.084	-2,7	
Hidroeléctrica	11	912	276,7	6.331	351,4	13.485	-	
Eólica	153	31.315	-21,9	151.300	-22,8	352.184	-13,7	
Solar fotovoltaica	166	27.019	-9,6	114.749	-1,5	273.018	-1,5	
Otras renovables ⁽⁵⁾	3	784	29,4	4.022	76,6	9.800	31,0	
Cogeneración	33	0	-	0	-	0	-	
Generación	-	708.364	0,6	3.530.294	1,2	8.712.356	1,3	
Demanda transporte (b.c.)	2.768	708.364	0,6	3.530.294	1,2	8.712.356	1,3	

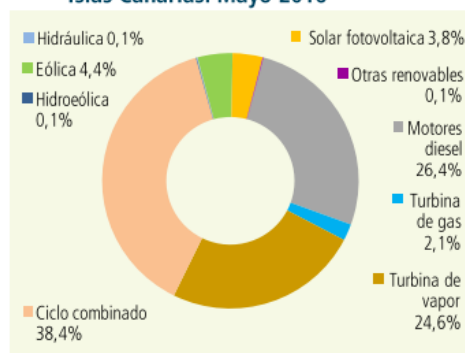
Reproducción de Boletín Mensual de Red Eléctrica (Mayo, 2016)

Gráfico 3.1.3 Estructura energética de Canarias, Mayo 2016

12.2 Estructura de potencia instalada Islas Canarias a 31 de Mayo 2016



12.3 Cobertura de la demanda. Islas Canarias. Mayo 2016



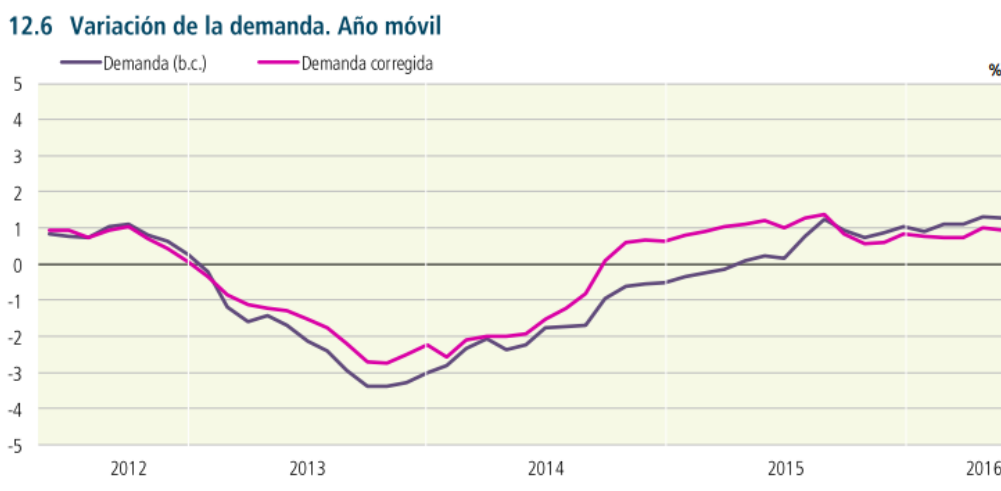
Reproducción de Boletín Mensual de Red Eléctrica (Mayo, 2016)

Del mismo modo, podemos observar que la generación eléctrica no renovable en Canarias se orienta, principalmente, hacia el ciclo combinado (en el que se emplean fósiles también para la

generación) y turbinas de vapor. Si añadimos, además, la lejanía del archipiélago respecto a centros de extracción, Canarias queda a merced de la producción de energía no renovable, así como la influencia del precio del petróleo y un monopolio de Unelco Endesa.

Además, se trata de una demanda estacional, con variaciones durante el año muy fuertes que, dadas las dificultades del sistema eléctrico, generan más coste para el conjunto. En base a datos de Red Eléctrica, el incremento en periodos de mayor turismo, la demanda aumenta en un 17 %. Tal y como podemos observar en el siguiente gráfico, Canarias guarda una similitud, en comportamiento, a los datos presentados originalmente, en donde hay recuperación de la demanda energética a partir de 2014, entre otros factores, por la “recuperación” económica y el incremento turístico (estallido de las primaveras árabes).

Gráfico 3.1.4 Demanda anual en Canarias variaciones



Reproducción de Boletín Mensual Mayo 2016, Red Eléctrica de España.

Aún así, los nuevos planes energéticos que se han establecido para Canarias se orientan a una integración de energías renovables para la reducción del consumo. Según apunta Red Eléctrica, el objetivo radica en realizar una serie de inversiones de más de 800 millones de euros para cambiar el modelo, orientándose hacia dos vías: mayor presencia de las renovables y mejora de la conexión entre islas.

Para el primero de los casos, se potenciará la generación de energía por parte de los parques eólicos, así como el transporte y otras inversiones en energías renovables, como, por ejemplo, la central hidráulica de Chira-Soria, en Gran Canaria, aunque ésta se orienta hacia estabilizar la generación eléctrica, más que hacia la simple producción. Se trata, por lo tanto, de un elemento de apoyo.

Del mismo modo, la situación de cambio en el modelo energético de Canarias (apoyada en el PECAN, que explicaremos en otros puntos del proyecto) se apoya también en el desarrollo del proyecto MAR (Mejora de Activos de Red), cuyos objetivos son:

- Adecuar las infraestructuras de Canarias a los estándares de calidad de la Península.
- Resolver las carencias de la red.
- Integrar los activos adquiridos en los sistemas de control de Red Eléctrica.

-Aplicar un plan de mantenimiento adaptado a las singularidades del sistema eléctrico (máquinas obsoletas en Canarias).

Para ello, la línea de trabajo a realizar por parte de la compañía consistirá, tal y como se recoge en Red Eléctrica Española:

-Realización de los trabajos de mantenimiento en tensión, ya que el sistema está saturado y no permite la desconexión de líneas.

-Revisión anual de termografías de todas las líneas (en la península se revisa un 25% cada año).

-Aplicación de materiales anticorrosivos en los proyectos.

-Incremento de inspecciones y termografías a pie en zonas de difícil acceso.

-Revisión semanal de las líneas eléctricas subterráneas.

-Apoyo permanente a la brigada de mantenimiento.

Sin embargo, la dependencia energética de Canarias hacia los combustibles fósiles, en lo que llegan estas innovaciones, resulta evidente, basándonos en los datos anteriormente recogidos sobre la demanda y generación real de energía. ¿Es eficiente el sistema? ¿Realmente existe dependencia del petróleo?

3.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA

Cuando hablamos de eficiencia energética, debemos entender que está relacionada con todo el ciclo energético, desde la producción hasta la distribución y el consumo de la energía. Engloba al uso de sistemas y diferentes estrategias cuya función es evitar las pérdidas en cada una de estas fases.

En este punto hablaremos de la eficiencia con respecto a la producción energética, por ello entendemos que la eficiencia energética es el cociente de la energía que se obtiene en una central y la energía que se consume para su funcionamiento.

Para el cálculo de este valor, existen varios métodos, desde realizar la media de las eficiencias ponderadas por las producciones anuales de cada central térmica, o calcular el consumo específico bruto, que es la relación entre el consumo de combustible multiplicado por su poder calorífico y la producción eléctrica en bornes de alternador, o por último calcular el rendimiento térmico que es la relación entre la producción eléctrica en bornes de alternador y el consumo térmico.

Cada central tiene su propio rendimiento térmico dependiendo del funcionamiento y de las características que posean, según datos encontrados en la página web de Abengoa, los rendimientos aproximados de algunas centrales de manera general serían los siguientes:

Tabla 3.2.1 Rendimiento aproximado centrales térmicas convencionales

TIPO DE CENTRAL	RENDIMIENTO APROXIMADO
CENTRAL TÉRMICA DE CARBÓN	0.30
CENTRAL NUCLEAR	0.33
CENTRAL DE CICLO COMBINADO	0.50
CENTRAL DE COGENERACIÓN	0.70

Fuente: Datos publicados en (www.abengoa.es). Elaboración propia

Con respecto a Canarias, según los datos aportados por el Anuario Energético de Canarias 2013, estos serían los rendimientos térmicos de las centrales ubicadas en cada isla y por tipo de tecnología:

Tabla 3.2.2 Rendimiento térmico centrales convencionales en Canarias

RENDIMIENTO TÉRMICO			
TECNOLOGÍA	2011	2012	2013

GRAN CANARIA			
Vapor	0.33	0.33	0.33
Diesel	0.43	0.43	0.43
Gas	0.19	0.20	0.22
Ciclo combinado	0.44	0.44	0.44
TENERIFE			
Vapor	0.33	0.33	0.33
Diesel	0.43	0.43	0.43
Gas	0.22	0.23	0.25
Ciclo combinado	0.41	0.43	0.44
LANZAROTE			
Diesel	0.41	0.41	0.41

Gas	0.16	0.17	0.18
FUERTEVENTURA			
Diesel	0.42	0.40	0.40
Gas	0.16	0.18	0.19
LA PALMA			
Diesel	0.38	0.39	0.39
Gas	0.28	0.20	0.21
LA GOMERA			
Diesel	0.38	0.39	0.39
EL HIERRO			
Diesel	0.35	0.36	0.35

Fuente: Anuario Energético de Canarias 2013. Elaboración propia

Se puede observar como los rendimientos térmicos de las distintas centrales existentes están aproximados a los valores estándar que se ven reflejados en la gráfica 3.2.1, siendo relevante destacar la transformación de los últimos años para las islas. Según datos publicados por el CATPE (Horizonte 2030), desde el año 2001 el aumento de la potencia instalada en las islas ha supuesto un incremento del 40% aproximado, y la mayor parte de estas instalaciones han sido centrales con tecnología de ciclo combinado, diseñadas para consumir gas natural cuando estuviera disponible en las islas, como se puede ver en el gráfico anterior, este tipo de centrales son las que poseen un rendimiento térmico mayor en comparación con las demás centrales instaladas, por lo tanto en relación al mix energético en Canarias se podría decir que se ha realizado un importante proceso de renovación.

También añadir como apunta la información proporcionada por el CATPE, que según la normativa de la Red Eléctrica de España (REE) como operador del sistema, el sistema de despacho de grupos de generación garantiza que se priorice a las tecnologías más eficientes en relación de eficiencia energética y con respecto a los costes de combustible.

Es por ello que este tipo de sistema de generación está diseñado para que se produzca un despacho eficiente, además el operador del sistema, en previsión de las diferentes circunstancias que se puedan producir, como variaciones bruscas de demanda, para garantizar la demanda necesita el despacho de grupos de arranque rápido y una respuesta dinámica, como pueden ser las turbinas de gas, pero debido a esto tienen un mayor coste y una menor eficiencia energética para el sistema.

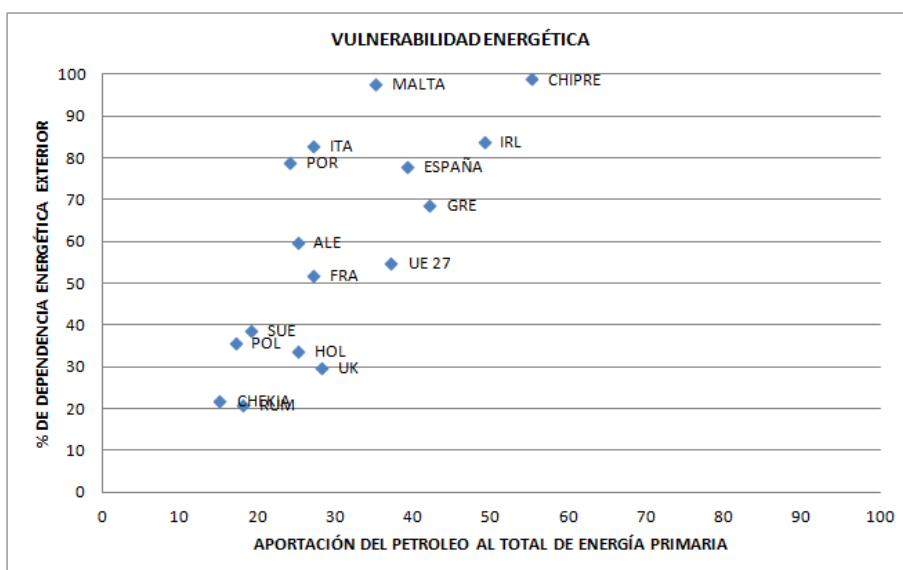
3.3 DEPENDENCIA DEL PETRÓLEO EN CANARIAS

Las políticas dictaminadas sobre energía tanto a nivel comunitario, estatal o autonómico en los últimos años han estado encaminadas hacia una utilización más eficiente de los recursos energéticos. En ellas se pretende fomentar la implantación y el uso de las energías renovables, disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, el consumo energético y la dependencia existente a los combustibles fósiles en la producción de energía.

Con respecto a Canarias, estas políticas han sido definidas en el Plan Energético de Canarias (PECAN), en el cual se detalla los diferentes pasos a seguir en materia energética para conseguir una mejora de nuestra eficiencia.

Según datos publicados por el CATPE, la dependencia de fuentes energéticas del exterior, en concreto del petróleo, en el año 2011 para Canarias era del 96.9%, una dependencia más elevada que la media nacional que está en torno al 76%, pero mucho mayor que si la comparamos con la media de la Unión europea que se encuentra en el 50%. En el siguiente gráfico se puede observar las situaciones de dependencia energética exterior de diferentes países de la Unión Europea.

Gráfica 3.3.1 Dependencia energética exterior en la Unión Europea



Fuente: Datos publicados en CATPE. Elaboración propia

La diferencia que existe entre el valor de Canarias comparado con el conjunto de España, es debido al mix energético que posee uno y otro. Mientras en la península cuentan con un mix energético de combustibles como el petróleo, gas natural o carbón, en Canarias nos encontramos con un mix energético totalmente dependiente del petróleo, esta situación de dependencia nos hace tener una posición mucho más vulnerable.

Tabla 3.3.2 Evolución de las entregas al sector eléctrico y de refino en canarias.

AÑO	GAS REFINERÍA	GASOIL	DIESEL OIL	FUEL OIL	TOTAL
2000	104,1	159,3	44,5	1473,6	1781,5
2001	94,2	186,6	30,9	1536,4	1848,1
2002	95,1	253,4	33,4	1602,8	1984,7
2003	87,7	412,8	21,9	1634,1	2156,5
2004	75,0	525,6	24,8	1684,4	2309,8
2005	56,8	657,5	28,8	1574,3	2317,4
2006	57,0	730,1	27,9	1540,9	2355,8
2007	60,5	761,9	27,8	1479,1	2329,0
2008	90,4	720,6	28,8	1492,3	2332,1
2009	84,9	652,3	26,5	1427,2	2190,9
2010	85,9	676,7	26,4	1343,3	2132,3
2011	50,1	764,0	27,0	1256,0	2097,2
2012	75,2	775,3	27,1	1248,1	2125,6
2013	47,2	772,5	26,6	1157,6	2003,8

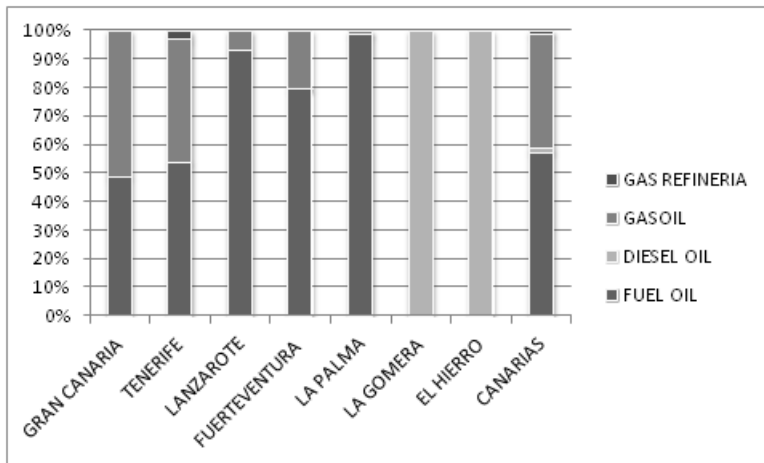
(Unidades miles de toneladas métricas)

Fuente: Anuario Energético de Canarias 2013. Elaboración propia

Con respecto a Canarias, en relación a las entregas de los productos derivados del petróleo a las instalaciones productoras de electricidad, según datos publicados por el Anuario Energético de Canarias de 2013, fueron un total de 2.003,8 miles de toneladas, un 5.7% menos que el año anterior. Estas entregas habían mantenido un crecimiento continuado desde el año 2000 hasta el 2006, en el 2007 fue el año en el cual estas entregas comienzan a descender hasta un -2.3% continuando su disminución exceptuando el año 2012 en el cual se produce un aumento de estas entregas.

Debido a los diferentes tipos de instalaciones eléctricas que existen en cada una de las islas, la demanda de combustibles varían, en el siguiente gráfico se observa el combustible destinado a la producción eléctrica en cada una de las islas.

Gráfica 3.3.3 Combustible utilizado por isla en la producción energética



Fuente: Anuario Energético de Canarias 2013. Elaboración propia

En cuanto a Gran Canaria y Tenerife, las islas de mayor producción eléctrica, los porcentajes varían, en el caso de Gran Canaria el combustible mayoritario en la producción eléctrica sería el gasoil, con respecto a Tenerife en su caso sería el fuel oil, además sería la única isla que utilizaría el gas de refinería como combustible hasta el año 2014, momento en el cual COTESA quedó fuera de operación.

Resaltar el caso de La Gomera y el Hierro, debido a que las centrales convencionales instaladas en cada una de las islas funcionan exclusivamente con motores diesel, el 100% de su combustible es diesel oil como se puede ver en la gráfica anterior.

3.4 ANÁLISIS DE COSTES DEL MODELO ACTUAL

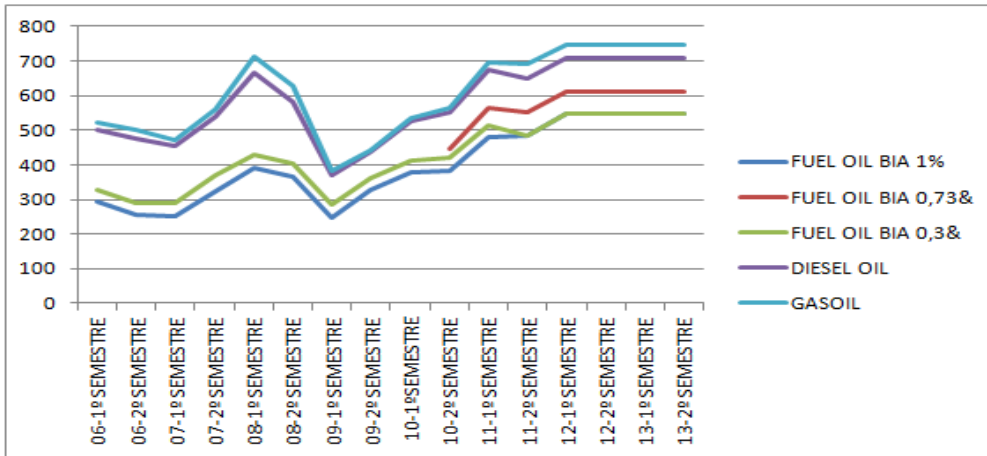
Dada la variedad de generación anteriormente planteada, vamos a focalizar en qué sucedería si nos centramos en la valoración del coste energético, basándonos en aquellos elementos que son energía no renovable. Vamos a proceder, por lo tanto, a desglosar, aproximadamente, el coste de la producción eléctrica de Canarias.

Para ello, el planteamiento tendrá dos orientaciones: sentido común y apoyo en base a un estudio realizado por la consultora canaria Ecoluz, que establece los parámetros fundamentales que suponen costes para el sistema eléctrico de Canarias. En base al primero de los mismos, consideramos que si se trata de un sistema que se apoya en elementos fósiles, una posible justificación parte de un hipotético incremento del coste.

-Costes directamente relacionados con el coste de la materia prima: el petróleo

Con respecto al coste de la producción eléctrica, esta dependerá en parte del coste de los diferentes combustibles destinados a la producción, debido a la dependencia anteriormente explicada. A continuación se muestra una gráfica en la que se observa la evolución de los precios de los combustibles utilizados en las diferentes centrales ubicadas en Canarias.

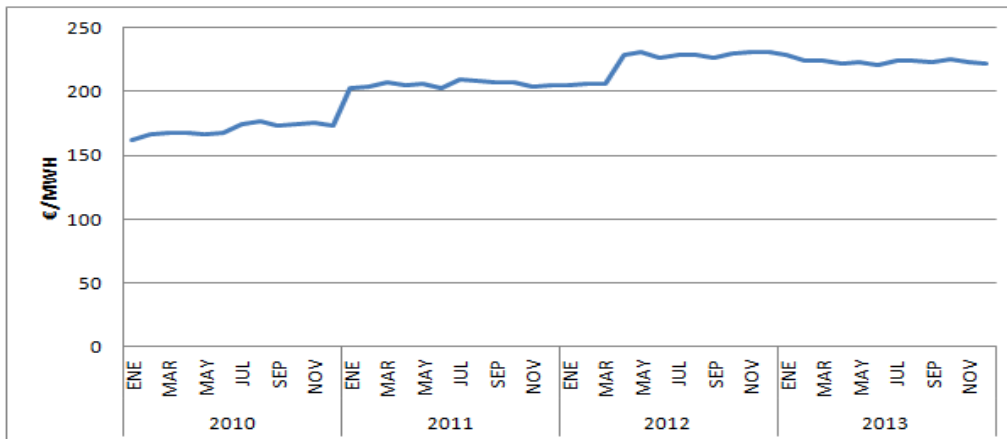
Gráfica 3.4.1 Evolución precios del petróleo



Fuente: Anuario Energético de Canarias 2013. Elaboración propia

A partir del año 2007 se puede observar cómo se produce una caída del precio de los mismos, este descenso en los precios corresponde con el comienzo de la crisis económica y la fuerte contracción de la demanda, además de una serie de factores que conllevaron esta caída de los precios

Gráfica 3.4.2 Evolución del precio mensual de la generación eléctrica en Canarias

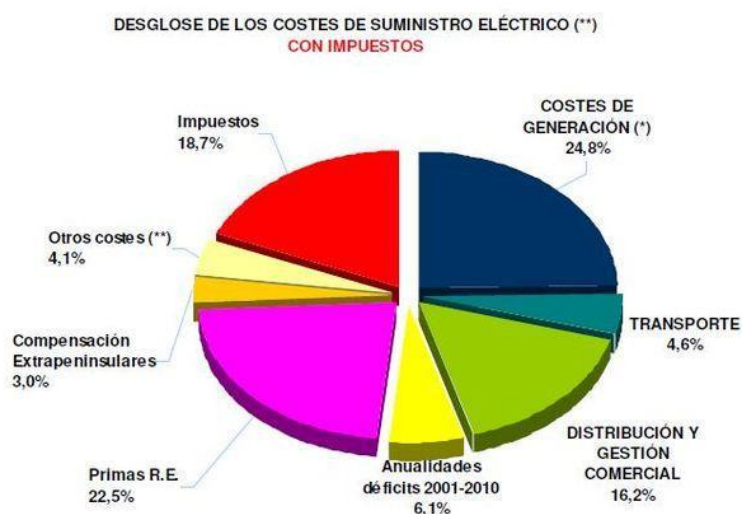


Fuente: Anuario Energético de Canarias 2013. Elaboración propia

La gráfica anterior corresponde a la evolución del precio medio mensual de la generación eléctrica en Canarias desde el año 2010, si se comparan ambas gráficas, se observa como existe una similitud entre la subida de precios de los combustibles destinados a la producción eléctrica y el aumento del precio mensual de la generación. Aunque no existe un grado de correlación suficiente como para establecerlo como causa directa y única.

En esa línea, se nos plantean tres vías más que pueden ocasionar un incremento significativo de los costes. Varios elementos se deben incluir como generadores de costes para Canarias, yendo desde el transporte, la distribución, la emisión de gases CO₂ o la carga impositiva. Acudimos, por lo tanto, al estudio realizado por la consultoría Ecoluz.

Gráfico 3.4.3 Desglose coste suministro eléctrico



Reproducción de EcoLuz, 2016

En base a él, podemos comprobar que el 55 % del coste de generación eléctrica en Canarias corresponde a cargas impositivas, no sólo a la generación del sistema o la labor empleada por Unelco Endesa (que, evidentemente influye en un 16,2 % y en ese porcentaje se muestran los datos de Minetur, en los que se establecía un sobrecoste energético).

Sin embargo, van más allá y cifran, para 2015, los datos de cada uno de los apartados. En el caso de Transporte, Distribución y Comercialización, Canarias abona 60.000 millones de euros anuales; mientras que la cuantía para “compensar la generación extrapeninsular” sólo ronda los 6.100 millones de euros.

Los costes, por otro lado, derivados de los organismos necesarios para el funcionamiento del sistema, como CNE O REE, corresponde a 500 millones de euros. Aparecen, en este caso, dos elementos que destacan:

El Plan IDAE se sitúa en 15.000 millones de euros, orientándose con anterioridad básicamente hacia las placas fotovoltaicas.

El Plan de Subvención al Carbón. En ese sentido, Canarias aporta 2000 millones de euros, aún sin tener carbón en las islas para su uso.

El Plan de Energía Nuclear. Canarias gasta 4.440 millones de euros, sin contener centros de energía nuclear en activo en las islas.

El Plan de Compensación en Costes de Liberación del Sistema eléctrico. Canarias aporta 7.000 millones de euros.

Finalmente, y con mayor énfasis, el coste derivado del déficit de tarifa producido en años anteriores: 5.000 millones de euros. Es decir, en base a la mala regulación estatal, Canarias debe abonar casi la misma cuantía que se destina a la compensación de su situación

extrapeninsular. Incluso, hay que sumar elementos como el impuesto planteado sobre el propio impuesto original de la luz: el IVA o IGIC.

Se trata, por lo tanto, de un sistema de generación eléctrica que, más allá de nacionalismos, aporta en datos la no viabilidad para Canarias y necesidad de replantear el modelo por los costes asociados al mismo.

Del mismo modo, no se ha establecido, por escasez de datos para ello, una valoración numérica del coste del impacto en responsabilidad social del sistema eléctrico en Canarias, incluyendo en este aspecto los daños al medioambiente (tanto por los transportes entre Fuerteventura y Lanzarote, como las emisiones de CO₂). Las emisiones, en base a datos del Anuario energético de Canarias para 2014, han aumentado para los combustibles fósiles.

4 PLANTEAMIENTO DE UN NUEVO MODELO ENERGÉTICO

4.1 ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica es una de las fuentes de energía renovables más importantes que hay, se ha calculado que el potencial que posee daría para cubrir una demanda de unas 20 veces el consumo mundial de energía. La potencia mundial instalada a final de 2014 era de unos 370 GW, produciendo un 5% del consumo mundial de electricidad.

A la hora de hablar de las Islas Canarias, primero hay que destacar las condiciones que existen en las islas para la producción de este tipo de energía. Canarias se encuentra dominada por los vientos alisios procedentes del anticiclón de las Azores, la característica de los alisios son sus vientos constantes y una velocidad media que se sitúa entre los 20 y 22km/h, en los meses de verano poseen una continuidad superiores al 85% y en invierno bajan hasta el 50%. Otra característica que juega un papel importante a la hora de la producción eólica es la aceleración que se producen en las brisas marinas al llegar a la costa debido a la orografía existente, esta aceleración hace que los potenciales eólicos sean aún mayores para la producción energética.

En los últimos años la energía eólica ha soportado un crecimiento notable, pasando de aerogeneradores con una potencia nominal de 50kW, hasta los actuales de más de 2000kW. La inversión necesaria en este tipo de instalaciones depende de una serie de factores, desde la potencia nominal del aerogenerador elegido, de la ubicación de la instalación, accesibilidad y donde se encuentre el punto de conexión a la red.

El coste unitario del kW dentro de las diferentes potencias nominales existentes en el mercado, es menor en torno a los aerogeneradores de potencia de 900kW, en Canarias las instalaciones que en mayoritarias que se encuentra son los de potencia inferior a 700kW, aunque con el desarrollo de nuevas tecnologías se espera que el coste unitario de aerogeneradores de mayor potencia disminuya y se proceda a la futura instalación en Canarias en los próximos años. Con respecto a cada isla, las potencias instaladas en cada una de ellas es la siguiente.

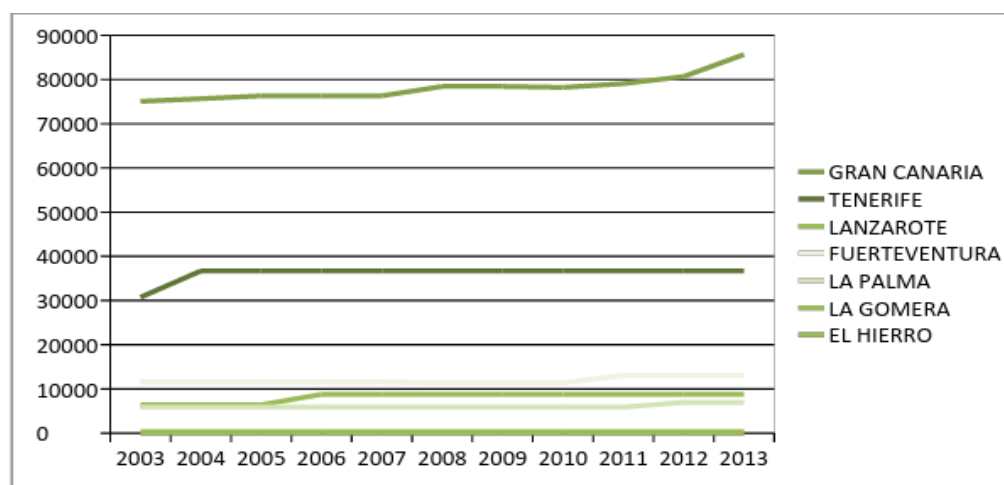
Tabla 4.1.1 Distribución de las potencias unitarias instaladas

ISLAS	P≤300	300<P≤660	660<P≤1000	P>1000
GRAN CANARIA	125	75	5	1
TENERIFE	62	23	7	0
LANZAROTE	5	0	9	0
FUERTEVENTURA	50	0	2	0
LA PALMA	0	5	5	0
LA GOMERA	2	0	0	0
EL HIERRO	1	0	0	0
TOTAL	245	103	28	1

Fuente: Anuario Energético de Canarias 2013. Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, la potencia mayoritaria instaladas en las islas son de aerogeneradores de potencia menor a 300kW, se puede establecer una aproximación de 1000€ por kW eólico instalado y con un coste de generación de 0.035€/kWh en 2013 según datos publicados en la revisión del Plan Energético de Canarias. La instalación de aerogeneradores de mayor potencia puede estar ralentizada todavía por unos altos costes técnicos y la limitación que existe de instalaciones de alta envergadura próximas a aeropuertos.

Gráfico 4.1.2 Potencia eólica instalada por islas

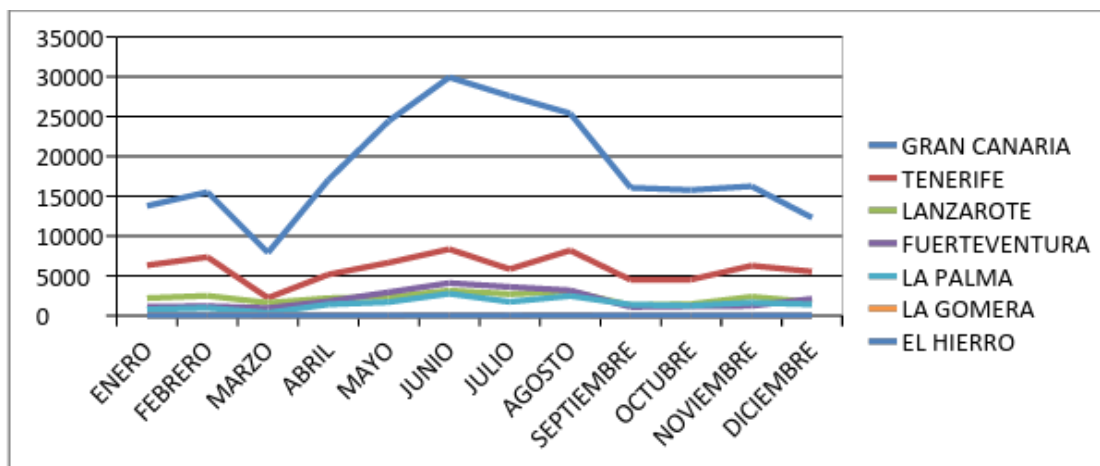


Fuente: Anuario Energético de Canarias 2013. Elaboración propia

Según datos publicados en el Anuario Energético de Canarias, la potencia instalada en Canarias a finales de 2013 fue de 151.620 kW, con un incremento del 3.4% con respecto al año 2012. Este incremento se debe a la instalación en Gran Canaria del parque eólico de Investigación, Desarrollo e innovación “Plataforma de Ensayo Muelle de Arinaga”. Observando la gráfica anterior, la mayor potencia instalada se encuentra en Gran Canaria con un 56.5%, seguido de Tenerife 24.2% y Fuerteventura con un 8.6%, las islas menores tienen una potencia instalada más pequeña debido a las dimensiones que poseen sus parques eólicos. La producción eólica mensual en el año 2013, pone de manifiesto que la mayor parte de la producción eólica se realizó en el segundo y tercer trimestre del año con un 61.4% del total, esto se debe como se comentó anteriormente a las características de los vientos alisios que son más constantes en los

meses de verano. Esta variedad de la producción eólica muestra la marcada variabilidad del régimen de vientos en los índices de producción.

Gráfica 4.1.3 Producción mensual de energía eléctrica de origen eólico en 2013



Fuente: Anuario Energético de Canarias 2013. Elaboración propia

Existen varios mecanismos que favorecerían la penetración de la energía eólica, como la instalación de volantes de inercia o sistemas de acumulación potencial mediante centrales hidroeléctricas reversibles, también existía la posibilidad de la instalación de sistemas electrónicos para la acumulación energética, como baterías de alta capacidad, aunque esta última se haya podido quedado desactualizada debido a las constantes mejoras tecnológicas. Con estas opciones lo que se pretende es disminuir las fluctuaciones de esta energía sobre las operaciones de la red eléctrica.

En relación a la generación en los sistemas eléctricos de Canarias, el coste variable medio ha superado los 100€/MWh, según información publicada en Red Eléctrica de España, llegando hasta los 128.4€/MWh en 2009. Con respecto al coste medio de generación, basándonos en datos publicados por la Comisión Nacional de la Energía, en el año 2010 el coste de la producción eólica fue de 77.9€/MWh.

Si comparamos la relación entre la producción total de la energía eólica del año 2010 y el coste de la misma, el resultado hubiera sido unos costes superiores a los 25 millones de Euros, sin embargo si el total de esta misma producción se hubiera realizado con la utilización de combustibles fósiles, este coste se eleva por encima de los 40 millones de Euros, unos 15 millones de Euros de más.

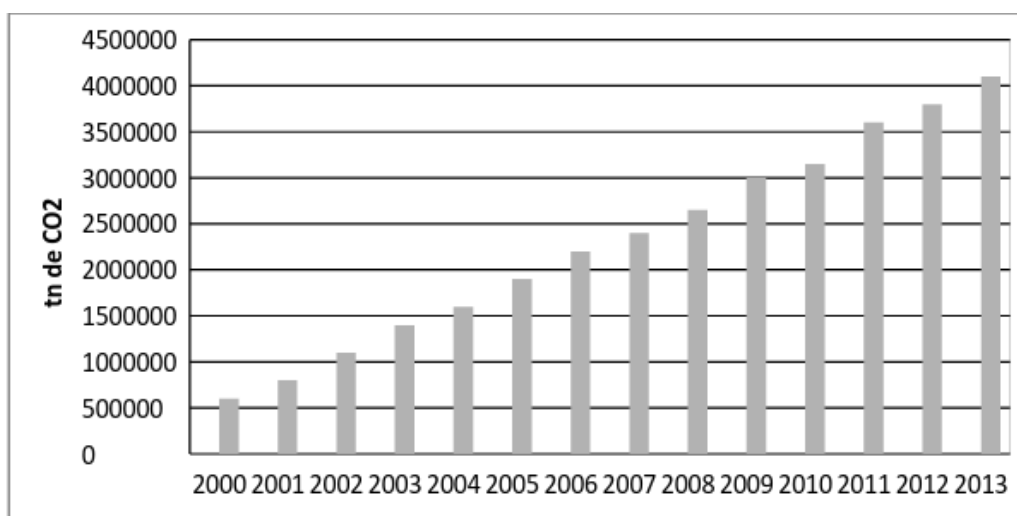
Hay que tener en cuenta que debido a las mejoras continuas que se realizan en la tecnología eólica y en su mayor eficiencia, el coste de generación cada vez será menor, por lo tanto el ahorro cada vez será aún mayor. A esto hay que sumar como se ha comentado en este trabajo, la dependencia energética que existe en Canarias sobre los derivados del petróleo, pues bien,

en el año 2012 gracias a la producción de energía eólica, se ahorró la importación de más de 31.000 toneladas de petróleo.

Con respecto al medio ambiente y a los compromisos existentes a la hora de disminuir la producción de gases de efecto invernadero como el CO_2 , hay q tener en cuenta que a la hora de hablar de producción eléctrica a través de derivados del petróleo, estos tienen unos costes externos, como los gases resultantes, no incluidos en los costes de producción. Una vez que los parques eólicos están instalados y en funcionamiento, las emisiones de CO_2 son inexistentes en la energía eólica. Como se observa en el siguiente gráfico, gracias a la energía eólica se evitó la emisión de más de 400.000 toneladas de CO_2 .

A la hora de hablar del impacto socioeconómico o medioambiental, con respecto al primero destacar que este impacto es muy positivo, debido a que se generan puestos de trabajo tanto directos e indirectos con un alto nivel de cualificación. Con respecto al impacto medioambiental en comparación con otras energías renovables como puede ser la fotovoltaica, el espacio que ocupa la energía eólica es mínimo, calculándose que ocupa solo el 1% del área, debido a esto una vez finalizada la instalación se puede seguir utilizando el terreno sobrante para realizar labores de agricultura, ganadería o mantener el terreno como hábitat natural.

Gráfico 4.1.4 Emisiones de CO_2 evitadas con la energía eólica



Elaboración propia

Otra característica atribuible al impacto medioambiental dependerá de la ubicación de la instalación y de la proximidad a núcleos poblacionales. Con respecto al impacto que se podría producir sobre la fauna, la realidad muestra que el impacto que se podría producir sobre las aves es mínimo, debido a que estas aprenden a evitar los obstáculos existentes en su territorio.

4.2 ENERGÍA DE ORIGEN DE BIOMASA

En Canarias la producción de energía mediante este proceso se realiza en principio en dos islas, en Tenerife, que desde el año 2008 cuenta con una planta de biogás de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos, en el Complejo Ambiental de Arico, y en Lanzarote desde el 2013 con la planta de biometanización de Zonzamas, en el Complejo Ambiental de Zonzomas.

Con respecto a la producción del Complejo Ambiental de Arico, dicha instalación cuenta con una potencia instalada de 1.6MW y durante el año 2013 suministró a la red 7.764 MWh, realizando un incremento con respecto al año anterior del 1.4%. Con esta producción, la planta ha evitado el utilizamiento de más de 2.700 Tn de combustibles fósiles.

En la instalación de Lanzarote por su parte, el Complejo Ambiental de Zonzomas cuenta con dos motores de 1,048Mw cada uno, y en el año 2013 vertió a la red 623 MWh. En este caso con la energía generada se calcula que el ahorro mensual sería aproximadamente de unos 5000 litros de gasoil. La producción eléctrica total en 2013 mediante el uso de esta tecnología en Canarias fue de 8.387MWh, lo que supone un incremento del 9.6% con respecto al año anterior.

Gráfica 4.2.1 Evolución anual de potencia y producción de la energía de origen biomasa

	POTENCIA (MW)	PRODUCCIÓN (MWH)	Δ PRODUCCIÓN (%)	FACTOR DE CAPACIDAD (%)	CO2 EVITADO (T)
TENERIFE					
2008	1,6	3.389	-	24,2%	2664
2009	1,6	7.037	107,6%	50,2%	5.531
2010	1,6	8.411	19,5%	60,0%	6.661
2011	1,6	8.812	4,8%	62,9%	6.926
2012	1,6	7.654	-13,1%	54,6%	6.016
2013	1,6	7.764	1,4%	55,4%	6.103
LANZAROTE					
2013	2,1	623	-	3,4%	490

Fuente: Red eléctrica de España. Elaboración propia.

4.3 ENERGÍA DE ORIGEN MINIHIDRÁULICO.

Debido a las características de las Islas Canarias, los recursos hidrológicos son limitados, por lo tanto este tipo de producción eléctrica se concentra sólo en las islas de La Palma y Tenerife que, por sus condiciones geográficas, registran saltos de agua. En el primer caso, la central de La Palma (El Electrón) tiene una potencia instalada de 800 kW, pero permanece cerrada. En Tenerife, hay operativas dos centrales (Vergara-La Guancha y Altos de Icod-El Reventón), Con respecto a la isla de La Palma, se encuentra la primera central minihidráulica de Canarias, la de central de El Electrón, con una potencia instalada de 800kW, pero que se encuentra cerrada desde 2004. En Tenerife se encuentran las instalaciones de Vergara-La Guancha con una potencia instalada de 463kW, y la instalación de Altos de Icod- El Reventón que dispone de 757kW.

4.4 LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN CANARIAS

La energía solar es propuesta como una de las alternativas más fiables por la simplicidad de su aprovechamiento y el carácter potencial que tiene en algunas zonas del mundo. Canarias, en ese sentido, es la región de Europa con más horas de sol aprovechables para ser empleadas como fuente de energía.

Atendiendo a ese caso, tiene un carácter tendencial a lo largo del año, pues la incidencia solar varía. Aplicando datos del Atlas de Radiación Solar en España (SAF de Clima de EUEMETSAT,

podemos observar que existen notables diferencias entre julio y diciembre, siendo el primer mes en el que se registran más horas de irradiación.

Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, puede transformarse en otras formas de energía como energía térmica o energía eléctrica, o bien mediante colectores solares (energía térmica) o bien mediante paneles fotovoltaicos. La energía solar tiene un peso considerable dentro de la producción energética renovable, ya que, junto a la eólica, producen el 87,22% de la energía renovable en Canarias (Anuario Energético de Canarias. Este tipo de energía desarrolla una doble función. Por un lado, aplicaciones en poblaciones aisladas y alejadas de las redes de distribución de electricidad y, en segundo lugar, instalaciones conectadas a la red con la finalidad de vender la electricidad generada.

La potencia fotovoltaica total instalada en Canarias, en base a datos del Anuario Energético de Canarias 2014, fue de 180.186 kWp para 2014, siendo el 99,7% (179.584 kWp) a las instalaciones conectadas a la red y el 0,3 % restante a aisladas. Por lo tanto, la gran mayoría se emplea con intención comercial. La situación temporal de la energía solar en Canarias registra, sin embargo, un descenso respecto a los períodos anteriores (únicamente, se incrementó en un 09,1 % en Gran Canaria, Tenerife y Fuerteventura).

4.5 ALTERNATIVA INSTITUCIONAL: EL FRACASO DEL PECAN

La política se conforma como uno de los instrumentos para el control de las variaciones energéticas. En el ámbito de esta Comunidad Autónoma, la actual política energética viene recogida en el Plan Energético de Canarias 2006 (PECAN 2006), - aprobado por el Parlamento de Canarias, en sesiones del 28 y 29 de marzo del 2007- siendo éste el documento básico orientativo de las actividades a desarrollar en el sector de la energía, tanto a nivel del Gobierno, como de las empresas que intervienen en el suministro energético o de los usuarios de la energía. Sin embargo, los principales aspectos que trata y objetivos, se han quedado en el camino. A continuación los enumeramos.

El PECAN 2006 define la política energética resumiéndola en:

1. Garantizar el suministro de energía a todos los consumidores en condiciones óptimas en cuanto a regularidad, calidad y precio. En ese sentido, de momento, Canarias tiene unos costes de generación muy elevados.
2. Potenciar al máximo el uso racional de la energía.
3. Impulsar la máxima utilización posible de fuentes de energía renovables, especialmente eólica y solar, como medio para reducir la vulnerabilidad exterior y mejorar la protección del medio ambiente.
4. Integrar la dimensión ambiental en todas las decisiones energéticas. En base a estos principios, el PECAN 2006 recoge distintas previsiones sobre el comportamiento futuro de la demanda y los recursos necesarios para satisfacerla, a efectos de garantizar el suministro, sin olvidar los criterios de protección ambiental.

Del mismo modo, trata de potenciar la presencia de energías renovables a través de esta planificación, basándose en los siguientes objetivos:

- Reducir la dependencia del petróleo desde el 99,4% en 2005 hasta un 72% en 2015;
 - Alcanzar el 8% de autoabastecimiento de energía primaria en Canarias en 2015, frente al 0,6% en 2005.
- Este objetivo, se encuentra lejos de los valores expresados en el proyecto.

- Introducir el gas natural en el mix energético canario, con un porcentaje de participación en el balance de energía primaria del 20% en 2015. En vías de desarrollo, con la puesta en marcha de dos centrales en Gran Canaria.
- Alcanzar un 30% de la generación eléctrica mediante fuentes de energía renovables, frente al 3,9% al inicio del periodo de planificación.
- Alcanzar una potencia eólica instalada de 1.025 MW en el horizonte del año 2015, lo que significaría multiplicar por más de 7 la potencia instalada a 31 de diciembre de 2004, que ascendía solamente a 136, 39 MW.
- Alcanzar una superficie instalada de 460.000 m² , frente a los escasos 58.000 m² instalados de paneles solares térmicos en 2004.
- Alcanzar una potencia fotovoltaica instalada de 160 MW en el horizonte del año 2015, frente a la instalada a finales de 2004, situada en menos de 1 MW. ·

Y por último, fomentar el aprovechamiento de otras fuentes renovables, distintas de las tradicionales (eólica y solar), como la minihidráulica, solar termoeléctrica, energía de las olas y biocombustibles. Con relación al uso racional de la energía (URE) el PECAN 2006 contempla un objetivo muy ambicioso de reducción en un 25%, en el año 2015, del índice de intensidad energética (ratio entre energía y PIB), respecto al valor del año 2004. Finalmente, la diversificación energética de Canarias y el esfuerzo para reducir las emisiones de CO₂ pasa por la introducción del gas natural. Los desarrollos de la red de transporte previstos en el PECAN 2006 consisten básicamente en la instalación de una planta de regasificación en Gran Canaria y otra en Tenerife.

Sin embargo, la consecución de esos objetivos que hemos recogido de la Revisión del PECAN 2006, poseen resultados muy pobres, alejados de valores deseados u óptimos. Es por ello que nos planteamos si basta con considerar acciones a realizar. Es decir, con establecer qué hay que hacer en materia energética, no se reducen emisiones, ni se garantiza costes más adecuados; ello se realiza con alternativas viables en marcha.

5 PROPUESTAS DE MIX ENERGÉTICO Y VARIACIONES PARA LOGRAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

A la hora de elaborar las propuestas finales para modificar el sistema eléctrico actual, hemos recurrido, como ya hemos indicado, a varios ejemplos que recogen diferentes medidas (institucionales o no) a adoptar para las islas, tales como el PECAN, el Plan de Revolución Energética de Canarias (elaborado por Greenpeace, Noviembre de 2015).

En primer lugar, debemos recordar que los tres parten de hipotéticos escenarios en el futuro, los cuales adoptamos para plantear las modificaciones a realizar sobre el sistema. En él, consideramos una reducción de la demanda (planteamiento de políticas de eficiencia), crecimiento poblacional del 4,8 % (ISTAC, 2015), continuar con el incremento turístico registrado hasta el momento, incremento del valor de los combustibles fósiles (petróleo situado en 126 \$ el barril para 2050) y elevado coste de emisiones de CO₂. En general, tal y como hemos observado en los apartados anteriores (como podemos observar en la siguiente gráfica, cuyos datos pertenecen al informe de Greenpeace) costes de energías no renovables en incremento frente a los costes más sostenibles de las energías renovables (manteniendo las propuestas luego desarrolladas).

En segundo lugar, debemos recordar singularidades que destacan el potencial energético de autoconsumo para Canarias, así como aquellas limitaciones: clima idóneo, alto grado de transporte, la percepción del combustible como barato, producción de agua potable, terciarización económica, consumo inferior a la media nacional y alta dependencia energética (como ya hemos explicado en el proyecto, esto implica para Canarias un coste de 237 €/MWh, siendo entre los más elevados de Europa, para 2015, según el Informe de Greenpeace, Nov).

En base a todo esto, así como los bloques anteriores, plantearemos la elección de dos grandes vías de actuación, partiendo de una modificación del transporte energético (necesario al variar el mix energético) y nuevos hábitos energéticos.

Por ello, planteamos una fuerte interconexión entre las islas, denominada Grid+, con el objetivo de aprovechar el potencial de cada una de ellas en aquella fuente de energía renovable que sea más eficiente y aprovechable. Por ejemplo, por sus características climáticas, la energía eólica sería excedente en Fuerteventura, aprovechándose esto para el resto de islas que conforman el archipiélago o, incluso, dentro de la misma provincia.

Esa situación, permitiría, tal y como recoge el informe, un ahorro de 3 céntimos de € por kWh, frente a las dos alternativas que actualmente se plantean: interconexiones insulares entre algunas islas y gestión de la demanda centralizada.

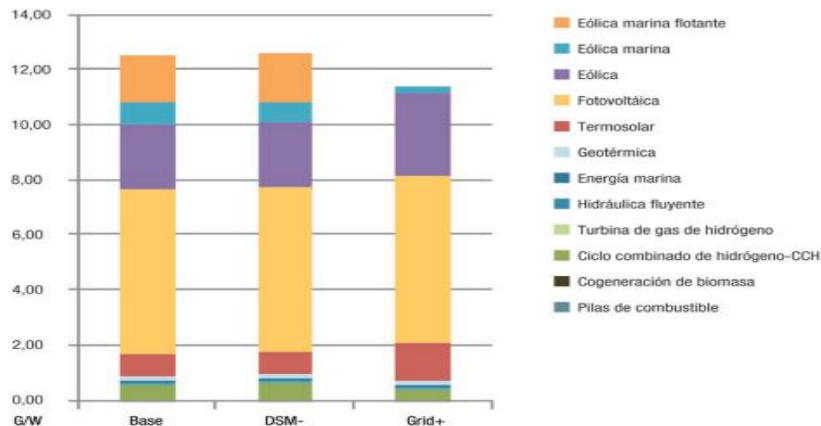
Como ya hemos indicado, esa modificación del transporte debe orientarse hacia la selección de un MIX. En ese sentido, nuestra elección se orienta hacia la complementariedad entre las islas y la capacidad de conectarlas a través de la conexión Grid+. Para ello, presentamos, en un primer lugar, el porcentaje en tabla de energía renovable que se produciría, así como el tipo de cada una con el modelo Grid+.

Tabla 5.1 Energías renovables en Canarias 2050

En MW		2012	2020	2030	2040	2050
Hidráulica	REF	0,5	1,2	1,4	1,7	2,0
	E[R]	0,5	1,2	1,7	2,3	3,5
Biomasa	REF	3,8	2,5	2,6	2,7	2,8
	E[R]	3,8	4,4	12	24	30
Eólica	REF	154	327	680	1.009	1.570
	E[R]	154	392	1.264	2.379	4.824
Geotérmica	REF	0	0	0	0	0
	E[R]	0	0	31	124	200
Fotovoltaica	REF	177	267	430	669	1.184
	E[R]	177	515	1.434	2.834	6.050
Termosolar	REF	0	0	0	0	0
	E[R]	0	12	280	603	775
Energía marina	REF	0	0	0	0	0
	E[R]	0	0	11	39	62
Total	REF	335	597	1.114	1.682	2.759
	E[R]	335	925	3.034	6.007	11.944

Reproducción de La Revolución Energética, Greenpeace (Nov 2015)

Gráfico 5.2 Mix energético 2050



Reproducción de La Revolución Energética, Greenpeace (Nov 2015)

Resulta fundamental, por lo tanto, para el nuevo modelo energético, identificar aquellos elementos potenciales para cada isla, donde destaca la potencia fotovoltaica de Gran Canaria, así como el potencial eólico de Fuerteventura. El resto de islas, tendrían su potencial adecuado a sus características, pero se aprovecharía, sobre todo, el transporte que permitirían las conexiones anteriormente explicadas.

Del mismo, se emplearía la energía geotérmica, que actualmente sólo genera 90 MW, para el suministro de calor en las islas, llegando a generar casi 2000 MW gracias a la utilización de bombas de calor y modernización de instalaciones familiares.

En líneas generales, el mix planteado corresponde a un aprovechamiento particular de las condiciones de cada isla, permitiendo transportar entre las mismas con el fin de generar el total autoabastecimiento energético renovable. Sin embargo, este ideal debe traer consigo un conjunto de actuaciones sociales y políticas que enumeraremos a continuación:

-Modificaciones no estructurales sobre edificios públicos. Es decir, el planteamiento que intentamos definir conlleva la puesta inmediata en marcha de la adaptación de edificios públicos y privados (entiéndase hoteles, colegios, administraciones públicas) a la directiva 2010/31/UE, siendo definidos de consumo casi nulo; así como implantar bombas de calor y sistemas de aprovechamiento de energía solar con fin térmico

-Modificaciones no estructurales sobre edificios residenciales. Probablemente, sea el aspecto más difícil de modificar, pues conlleva la renovación de electrodomésticos e instalaciones por parte de las familias hacia los de nueva generación, cuyo consumo es inferior. Sin embargo, la obsolescencia programada de muchos de esos artículos, permiten su inclusión en un margen de plazo no muy largo. Del mismo modo, resulta fundamental modificar hábitos sociales de consumo y rehabilitar edificios con el fin de aprovechar condiciones solares favorables e instalaciones fotovoltaicas por edificio.

-Modificaciones en industrias. La tipología de la industria canaria, permite modificaciones simples, pero muy productivas a nivel energético. En primer lugar, desarrollar medidas eficientes de aprovechamiento de energías renovables dentro de las industrias, así como creación de hábitos energéticos y realización de auditorías por parte de las instituciones públicas. Ello

permite que, aquellas compañías que no cumplan con unos estándares de utilización energética, sean sancionadas y, por lo tanto, se oriente el aprovechamiento energético hacia las renovables.

-Modificaciones sociales en el transporte. Por las condiciones de las islas y su orografía, el transporte es uno de los sectores de mayor consumo energético. Por ello, además de planteamiento Grid+ para el transporte interinsular, se debe potenciar la utilización del transporte público con precios más asequibles, así como incentivar la utilización de vehículos eléctricos (subvenciones a empresas que mantengan su flota 100% eléctrica) e implantar modelos energéticos renovables en las instalaciones de transporte público (placas solares en Dársenas).

-Planificación energética estratégica por parte del Gobierno de Canarias. Es esta la principal vía de actuación (aunque las líneas anteriores mejoran el resultado final), donde se debe implantar con mayor inmediatez el PECAN, así como el desarrollo de un plan de inversión real, a razón de 500 millones de euros anuales que permitirían: renovar la flota eólica de las islas (incrementando así su potencial eléctrico), instalaciones fotovoltaicas generalizadas en administraciones públicas y edificios residenciales, potenciar el autoconsumo de energía fotovoltaica (en lugar de imponer impuestos por su aprovechamiento), creación de parques de generación eléctrica renovable y geotérmicos, así como la modificación actual de la red de transportes y paralización de procesos de inversión en gas natural.

Todo ello, permitiría a Canarias ser una región independiente de los combustibles fósiles, interconectada pero con capacidad de generar insularmente para cada isla, así como con una sociedad conectada con su entorno. Ello implicaría, un impacto sobre el turismo que observa en Canarias, un ejemplo de optimización económica de sus recursos naturales.

6 CONCLUSIONES

En base al análisis planteado, así como los datos que se han obtenido a lo largo del proyecto, Canarias se sitúa como una región que debe replantear su modelo energético, readaptándolo a las exigencias que el mercado le va imponiendo. Es decir, el elevado coste de generación eléctrica en Canarias provoca que se postulen alternativas y modificaciones en hábitos para lograr reducir esa situación y revertir a positivo el balance energético de las islas. Para ello, resulta necesario y fundamental realizar una inversión económica en alternativas energéticas que incrementen la rentabilidad del sistema energético.

Para ello, hemos planteado, en un primer momento, las definiciones de las diferentes fuentes de producción energética, con el fin de aproximar ligeramente el concepto teórico a desarrollar, es decir, conocer en qué consisten las diferentes fuentes de energía para entender cuál tiene mayor peso en las islas.

Una vez realizado ello, al contextualizar Canarias en la tendencia energética mundial, observamos que en ambos casos, se produce un ligero incremento de las energías renovables, pero con un grado de dependencia considerable hacia los combustibles fósiles. De hecho, la primera conclusión que se puede extraer de este punto nos lleva a escenificar un nuevo contexto energético en el que la diversificación de fuentes sea cada vez mayor, así como con un elevado grado de desigualdad hacia aquellas regiones menos desarrolladas (con mayor dependencia hacia el petróleo). Otro de los factores que determina esa mayor participación, procede del incremento demográfico que se registra mundialmente que, evidentemente, trae como implicación un incremento de usuarios y, por lo tanto, de consumidores. Aun así, resulta un

hecho contrastable en este análisis de la tendencia mundial, que las reservas de combustibles fósiles no sólo son escasas, sino que además son caras.

Aproximando más el foco, en la Unión Europea, la tendencia mundial se mantiene: crecimiento en el consumo energético y progresivo incremento de las energías renovables. He ahí el primer elemento que toca directamente a Canarias, pues la política energética comunitaria propone diferentes objetivos a cumplir por sus países miembros, hecho que exigiría a Canarias llegar al 27 % de energías renovables, dato lejano al actual.

Finalmente, al contextualizar a Canarias dentro del marco español, que cumple con unas condiciones similares a las europeas, observamos que se estancó durante los años de mayor incidencia de la crisis económica y que se subdivide en sistemas eléctricos peninsulares e insulares; siendo el primero de mayor participación de la energía nuclear y carbón (con la eólica como tercera fuerza) y, los segundos, los que registran un coste de generación mayor.

He ahí, donde Canarias entra en escena, con un sistema eléctrico que se caracteriza por un transporte de difícil conexión entre las islas, así como dependencia energética del petróleo, pocos centros de generación y demanda estacional. Ello concluye, como ya hemos indicado en unos costes de generación eléctrica más elevados respecto a la media nacional (rondando los 150€/MWh la media nacional). Todo ello, bajo un grado de correlación con los precios del crudo, así como el carácter impositivo del gobierno y otros costes asociados como la emisión de CO₂. En conclusión, Canarias plantea un modelo energético deficitario en base a unos costes de generación elevados (siendo las características locales del sistema, así como el grado de dependencia energética hacia combustibles fósiles aspectos fundamentales) y donde las energías renovables, que se analizan en el proyecto, se consideran potenciales pero no son explotadas.

Es por ello, que planteamos una alternativa de transporte, así como un nuevo mix energético que permita reducir al máximo el grado de dependencia energética, siendo éste relacionado con las características de cada una de las islas, modificaciones estructurales en la arquitectura de las islas, así como algunas variaciones en los hábitos de consumo de los canarios. Todo ello, bajo una política que, siendo consciente del elevado coste asumido, otorgue mayor rentabilidad al modelo energético canario, realizando una inversión que mejoraría la rentabilidad en un 120% (invirtiendo 500 millones de euros al año, según dicho informe de Greenpeace).

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIE, Agencia Internacional de la Energía.
- C.Bueno, J.A Carta (2004), wind powered pumped hydro storage systems, a means of increasing the penetration of renewable energy in the Canary Islands.
- CATPE, Centro Atlántico de Pensamiento Estratégico, Política Energética en Canarias. Horizonte 2030.
- Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias. Anuario Energético de Canarias 2013.
- Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias. Revisión Plan Energético de Canarias 2006-2015.
- Consejería de Empleo, Industria y Comercio, RICAM, Análisis de los sobrecostes de la Energía de Sistema Energético de Canarias.
- Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, Informe sobre la Liquidación Provisional 9/2015 del Sistema Eléctrico. Análisis de resultados y seguimiento mensual de la proyección anual de los ingresos y costes del sistema eléctrico, Noviembre 2015.
- Dirección General de Energía Gobierno de Canarias, Generación eficiente de Energía Eléctrica en la isla de Gran Canaria en el horizonte del año 2020.
- Estudio realizado por Consultoría Ecoluz 2016.
- Eurostat Statistics Book, EnergyBalance Sheets, 2013 data.
- Greenpeace, Revolución Energética para Canarias: Resumen Ejecutivo, Noviembre 2015.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Evolución tecnológica y prospectiva de costes de las Energías Renovables, PER 2011-2015.
- Observatori del Deuste en la Globalització, El Coste Real de la Energía: Estudio de los pagos ilegítimos al sector eléctrico español 1998-2013.
- Optimización de Macrosistemas eléctricos aislados con incorporación de Energías renovables a gran escala, Roque Calero, 28 Julio 2013.
- Red Eléctrica Española, El sistema eléctrico español: Avance 2015.
- Red Eléctrica de España, El sistema eléctrico por CCAA, 2012.
- Red Eléctrica, Informe de Resultados 2014.