

MEMORIA DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Energías renovables: Estudio de viabilidad de una instalación solar fotovoltaica conectado a red para autoconsumo en la isla de Tenerife.

(Renewable energy: Feasibility study of a solar photovoltaic installation connected to the network for their own consumption on the island of Tenerife)

Autora: Cristina Belén Barrera Gómez

Autora: Estefanía Rodríguez González

Tutor: Juan Pablo del Río Disdier

Tutor: Agustín J. González Martín

Grado en Administración y Dirección de Empresas
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
Curso Académico 2015 / 2016

En San Cristóbal de La Laguna, a 10 de junio de 2016

Índice de contenidos

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	OBJETIVO DEL PROYECTO	6
3.	ALCANCE	6
4.	MARCO TEÓRICO	7
4.1.-	EDUCACIÓN AMBIENTAL: TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD.	7
4.2.	DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.	8
4.3.	TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES: LOS TIPOS MÁS UTILIZADOS EN CANARIAS	9
4.3.1.	Energía eólica.....	9
4.3.2.	Energía de la biomasa.....	9
4.3.3.	Energía geotérmica	10
5.	RESEÑA HISTORICA.....	14
6.	ANÁLISIS DAFO	17
7.	ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LA INSTALACION	19
7.1.	DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO DE LA NAVE	20
7.2.	PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN	22
7.3.	PRODUCCIÓN ESTIMADA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	25
7.4.	ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD	30
8.	CONCLUSIONES	34
9.	BIBLIOGRAFIA	35

Índice de tablas

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica.....	13
Tabla 2. Fechas representativas de la historia de la energía solar	16
Tablas 3. DAFO	17
Tabla 4. Características del contrato eléctrico	20
Tabla 5. Coste fijo del consumo energético de la nave industrial	21
Tabla 6. Coste variable del consumo energético de la nave industrial	22
Tabla 7: Costes de la instalación fotovoltaica	23
Tabla 8. Estudio de la producción media mensual de la instalación fotovoltaica	26
Tabla 9. Pérdidas estimadas de una instalación fotovoltaica.....	26
Tabla 10. Tabla de consumo de energético mensual de la nave	27
Tabla 11. Producción energética anual por periodos.....	28
Tabla 12. Diferencia entre el Consumo de la nave y la producción del sistema	28
Tabla 13. Los factores de emisiones de CO2	29
Tabla 14. Emisiones de CO2 evitadas.....	299
Tabla 15. Consumo detallado de energía convencional	30
Tabla 16. Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor	32

Índice de gráficos y figuras

Grafico 1. Distribución de los costes de la instalación fotovoltaica	24
Grafico 2. Producción mensual de energía de un sistema FV con ángulo de 30 °.....	27
Grafico 3. Gráfica de producción energética mensual de la nave industrial.....	28
Grafico 4. PVPC desde Enero hasta Diciembre 2015.....	31
Grafica 5. Cash Flow	32
Figura1: Ubicación de la nave industrial	20
Figura 2. Periodos basados en el contrato del cliente	25
Figura 3. Distribución de los módulos fotovoltaicos y zonas afectadas por sombras.....	25

RESUMEN

El aprovechamiento llevado a cabo por el hombre de las fuentes de energía renovable se remonta a la antigüedad. Por ello, el objetivo del presente documento es exponer toda la información posible referente a la energía solar fotovoltaica y comprobar la viabilidad de una instalación solar fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en la isla de Tenerife. Para ello, ha sido necesario analizar numerosos artículos, normativa emitida por los principales organismos, así como estudios relacionados con el valor razonable y cálculos de rentabilidad; llegando a la conclusión de que la implantación de la instalación es económicamente viable, medioambientalmente sostenible y segura. A pesar de los diversos cambios en la legislación de la energía fotovoltaica durante estos últimos años.

Palabras clave: energía renovables, fotovoltaica, rentabilidad, autoconsumo, instalación.

ABSTRACT

Harnessing carried out by the man of renewable energy sources dates back to antiquity. Therefore, the objective of this document is to present all possible information regarding solar photovoltaic and test the feasibility of a solar photovoltaic installation connected to the grid for own consumption on the island of Tenerife. It has therefore been necessary to analyze numerous articles, regulations issued by the major agencies, as well as studies related to the fair value and profitability calculations; concluding that the implementation of the installation is economically viable, environmentally sustainable and safe. Despite the various changes in the legislation of photovoltaics in recent years.

Keywords: renewable energy, photovoltaic, profitability, consumption, installation

1. INTRODUCCIÓN

El suministro de la demanda de energía eléctrica a través de fuentes renovables, como es el sol, el viento, el agua, etc., engloba numerosas ventajas. Por una parte, los impactos medioambientales se ven reducidos notablemente en comparación con el uso de la energía convencional. Por otra se logra una mayor independencia energética sin tener que sufrir las variaciones de precios en los mercados internacionales. En Canarias, ya el Hierro como Reserva Mundial de la Biosfera, destaca por su Plan de Desarrollo Sostenible, siendo una de sus acciones clave, el abastecimiento de la isla al 100% con energías renovables. Aunque a veces existan factores que actúan en contra, se continúan recopilando esfuerzos para que la isla de El Hierro no se convierta en un caso aislado.

Dentro de los diferentes tipos de energía renovable, la solar fotovoltaica ha experimentado el mayor crecimiento mundial en los últimos años. Precisamente, el presente proyecto tiene como objetivo desarrollar la instalación de un sistema solar fotovoltaico en una nave tinerfeña situada en el municipio de El Rosario. Tras un análisis preliminar de la situación actual, optamos por la instalación de placas solares para generar energía eléctrica, teniendo muy en cuenta que su producción estimada se acercara lo más posible a la descripción actual del consumo de suministro eléctrico de la nave. Hacer hincapié en la reseña histórica ha sido fundamental para dar explicación a las oportunidades, o a las limitaciones y restricciones con las que contamos en materia de autoconsumo en el Archipiélago. Una vez hecho el diseño y calculado el presupuesto de toda la instalación, se procede al análisis de rentabilidad para conocer hasta qué punto resulta viable materializar tal iniciativa. Es muy cierto que el esfuerzo inicial requerido limita en gran medida el hecho de que los hogares, las pymes y grandes empresas opten por la instalación de un sistema solar fotovoltaico. No obstante, cabe señalar que la humanidad actualmente lleva tal ritmo, que en un año se consume lo que la naturaleza tarda un millón de años en producir. Por lo tanto, hablar de que las emisiones contaminantes están destruyendo nuestro sistemas una cruda pero necesaria realidad; por ello, existe un consenso creciente entre la comunidad científica sobre el cambio climático y la influencia del ser humano. De este modo, podemos asegurar que, aunque las reservas de combustibles fuesen eternas, el planeta es incapaz de absorber todas las emisiones de CO₂ que resultan de su quema. Al menos no sin haber acabado con la vida tal y como la conocemos.

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objetivo el estudio de la viabilidad y los beneficios ambientales y económicos generados por la instalación de una planta de generación fotovoltaica, cuya electricidad va dirigida prioritariamente al autoconsumo. Esta instalación estaría situada en la cubierta de una nave industrial de 1875 metros cuadrados más 800 metros de anexos (muelles de carga, retrantequeos, etc.) en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, con ubicación exacta en C/ Thomas Alba Edison, 4 Polígono Industrial. San Isidro 38108 Santa Cruz de Tenerife.

Con esta instalación se pretende ayudar a la sostenibilidad energética, invertir en un proyecto rentable a largo plazo con poco riesgo y obtener beneficios económicos gracias al ahorro en el coste de la factura eléctrica de la nave.

3. ALCANCE

El proyecto analiza las posibilidades que ofrece una instalación de energía solar fotovoltaica, formada por un conjunto de módulos fotovoltaicos montados sobre cubierta.

Se busca la optimización de las posibilidades del emplazamiento, el diseño de la instalación solar fotovoltaica y el estudio de viabilidad, atendiendo a consideraciones técnicas y económicas.

Otro de los aspectos a considerar en este proyecto, es demostrar que las energías renovables son económicamente viables, medioambientalmente sostenibles y seguras.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. EDUCACIÓN AMBIENTAL: TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD.

La energía supone indiscutiblemente la base del desarrollo de nuestra sociedad actual. Antes de depender casi únicamente del petróleo, como sucede hoy en día, comenzamos dando uso a la madera y pasando por el carbón. Si no existiese energía abundante y asequible, hablar de un nivel de vida como el que hoy disfrutamos sería prácticamente imposible. No obstante, la localización y extracción de recursos energéticos fósiles resulta cada vez más complicada; situación que desemboca en una inevitable subida del precio de los carburantes, sumada a la extrema dependencia de los mismos. A este factor se le debe añadir otro que es aún más determinante: la emisión de gases de efecto invernadero, junto con otros contaminantes que provoca su uso y que desestabilizan por completo el equilibrio medioambiental.

La energía eólica, solar (térmica y fotovoltaica), hidráulica, mareomotriz, geotérmica y de la biomasa, denominadas energías renovables, son una alternativa fundamental a los combustibles fósiles. Las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo y producción de energía se reducen con su uso y también nos permite cortar notablemente con la triste dependencia energética frente a las importaciones de gas y petróleo, entre otros.

Las renovables cada día van ganando más terreno en todo el mundo, como fue el caso de España hasta aproximadamente el año 2011, un país cuya posición geográfica permite explotar energías como la eólica o la solar con mucho éxito. Por su parte, la UE pretende conseguir que un 20% de su combinación energética global provenga de fuentes renovables. Para alcanzar dicho objetivo, se estudia la puesta en marcha de políticas que enfaticen esfuerzos en los sectores de la electricidad, la calefacción y la refrigeración, así como los biocarburantes. Todos estos elementos nos conducen a la llamada transición energética, apostando por un sistema sostenible, tanto a nivel económico como medioambiental.

Actualmente, existe una demanda creciente de perfiles profesionales y empresas especializadas en el sector de las renovables, todo ello en vistas del incremento de la generación de energía mediante dichas fuentes.

La formación de capital humano local es de vital importancia a la hora de poner en práctica acciones de promoción de energías renovables. Lamentablemente, la oferta formativa al respecto es muy limitada y los docentes no disponen de apoyo técnico al respecto.

La UNESCO afirma que no existe un modelo universal de educación para el desarrollo sostenible. Así que hace un llamamiento generalizado a todos los movimientos educativos a fin de que se incorpore, de una vez por todas, la dimensión de sostenibilidad del sistema.

4.2. DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

Hoy día, uno de los principales temas que se abordan en todos los medios es el impacto que produce la actividad del ser humano en la naturaleza y el medio ambiente. Numerosos son los esfuerzos que intentan crear conciencia para un mejor aprovechamiento de los recursos de la Tierra. La propia legislación ya nos exige respetarlos haciendo un buen uso de los mismos desde los años 90.

Así, la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, establecía los principios de un nuevo modelo de funcionamiento que, en lo que se refiere a la producción, están basados en la libre competencia. Luego, en junio de 2003, se modificaría la anterior ley permitiendo la coexistencia de distintas formas de organización del sistema eléctrico. De esta manera, se aúnan esfuerzos para la consecución de otros objetivos, tales como la mejora de la eficiencia energética, la reducción del consumo y la protección del medio ambiente.

El Régimen Especial de producción de energía eléctrica era aquel que, como complemento al Régimen Ordinario, se aplicó en España a la evacuación de energía eléctrica a las redes de distribución y transporte procedente del tratamiento de residuos, biomasa, hidráulica, eólica, solar y cogeneración.

Luego, en junio de 2003, se modificaría la anterior ley permitiendo la coexistencia de distintas forma de organización del sistema eléctrico.

Si hablamos de las islas, en Canarias dada las características de los sistemas eléctricos insulares se desarrolló un marco específico regulatorio para estos territorios. Debido a las características particulares como son el tamaño de cada sistema insular y la prioridad de la seguridad de suministro. La Política Energética de Canarias se encuentra recogida en el Plan Estratégico de Canarias 2006 (PECAN 2006) El objetivo básico del PECAN para el año 2015 consistió en alcanzar un 30% de la generación eléctrica mediante fuentes de energías renovables. Se considera que la inversión en fuentes de este tipo puede ser un instrumento para alcanzar dos objetivos:

- a) El control de las emisiones de gases contaminantes.
- b) Aumentar la seguridad energética de los países.
- c) Reducir el coste en los sistemas eléctricos insulares.

Las diversas fuentes renovables de energía presentan distintos grados de madurez tecnológica, diferencias en costes y en riesgo. Por lo tanto, las medidas que se adopten para estimular su uso no generan el mismo resultado para todas las fuentes, aparte de otros factores como son los costes de producción e instalación, otros relativos a la existencia de subvenciones a los combustibles fósiles, barreras de entrada en el sector o referentes al grado de eficiencia de las medidas de apoyo público.

4.3. TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES: LOS TIPOS MÁS UTILIZADOS EN CANARIAS.

4.3.1. Energía eólica

La energía eólica representa la mayor contribución dentro de las energías renovables en Canarias. Esto se debe a las buenas condiciones de viento de las islas, donde predominan los Alisios (vientos de dirección noreste) y que se caracterizan por ser constantes y con velocidades medias altas (en algunas zonas las velocidades medias son de 8 m/s). De hecho, los Parques Eólicos de Canarias se encuentran entre los de mayor productividad del mundo, con factores de capacidad (energía realmente producida en un año dividida por la teóricamente producible en el mismo periodo) superiores al 40 %.

AEOLICAN es una asociación cuyo objetivo fundamental es promover la ejecución, desarrollo e implantación de proyectos para el aprovechamiento de la energía eólica en Canarias.¹

Como declara Rafael Martell², (2014, El Diario): “en Canarias las energías renovables no son una alternativa, sino que son la salida”

Endesa cuenta con 15 parques eólicos en las islas. Los parques se encuentran distribuidos de la siguiente forma: 5 en Gran Canaria, 5 en Tenerife, 2 en La Palma y 1 en Fuerteventura, en Lanzarote y La Gomera. El parque con más potencia es el de Finca Mogán, en Arico, Tenerife, que cuenta con 16,5 megavatios de potencia, y es donde se produjo la mayor producción de energía eólica, con 19237 megavatios hora. Lo sigue Cañada de la Barca, que se ubica en Fuerteventura y tiene 10,2 megavatios de potencia. Luego está Los valles, de Lanzarote y con 7,2 megavatios.

4.3.2. Energía de la biomasa

Según la RAE la definición de biomasa es: “Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”.

Según AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación): “Todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización”.

Según el PNUD5 y el GEF6: El término biomasa se refiere a “toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz, etc.), del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros). Esta es la fuente de energía renovable más antigua conocida por el ser humano”.

Se considera que la biomasa es una fuente de energía renovable porque su valor proviene de la luz solar. A través del proceso de fotosíntesis, la clorofila de las plantas captura su energía, y

¹ AEOLICAN: Asociación Eólica de Canarias

² Rafal Martell presidente de AEOLICAN

convierte el dióxido de carbono del aire y el agua del suelo en carbohidratos, para formar la materia orgánica. Cuando estos carbohidratos se queman, regresan a su forma de dióxido de carbono y agua, liberando la energía que contienen. Por esta razón, la biomasa tiene un carácter renovable.

La biomasa se clasifica en biomasa natural, biomasa residual seca o húmeda y cultivos energéticos.

En Canarias, debemos considerar que no tenemos suficiente biomasa para generar electricidad, por lo tanto, tendríamos que importarla de otros lugares. Esto implicaría, un impacto ambiental, ya que previsiblemente la materia prima provendrá de extracciones forestales sin control ambiental y de que debe transportarse a largas distancias con medios de transporte que emplean energías convencionales. Por tanto, el uso eléctrico con biomasa propia de Canarias es directamente inviable y muy limitado.

4.3.3. Energía geotérmica

La energía geotérmica es la que se obtiene al extraer y aprovechar el calor interno de la Tierra. Hablamos de un recurso que se transmite por conducción térmica desde el interior de nuestro planeta hacia la superficie, que tiene una alta disponibilidad y que es parcialmente renovable. Se trata de una energía que tiene su origen en las distintas temperaturas que se dan desde el interior de la Tierra hasta la superficie y que se denomina gradiente térmico.

Tipos de áreas geotérmicas, entre los que cobran mayor importancia las áreas hidrotérmicas y los sistemas de roca caliente:

- ✓ Recursos de magma: ofrecen energía geotérmica de muy alta temperatura cuyas manifestaciones naturales se observan en aguas termales y en fuentes especiales termales que emiten de forma periódica una columna de agua caliente y vapor al aire (géiseres)
- ✓ Sistemas de roca caliente: están constituidos por capas de roca impermeable que recubren un foco calorífico. Para aprovecharlo, se perfora hasta su alcance, se inyecta agua fría y se utiliza una vez calentada.
- ✓ Áreas hidrotérmicas: contienen agua a alta presión y temperatura que se almacena bajo la corteza de la tierra en una roca permeable cercana a una fuente de calor.

“Canarias sería el hazmerreír de las generaciones futuras si no aprovechara el calor de su subsuelo volcánico para producir electricidad” (jefe de Proyectos Técnicos de Investigación del Instituto Geológico y Minero de España (IGME).)

Aún con el apoyo de los científicos, ha habido muy poca voluntad política para la aplicación de la geotermia en las islas.

Tras declaraciones contundentes, se ha pedido al gobierno canario que realice un impulso de este tipo de energía para producir electricidad en el archipiélago, evaluando un plan que considere medidas a corto, medio y largo plazo.

Si tenemos en cuenta que en Azores ya casi se autoabastecen de energía con plantas geotérmicas, es razonable pensar que en Canarias, al contar con condiciones similares, deba tener ya los apoyos público y privado necesarios.

Existen varias maneras de aprovechar este tipo de energía en el Archipiélago:

- Mediante una tecnología madura ya desarrollada que obtiene temperatura que calienta un fluido para mover una turbina generadora de electricidad.
- Mediante una tecnología basada en placas termoelectricas.

Esta última se intenta llevar a cabo por un equipo científico en la isla de Lanzarote, quienes aseguran que mediante termoelectricidad se puede obtener energía suficiente para cubrir la demanda de Lanzarote (230 MW) y Fuerteventura (211 MW), islas que están con sus sistemas eléctricos conectados. No resulta nada descabellada esta iniciativa si tenemos en cuenta que las anomalías geotérmicas de Timanfaya son las más importantes del mundo.

Actualmente, no existen plantas de geotermia de alta temperatura (generación de energía eléctrica) en Canarias, pero sí existen plantas de baja temperatura (climatización y producción de frío), y en el año 2015, el Gobierno canario financió cerca de un millón de euros para climatizar centros turísticos y piscinas municipales. El directivo del Clúster Ricam destaca que “los ahorros que se pueden alcanzar con las bombas de calor geotérmicas superan el 20% del valor de la factura de electricidad para la climatización de un hotel”

El archipiélago cuenta hoy con más de 40 instalaciones de geotermia en establecimientos turísticos en Gran Canaria, Tenerife y Lanzarote, figurando esta última como cuna principal de la geotermia en Canarias.

4.3.4. Energía Solar

El sol constituye una fuente de energía permanente que llega a la tierra en forma de radiación electromagnética. Todas las fuentes de energía tienen su origen de manera indirecta en el sol. Así, por ejemplo las presas producen energía con saltos de agua y ésta a su vez procede de la evaporación de mares y ríos producida por el sol. El viento, que es capaz de mover las aspas de un molino, también tiene su origen en el sol. El aprovechamiento directo de la energía solar permite diferentes usos, tales como generación de electricidad y el calentamiento de agua. Para ser aprovechada, esa energía debe ser captada y dependiendo del uso que se le vaya a dar, se utilizan distintos sistemas de captación.

La energía solar puede clasificarse en tres grandes grupos y haremos hincapié en el tercero, ya que es ahí donde se centrará el grueso del proyecto:

- Energía solar térmica: consiste en el aprovechamiento de la radiación solar para la producción de calor. Este calor producido se utiliza para calentar un fluido, normalmente agua, y aprovecharlo para producir agua caliente, calefacción o cualquier aplicación que suponga el calentamiento de un fluido.
- Energía solar termoeléctrica: consiste en la utilización de una tecnología que permite utilizar la radiación del Sol para calentar un fluido y producir vapor que se hace pasar por una turbina con el objetivo de generar energía eléctrica.
- La energía solar fotovoltaica se basa en la captación de la radiación solar a través de células solares. Una célula fotovoltaica es una pequeña superficie plana fabricada con un material semiconductor, por lo general de silicio. Cuando sobre la célula fotovoltaica incide la radiación solar, aparece en ella una corriente eléctrica que, mediante la colocación de contactos metálicos, se puede extraer y será aprovechada en distintas aplicaciones. Una célula individual normal con una superficie de unos 75cm² y suficientemente iluminada es capaz de producir una potencia de 1 watio. Estas células fotovoltaicas se agrupan para formar módulos solares, que unidos entre sí forman un panel solar. La corriente eléctrica generada a partir de la energía solar fotovoltaica tiene distintas aplicaciones.

Por un lado, aplicaciones tradicionales: proporcionan energía eléctrica a zonas aisladas que carecen de abastecimiento eléctrico convencional: electrificación de viviendas, bombeos, sistemas de señalizaciones viales, sistemas de comunicaciones, etc. De esa forma, se evita el tendido eléctrico que afecta negativamente al paisaje y se consigue la energía necesaria para dicho alumbrado.

Son muchas las ventajas, tanto medioambientales como socioeconómicas y los inconvenientes se centran, fundamentalmente, en el gran esfuerzo inversor.

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica

VENTAJAS

INCONVENIENTES

Reducción del uso de energías convencionales para la producción de electricidad y energía térmica	Relación rendimiento/espacio utilizado por elementos captadores no es 100% efectiva (de momento se estima en un 22% en paneles comerciales.)
Se trata de una energía limpia, ya que no contamina	Gran inversión inicial
Es insonora	Energía de complicado almacenamiento
Se integra en la edificación sin apenas impacto visual	La producción será más o menos viable según climatología y época del año.
Fuente inagotable	
Elevada fiabilidad y disponibilidad operativa excelente	
Tienen una larga vida	
Resisten condiciones climáticas extremas	
Cortan con la dependencia del exterior	
Ideal para lugares de bajo consumo y zonas rurales aisladas	
Siempre se podrá variar el número de módulos fotovoltaicos.	

5. RESEÑA HISTORICA

Los continuos cambios en normativas en el ámbito de la energía fotovoltaica han creado en España una inseguridad jurídica.

En Marzo del 2004 sale el Real Decreto 436/2004, que crea un marco jurídico para la instalación y legislación de producción de energía eléctrica por medio de instalaciones solares conectadas a red. Por tanto, en España el titular de la instalación puede vender su producción a las compañías eléctricas que están obligadas a comprar la energía, recibiendo por ello una retribución en forma de tarifa regulada, es decir, la Tarifa Eléctrica Media o de Referencia (TMR).

Además, el RD 436/2004 establece un contrato directo entre el productor y las compañías eléctricas y garantiza una prima por kilovatio generado durante los primeros 25 años a un precio y el resto de la vida útil de la instalación a otro precio menor.

Con dicha legislación es incuestionable que la energía solar fotovoltaica forme parte del futuro energético del país y con una legislación que apoya los recursos energéticos propios.

En el año 2005 sale el Real Decreto 1454/2005 que modifica el Real Decreto 436/2004, detallando algunos aspectos para facilitar la elaboración de la facturación de la energía adquirida y su admisión en el sistema eléctrico.

Con estas modificaciones se crea un complejo sistema de liquidaciones provisionales y definitivas, y se regula a los agentes comercializadores de energía.

Poco después, en Junio de 2006, sale el Real Decreto Ley 7/2006, donde se desvincula la variación de las primas a la fotovoltaica de la tarifa eléctrica medio, provocando un fuerte impacto en las primas futuras.

Con el cambio de normativa, la tarifa está sujeta al incremento del IPC. Además, la tarifa eléctrica comienza una subida de precios que obviamente no beneficia a los productores de energía fotovoltaica pero si a las compañías eléctricas.

En 1 de Junio de 2007, entro en vigor el Real Decreto 661/2007 derogando el RD 436/2004. En este Real Decreto se regulan nuevas primas para otras energías renovables, se reunifican las modificaciones anteriores y se desarrolla un nuevo procedimiento administrativo para tramitar y legalizar nuevas instalaciones. También se crea la figura del Operador del Mercado Eléctrico (OMEL), que tiene la responsabilidad de la venta de energía y transfiere el abono de las primas a los productores desde las compañías eléctricas a la Comisión Nacional de la Energía (CNE).

Un año más tarde, en Septiembre de 2008 vuelve a cambiar la regulación con la aprobación del Real Decreto 1578/2008. Se establecen otros procedimientos administrativos y una nueva rebaja en las primas solo para las instalaciones nuevas.

En Noviembre de 2010 se aprueba el Real Decreto 1565/2010 que elimina la retribución a partir del año 25 de vida útil de la instalación que garantizaba el RD 436/2004, es decir, la energía generada a partir del año 25 de la instalación no tendrá ninguna remuneración en forma de prima.

El 23 de Diciembre de 2010 se aprueba el Real Decreto Ley 14/2010 reduciendo los derechos a los productores de energía.

Establecen la limitación de horas de funcionamiento para todas las instalaciones fotovoltaicas, lo que supone la dificultad de vender la energía a la CNE cuando se supera este límite. Los límites fijados están visiblemente por debajo de las producciones habituales, por lo que los ingresos disminuirán y afectara a la viabilidad económica de las instalaciones.

El 31 de Octubre de 2011 se aprueba el Real Decreto 1544/2011 en el que se establecen los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben reembolsar los productores de energía a las empresas eléctricas. Debido a que los productores fotovoltaicos acceden a la red de transporte y utilizan las redes de distribución para verter la energía producida, y estas redes son propiedad de las compañías eléctricas. Además, el Real Decreto 1544/2011 tiene carácter retroactivo, por lo que tendrán que abonar todas aquellas instalaciones que desde el 1 de Enero de 2011 estuvieran conectadas a la red.

El 27 de Enero de 2012 se aprueba el Real Decreto Ley 1/2012 que elimina todas las primas a las energías renovables, conocida como la ley de la moratoria renovable.

El RDL 1/2012 no tiene carácter retroactivo, por lo tanto no tiene efecto sobre las instalaciones anteriores a la fecha, pero provoca una disminución de la seguridad energética del país.

El 1 de Febrero de 2013, se publica el Real Decreto Ley 2/2013, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.

En el que se realizan más recortes sobre el sistema de retribuciones a las instalaciones de energías renovables, debido a que las tarifas que reciben los productores no se actualizarán con el IPC general sino con el IPC a impuestos constantes, es decir, no tendrá en cuenta la evolución de los precios del sector eléctrico.

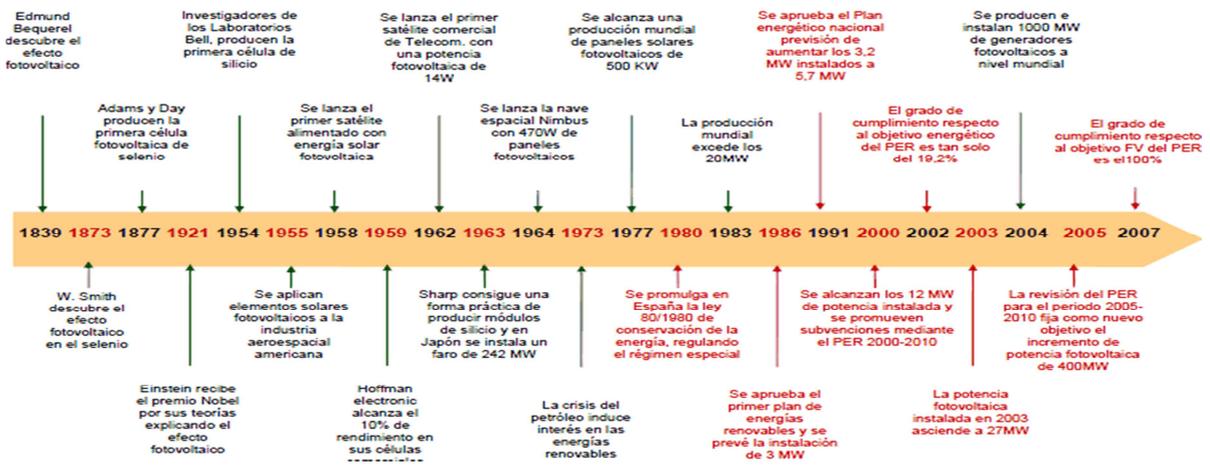
En Julio se aprueba el Real Decreto Ley 9/2013, el cual deroga todas las leyes anteriores relativas a las retribuciones y primas a las instalaciones solares. Aprobando un nuevo sistema de retribución de primas y establece unas bases generales de la nueva regulación

El Real Decreto tiene carácter retroactivo, por lo tanto, es de obligado cumplimiento para instalaciones ya en funcionamiento.

Finalmente, el 9 de Octubre de 2015, se aprueba el Real Decreto 900/2015, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

El siguiente esquema muestra las fechas más representativas en la historia de la energía solar fotovoltaica, se destacan en roja las correspondientes a España:

Tabla 2. Fechas representativas de la historia de la energía solar



Fuente: ASIF (Asociación de la Industria Fotovoltaica)

6. ANALISIS DAFO

El Análisis DAFO es una metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades) en una matriz cuadrada. Es la herramienta por excelencia para conocer la situación real en que se encuentra una organización, empresa o proyecto, y planificar una estrategia de futuro. (Análisis Dafo (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 14 de Mayo de 2014.)

Es un método sencillo y eficaz para tomar las decisiones necesarias a la hora de poner en marcha un proyecto. Su objetivo es aprovechar las oportunidades detectadas y prepararse contra las amenazas teniendo en cuenta las debilidades y fortalezas. A su vez, la identificación de debilidades y amenazas ofrece la posibilidad de transformar las debilidades en fortalezas y las amenazas en oportunidades, reforzando la capacidad de desempeño de la empresa estudiada.

Tablas 3. DAFO

DEBILIDADES <ul style="list-style-type: none">• Alta inversión inicial• Poca mentalidad medioambiental• Procedimientos administrativos largos y complejos.• Falta de ayudas, normas...	AMENAZAS <ul style="list-style-type: none">• Cambios en el marco legal vigente.• Pérdida de confianza de inversores y de entidades financieras por el riesgo regulatorio.• Restricción de las instalaciones por razones administrativas• Situación económica
FORTALEZAS <ul style="list-style-type: none">• Proyecto rentable con poco riesgo.• Fuente de energía gratuita, inagotable y respetuosa con el medioambiente.• Canarias: alta media de horas solares.• Reducción de emisión de gases de efecto invernadero.• Disminuye la dependencia energética.• Beneficio por reducción de costes de generación en los sistemas eléctricos insulares	OPORTUNIDADES <ul style="list-style-type: none">• Cambio climático.• Aunque las subvenciones ya casi no existen, hay mecanismos de financiación basados, sobre todo, en deducciones fiscales o facilidades de crédito avalados por organismos públicos.• Los objetivos de la EU para 2020 es que el 20% de la energía primaria debe ser de origen renovable.• Disponibilidad de edificaciones y cubiertas.

Parece evidente que el origen de las debilidades en nuestro sistema energético se debe a la escasa conciencia medioambiental, que se suma a la alta inversión inicial. Tales causas se ven agravadas por la mala regulación energética española y por unos organismos políticamente controlados, ya que esto último se traduce en un déficit que inevitablemente acosa al sector energético del país.

La principal amenaza es la situación actual de crisis económica por la que atravesamos, sin olvidar la pérdida de confianza de inversores y de entidades financieras por la inseguridad jurídica que generan los continuos cambios en el marco legal vigente.

Las fortalezas y oportunidades energéticas, que no son pocas, requieren de una política clara, que sea fruto de acuerdos políticos de largo alcance y que se cuente al menos con una determinada "planificación estratégica", que sea revisable cada cierto tiempo y que aporte a los dirigentes un plan de actuación (una ruta a seguir) para que eviten realizar la toma de decisiones torpemente.

En este caso, las principales debilidades y amenazas pueden convertirse en fortalezas y oportunidades si se toman medidas para contribuir a la eficiencia y ahorro energéticos. Se debe gestionar desde la oferta y la demanda, usando sensores, medidores para la eficiencia, etc., y obligando al cumplimiento de todas las medidas aprobadas para este subsector y para todos en general. De esta forma, se conseguiría un importante impacto en la reducción de la dependencia de importaciones. Una educación de los consumidores, con soporte en una información sin sesgos, complementada con señales de precios reales, conduciría de manera natural al ahorro y uso eficiente de la energía.

En definitiva, la necesidad de racionalización de la nueva legislación y regulación energéticas, se repite en cada apartado de la matriz DAFO. Cortar con el intervencionismo en el mercado resulta indispensable para impulsar la competencia y acabar con la pérdida de seguridad para los inversores.

7. ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LA INSTALACION

Se trata de la nave donde se propone realizar la instalación fotovoltaica, tiene una superficie de 2.675 m² y se encuentra ubicada en el municipio del Rosario, en Santa Cruz de Tenerife, elegido por tener una situación privilegiada respecto a la cantidad de horas de sol anuales.

En la nave industrial la actividad económica que se realiza es el Renting Flexible, gestionando cientos de vehículos. El Renting flexible es una modalidad de alquiler operativo (**Renting**), a través del cual se alquilan bienes de equipo durante un plazo variable en el tiempo, a cambio del pago de una renta periódica durante el plazo en que se tenga la posesión del bien alquilado. Su actividad está centrada en dar soluciones a las empresas en sus necesidades de vehículos comerciales e industriales ligeros.

Actualmente Northgate, como se denomina la empresa, pretende promover nuevas iniciativas para contribuir a la sostenibilidad del sistema. Entre tales iniciativas se encuentra la de ofrecer a sus clientes la novedosa alternativa de renting de vehículos eléctricos. Para ello, ha pasado a formar parte en abril de este año de la Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico. Se trata de una asociación sin ánimo de lucro de empresas innovadoras que promueve y fomenta la competitividad de todos los sectores relacionados con la implantación y desarrollo del vehículo eléctrico. Esta compañía es el primer y único operador que ofrece vehículos eléctricos en renting flexible. Con Northgate, ya son 66 las empresas que se han unido a AEDIVE.

En Canarias sólo disponen de un vehículo en este momento, pero no descartan desarrollar esta idea de fuente energética alternativa como proyecto de futuro en las islas. Debemos recordar que hoy día los automotores representan una importante fuente de contaminación del aire. Las emisiones procedentes de los escapes de los vehículos se liberan a la atmósfera en grandes cantidades, es por esto que las zonas urbanas más pobladas son las que sufren mayor contaminación. Además, se ha demostrado que en estas zonas el aumento de casos de personas con problemas respiratorios está relacionado de forma directa con la contaminación vehicular.

Por otra parte, cabe destacar que Northgate, dentro de su política de RSC (Responsabilidad Social Corporativa) y su preocupación por la sociedad y el desarrollo sostenible, ha colaborado recientemente con un proyecto promovido por la Obra Social La Caixa, con el fin de salvar la vida de los niños en los países subdesarrollados, proteger la salud de la población y facilitar el acceso a las vacunas en los países más pobres.

Tras esta introducción informativa donde definimos la empresa a grandes rasgos, procedemos a analizar el estudio que en este caso nos compete.



Figura1: Ubicación de la nave industrial

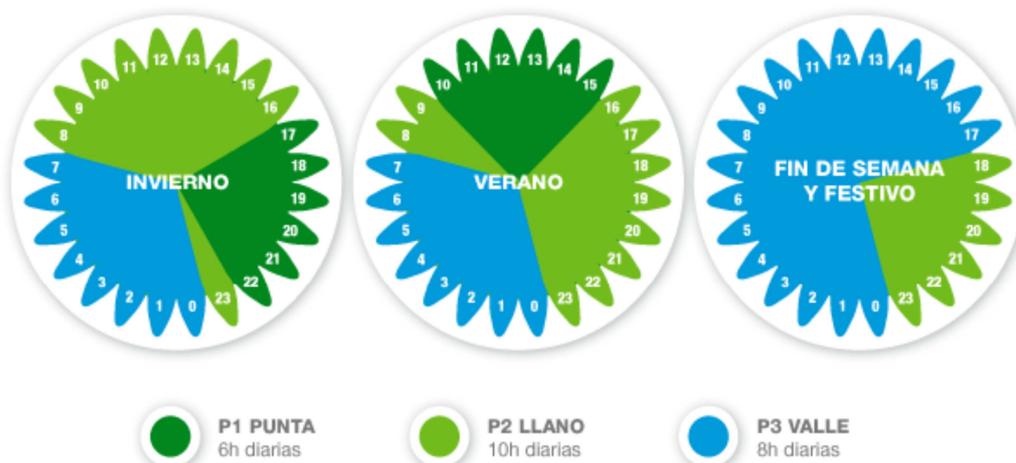
7.1. DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO DE LA NAVE

La nave industrial, tiene un contrato de suministro eléctrico de las siguientes características. Los datos que a continuación mostramos son tomados de la facturación facilitada por la empresa.

Tabla 4. Características del contrato eléctrico

Características de contrato eléctrico	
Tarifa	3,0 A
Potencia Contratada (kW)	18,41 / 18,41 / 18,41
Tarifa aplicada P1 (€/kWh)	0,137927
Tarifa aplicada P2 (€/kWh)	0,111794
Tarifa aplicada P3 (€/kWh)	0,072394
Termino de Potencia (€/kW y día)	0,227172

Figura 2. Periodos basados en el contrato del cliente.



En la figura 3 observamos los tres periodos diferenciados en el contrato del cliente con la empresa distribuidora de energía.

En el periodo 1, Punta, con un coste de 0,137927 €/kWh en el que la franja horaria en invierno es de 17:00 a 22:00, en verano es de 10:00 a 15:00 y los fines de semana no es aplicable esta tarifa.

En el periodo 2, Llano, con una tarifa de 0.111794 €/kWh en el que la franja horaria en invierno es de 8:00 a 16:00 y 22:00 a 23:00, en verano de 8:00 a 10:00 y de 16:00 a 23:00 y los fines de semana de 18:00 a 23:00.

Por último, en el periodo 3, Valle, con un coste de 0.072394 €/kWh en que la franja horaria en invierno es de 24:00 a 7:00, en verano de 24:00 a 7:00 y los fines de semana de 24:00 a 17:00.

En la tabla 7, comprobamos como los costes variables varían según los periodos del consumo, teniendo un coste anual de 3.492,50 € y un coste medio mensual de 291,04 €.

Además de aplicarse un coste fijo de 0.227172 €/kWh, en la tabla 6 comprobamos los costes fijos mensuales que tiene que pagar la empresa a la compañía distribuidora de energía, dichos costes ascienden a 1.526,52 € anuales.

Tabla 5. Coste fijo del consumo energético de la nave industrial

	DIAS	POTENCIA	COSTE FIJO	TOTAL
		kWh	€/ kWh	€
ENERO	34	18,41	0,227172	142,20
FEBRERO	29	18,41	0,227172	121,28
MARZO	28	18,41	0,227172	117,10
ABRIL	30	18,41	0,227172	125,47
MAYO	33	18,41	0,227172	138,01
JUNIO	28	18,41	0,227172	117,10
JULIO	29	18,41	0,227172	121,28
AGOSTO	33	18,41	0,227172	138,01
SEPTIEMBRE	29	18,41	0,227172	121,28
OCTUBRE	33	18,41	0,227172	138,01
NOVIEMBRE	30	18,41	0,227172	125,47
DICIEMBRE	29	18,41	0,227172	121,28
TOTALES PERIODOS				1526,52

Tabla 6. Coste variable del consumo energético de la nave industrial

	POTENCIA PERIODO1	TARIFA	POTENCIA PERIODO2	TARIFA	POTENCIA PERIODO3	TARIFA	Total
	kWh	€ / kWh	kWh	€ / kWh	kWh	€ / kWh	€
ENERO	428	0,139533	1577	0,112029	396	0,079975	268,06
FEBRERO	366	0,140967	1539	0,113449	342	0,061376	247,18
MARZO	359	0,140967	1524	0,113449	288	0,061376	241,18
ABRIL	619	0,140967	1308	0,113449	284	0,061376	253,08
MAYO	458	0,140967	1483	0,113449	327	0,061376	252,88
JUNIO	645	0,140967	1335	0,113449	266	0,061376	258,70
JULIO	780	0,140967	1314	0,113449	352	0,061376	280,63
AGOSTO	1055	0,139533	1344	0,112029	477	0,079975	335,92
SEPTIEMBRE	949	0,132564	1392	0,109195	377	0,081322	308,46
OCTUBRE	1073	0,132564	2169	0,109195	350	0,081322	407,55
NOVIEMBRE	676	0,132564	2243	0,109195	336	0,081322	361,86
DICIEMBRE	393	0,132564	2133	0,109195	299	0,081322	309,33
TOTALES PERIODOS	7801		19361		4094		3524,83

7.2. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

A continuación se van a realizar los cálculos necesarios para realizar el estudio de viabilidad de la instalación fotovoltaica sobre cubierta.

Las características de la instalación para garantizar la rentabilidad adecuada y basándonos en los recursos y la superficie disponibles serían:

- **Potencia Nominal:** 15,80 kWn
- **Potencia Pico:** ,60 kWp
- **Paneles:**..... 270Wp
- **Nº Paneles:** 65
- **Inversores:** Inversor de red 40 kW trifásico
- **Nº Inversores:** 2
- **Orientación:**..... 16° O
- **Inclinación:** 30°
- **Tipo de Instalación:** Sobre cubierta a dos aguas

Se mostrará el presupuesto de inversión para la instalación, los costes en los que se incurre por mantenimiento, se estudiará el periodo de recuperación de la inversión (payback), teniendo en cuenta la facturación de electricidad durante el año 2015.

El presupuesto es de elaboración propia a través de catálogos como Ilumitec, Cambio Energético y Orduña. A continuación se mostrará el presupuesto necesario para nuestra inversión, cuya potencia instalada se ha estimado en 15,80 kW, con el desglose de todos los componentes que configuran la instalación fotovoltaica. Además de unos costes aproximados de las cargas administrativas y proyectos necesarios.

Tabla 7: Costes de la instalación fotovoltaica

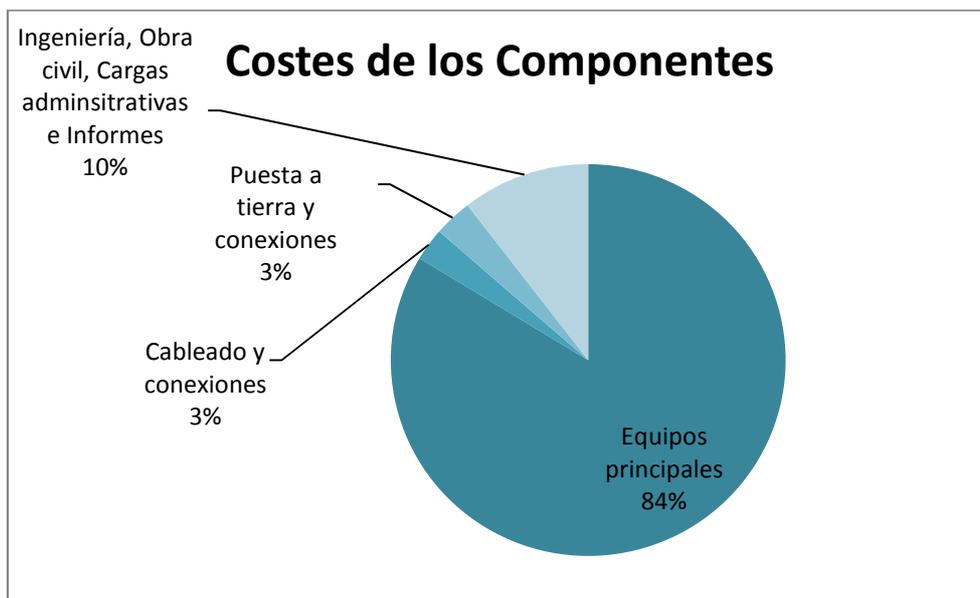
Componentes	Unidades	Costes (€)
Equipos principales		
Panel solar de 270 W monocristalino (1636 x 991 x 33 mm) modelo LDK270 de LDK	65 unidades	18200
Inversor de red 40 kW trifásico Growatt 40000TL3	2 unidades	5560
Cableado y conexiones		
Cable Unipolar flexible de 1,5mm ² GENLIS F750V General Cable	200 metros	28
Cable flexible 1x10 mm ² RZ1 - K 0,6/1 KV EXZHELLENET GENERAL CABLE (1 METRO)	35 metros	49
Cable flexible 1x95 mm ² RZ1 - K 0,6/1 KV EXZHELLENET GENERAL CABLE (1 METRO)	35 metros	400
Cable flexible 1x35 mm ² RZ1 - K 0,6/1 KV EXZHELLENET GENERAL CABLE (1 METRO)	35 metros	154
Tubo corrugado flexible Artigas de Métricas de 32mm (50 metros)	50 metros	14
Canaleta Unex 78 sin tabique 20x50	40 metros	123
Puesta a tierra y conexiones		
Caja fusible Conext Battery 250 A DC de Schneider Electric	1 unidad	291
Fusible AC - 100A Clase gG Crady (alterna)	1 unidad	11
Fusible cilíndrico 10A 10X38 curva gG (RT28-32) (Continua)	1 unidad	0,91
Fusible cilíndrico 40A 14X51 curva gG (RT28-63) (continua)	1 unidad	1,40
Descargador Sobretensiones 1000V DC CIRPROTEC	1 unidad	94
Interruptor de transferencia 10KVA 200 -250 Vac de Victron	1 unidad	380
Interruptor magnetotérmicos iC6ON 6KA Schaneider 63 A	1 unidad	27
Interruptor diferencial 4P 300 Ma Schneider de 100 ^a	1 unidad	80
Total de módulos, soportes y equipos		25413
Ingeniería, obra civil, cargas administrativas e informes.		
Proyecto de instalación fotovoltaica de 20,50 kW sobre cubierta		762
Licencia de Apertura		508

Tasas administrativas		650
Solicitud de punto de conexión (RD 1699/2011)		300
Coste de legislación (Industria)		254
Verificación del equipo de medida		500
Total Instalación Fotovoltaica		28388

Como se puede ver, de forma destacable, lo más importante de la instalación fotovoltaica, y por tanto, posee el mayor peso, son los módulos fotovoltaicos que suponen el 64 % del precio de la instalación.

Los inversores también son piezas fundamentales de la instalación, con un peso del 20 % seguido de los gastos de gestión, licencias,... con un 10% del coste.

Grafico 1. Distribución de los costes de la instalación fotovoltaica



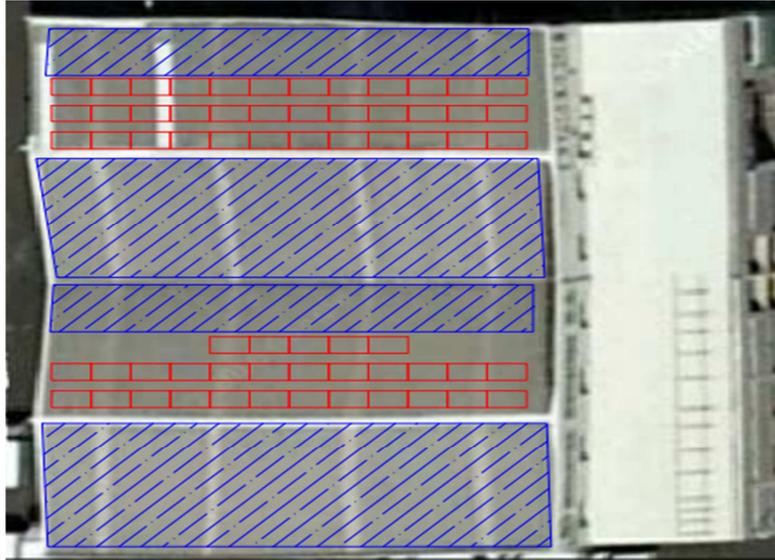


Figura 3. Distribución de los módulos fotovoltaicos y zonas afectadas por sombras

Según la característica de la cubierta a dos aguas de la nave, situación y la posición diaria del Sol, se opta por la distribución que se observa en la Figura 2.

Teniendo en cuenta que la zona rayada en color azul son zonas de posibles sombras y los cuadros rojos la ubicación de los paneles para que la irradiación solar sea más eficiente consiguiendo un mayor rendimiento.

7.3 PRODUCCIÓN ESTIMADA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

La estimación de la producción fotovoltaica para la zona donde se sitúa la instalación la obtenemos con el programa Europeo PVGIS.

Como podemos observar en la tabla, es importante la orientación que le demos a los paneles para poder optimizar la producción.

En esta instalación sobre cubierta, la orientación optima es de 30° - oeste - este, además el programa también nos calcula las pérdidas que podrían ocasionarse.

Como comentamos anteriormente, debemos tener en cuenta una serie de pérdidas que no aparecen a simple vista, clasificándolas como:

- Pérdidas por baja radiación efectiva.
- Pérdidas por temperatura.
- Pérdidas de calidad en el módulo.
- Pérdidas por polvo y suciedad.

- Pérdidas por orientación, inclinación y sombreados

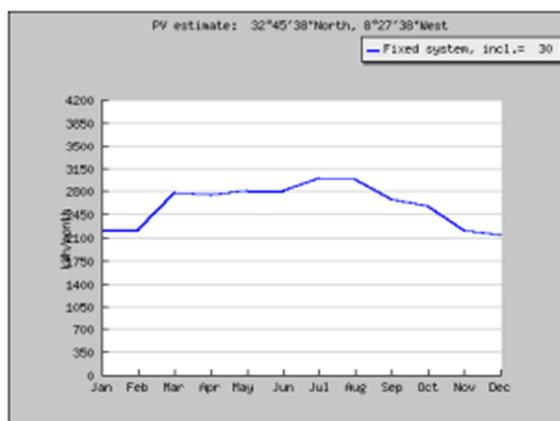
Tabla 8. Estudio de la producción media mensual de la instalación fotovoltaica

MES		kWh - 30°	kWh / mes
Enero	31	72,90	2260
Febrero	28	80,00	2240
Marzo	31	91,70	2840
Abril	30	94,50	2830
Mayo	31	93,20	2890
Junio	30	94,10	2820
Julio	31	97,00	3010
Agosto	31	96,80	3000
Septiembre	30	90,60	2720
Octubre	31	85,40	2650
Noviembre	30	74,40	2230
Diciembre	31	70,50	2180
PROMEDIO			2639
TOTAL			31.670

Tabla 9. Pérdidas estimadas de una instalación fotovoltaica

PERDIDAS ESTIMADAS	
Debido a la temperatura y niveles bajos de irradiancia	11,80%
Debido a la efectos de reflectancia angular	2,50%
Pérdidas combinadas del sistema	22,60%
Otras pérdidas	10,00%

Grafico 2. Producción mensual de energía de un sistema FV con ángulo de 30 °



Como podemos observar, la producción de energía estimada anual para la instalación fotovoltaica es de 31.670 kWh distribuida entre los diferentes meses frente a los 31.256 kWh de consumo de la nave basándonos en los datos de facturación proporcionados por la empresa para el periodo del año 2015.

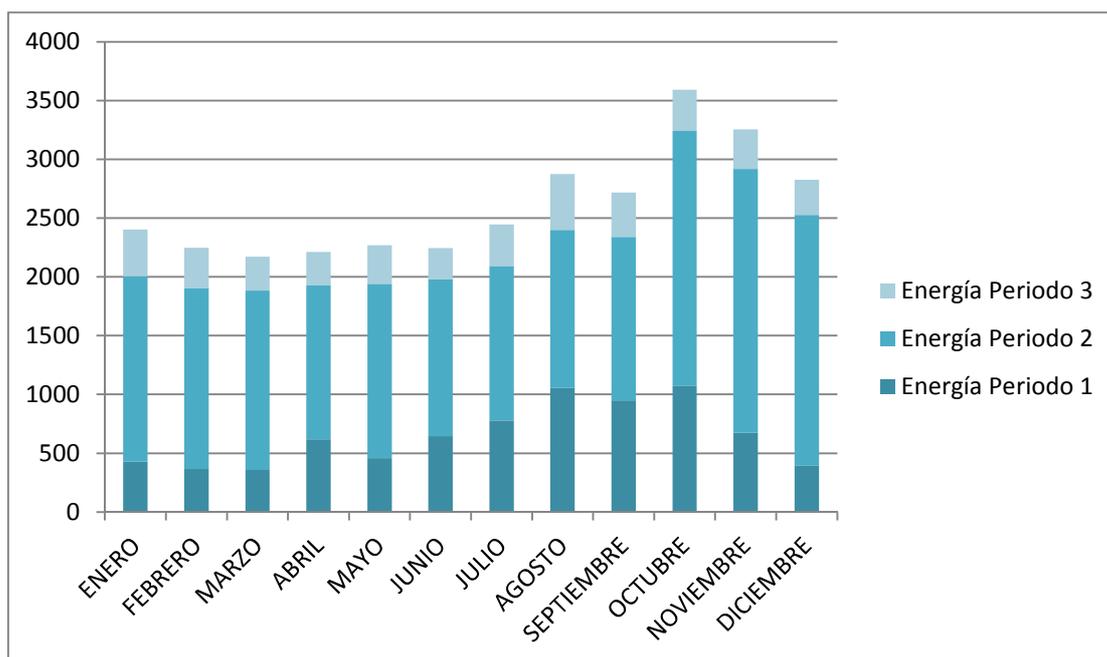
Cabe destacar, que la producción de energía se concentra en los meses centrales del año: Mayo, Junio, Julio y Agosto, suponiendo un 37% de la producción.

Comenzamos con la información proporcionada por las facturas de consumo eléctrico de la empresa distribuidora. De ella obtenemos los datos de energía mensual por periodos así como el coste del kWh en cada uno de ellos.

Tabla 10. Tabla de consumo de energético mensual de la nave

	POTENCIA P1	%	POTENCIA P2	%	POTENCIA P3	%	TOTAL	% AÑO
	kWh		kWh		kWh		kWh	
ENERO	428	17,83	1577	65,68	396	16,49	2401	7,68
FEBRERO	366	19,05	1539	68,49	342	15,22	2247	7,19
MARZO	359	19,71	1524	70,20	288	13,27	2171	6,95
ABRIL	619	19,36	1308	59,16	284	12,84	2211	7,07
MAYO	458	18,87	1483	65,39	327	14,42	2268	7,26
JUNIO	645	19,06	1335	59,44	266	11,84	2246	7,19
JULIO	780	17,50	1314	53,72	352	14,39	2446	7,83
AGOSTO	1055	14,88	1344	46,73	477	16,59	2876	9,20
SEPTIEMBRE	949	15,75	1392	51,21	377	13,87	2718	8,70
OCTUBRE	1073	11,92	2169	60,38	350	9,74	3592	11,49
NOVIEMBRE	676	13,15	2243	68,91	336	10,32	3255	10,41
DICIEMBRE	393	15,15	2133	75,50	299	10,58	2825	9,04
Total	7.801	24,96	19.361	61,94	4.094	13,10	31.256	

Gráfico 3. Gráfica de producción energética mensual de la nave industrial



Teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado, obtenemos la tabla 10 donde observamos la cantidad de energía generada por los tres periodos diferenciados en el consumo de energía.

Tabla 11. Producción energética anual por periodos.

Potencia instalada (kWp)	Energía Producida por el sistema (kWh/año)	Energía Producida Estimada en el Periodo 1 (kWh/año)	Energía Producida Estimada en el Periodo 2 (kWh/año)	Energía Producida Estimada en el Periodo 3 (kWh/año)
22,68	31.670	9.501	12.668	9.501

Tabla 12. Diferencia entre el Consumo de la nave y la producción del sistema

	CONSUMO DE RED (kWh)	PRODUCIDO POR PLACAS (kWh)	DIFERENCIA ENTRE EL CONSUMO Y PRODUCCIÓN (kWh)
ENERO	2401	2260	141
FEBRERO	2247	2240	7
MARZO	2171	2840	-669

ABRIL	2211	2830	-619
MAYO	2268	2890	-622
JUNIO	2246	2820	-574
JULIO	2446	3010	-564
AGOSTO	2876	3000	-124
SEPTIEMBRE	2718	2720	-2
OCTUBRE	3592	2650	942
NOVIEMBRE	3255	2230	1025
DICIEMBRE	2825	2180	645
Total	31256	31670	-414

En la tabla 12 podemos observar como en los meses de Enero, Febrero, Octubre, Noviembre y Diciembre, coincidiendo con los meses de menos irradiación solar, la empresa tendrá que recurrir a la energía suministrada por la red para abastecerse.

Tabla 13. Los factores de emisiones de CO2

Factores de emisiones de CO2			
	Fuente	Valores aprobados	Valores previos (****)
		kg CO2 /kWh E. final	kg CO2 /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,357	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,331	0,649
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,833	0,981
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,932	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,776	

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Turismo

Tabla 14. Emisiones de CO2 evitadas

	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh)		Kg de CO2 eq
ENERO	2401	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	1863,18
FEBRERO	2247	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	1743,67
MARZO	2171	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	1684,70
ABRIL	2211	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	1715,74
MAYO	2268	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	1759,97
JUNIO	2246	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	1742,90
JULIO	2446	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	1898,10
AGOSTO	2876	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	2231,78

SEPTIEMBRE	2718	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	2109,17
OCTUBRE	3592	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	2787,39
NOVIEMBRE	3255	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	2525,88
DICIEMBRE	2825	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	2192,20
Total	31256	kWh	0,776	Kg de CO2 eq/kWh	24254,66

Al realizar la instalación fotovoltaica la empresa reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular el CO2. En este caso la reducción estimada de CO2 se es de 24.254,66 Kg teniendo en cuenta en consumo de energía convencional en el año 2015.

7.4 ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD

Para llevar a cabo un análisis de la rentabilidad del proyecto, hay que tener en cuenta el cálculo del VAN (Valor Actual Neto) y de la TIR (Tasa Interna de Retorno), puesto que son herramientas relevantes para dar una respuesta rápida sobre la viabilidad de cualquier proyecto. El presente proyecto nos exige un **desembolso inicial de casi 30.000€**, por lo tanto debemos calcular la rentabilidad a lo largo de los años. Con el desarrollo y cálculo del VAN, podremos conocer el valor presente de un número determinado de flujos de caja futuros generados por la inversión. Para poder hacer una comparativa y decantarnos por una alternativa frente a otra, necesitamos conocer a priori los datos de consumo a los que se incurre actualmente.

Tabla 15. Consumo detallado de energía convencional

	Consumo periodo 1	Consumo periodo 2	Consumo periodo 3	Potencia	E.R	Impto. electricidad	Alquiler equipos	IGIC	Total
	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Enero	59,72	176,67	31,67	142,20	2,85	20,3	12,07	13,36	458,84
Febrero	51,59	174,60	20,99	121,28	2,46	18,54	10,3	12,15	411,92
Marzo	50,61	172,90	17,68	117,10	1,31	17,92	9,94	11,75	399,20
Abril	87,26	148,39	17,43	125,47	19,52	11,72	12,86		422,65
Mayo	64,56	168,24	20,07	138,01		18,85	10,65	12,38	432,77
Junio	90,92	151,45	16,33	117,10		18,68	9,94	12,22	416,65
Julio	109,95	149,07	21,60	121,28		20,03	10,3	13,07	445,32
Agosto	147,21	150,57	38,15	138,01		23,08	11,72	15,06	523,80
Septiembre	125,80	152,00	30,66	121,28		31,22	10,3	13,81	485,08
Octubre	142,24	236,84	28,46	138,01		27,02	11,72	17,49	601,79
Noviembre	89,61	244,92	27,32	125,47		23,81	10,65	15,43	537,22

Diciembre	52,10	232,91	24,32	121,28	0,84	21,11	10,3	13,74	476,60
Total	1071,58	2158,57	294,68	1526,52					5611,82

A continuación, para una correcta valoración de la rentabilidad de la instalación fotovoltaica, se han tenido en cuenta una serie de criterios definidos a continuación:

SALIDAS (en €):

- La inversión está constituida en su totalidad por capital propio (28.388€)
- Se estiman unos costes de mantenimiento de 300€ anuales, que aumentan cada año en un 2% respecto al año anterior.
- Los costes por reparaciones también se estima que aumenten un 2% cada año respecto al año anterior. El primer año los costes rondan los 28,39€.

ENTRADAS (en €):

- Para calcular el total en € de la energía autoconsumida, hemos tenido en cuenta el periodo de la facturación que la empresa nos ha proporcionado (01/01/2015 hasta el 31/12/2015) y estimamos un precio medio para la energía autoconsumida de 0.12080 €/kWh.
Hemos utilizado una estimación del precio de la energía a través del portal e-sios de Red Eléctrica de España, como observamos en el grafico 4 y tabla 15, debido a que un estudio más exhaustivo excede del alcance del trabajo.
A su vez, el precio medio establecido registra un incremento cada año del 5% respecto al año anterior.
- Consideramos una desgravación fiscal del 10% de la inversión sólo aplicable el primer año.

Grafico 4. PVPC desde Enero hasta Diciembre 2015

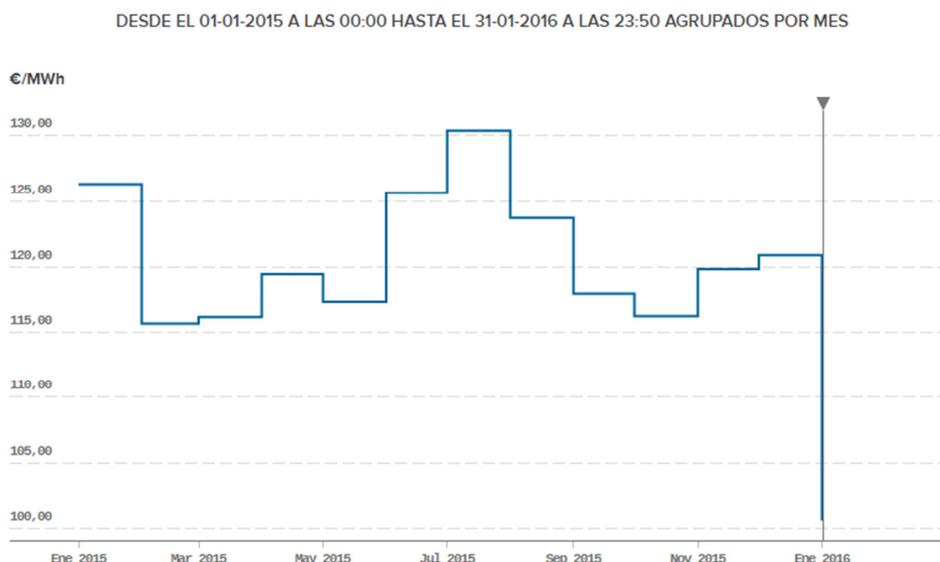


Tabla 16. Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor

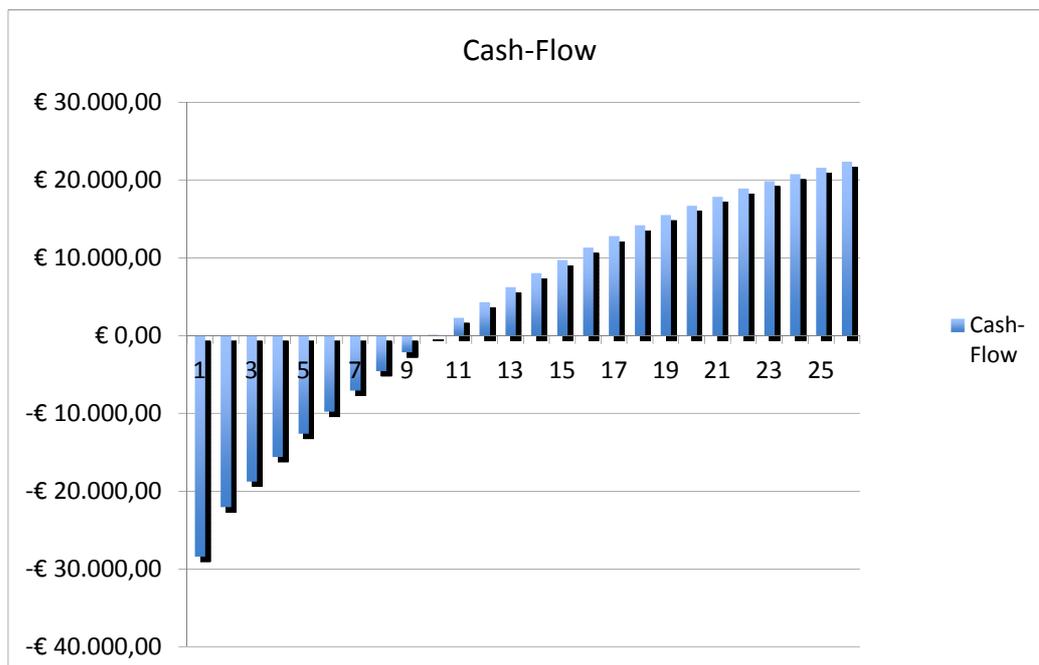
	Precio €/kWh
ENERO	0,12633
FEBRERO	0,11563
MARZO	0,11614
ABRIL	0,11948
MAYO	0,11729
JUNIO	0,12567
JULIO	0,13039
AGOSTO	0,12375
SEPTIEMBRE	0,11789
OCTUBRE	0,11621
NOVIEMBRE	0,11986
DICIEMBRE	0,12092
Total	1,44956
Precio medio	0,12080

Fuente: Red Eléctrica de España

Entendiendo por flujo de caja (Cash Flow) los flujos de entradas y salidas de caja, en un periodo dado, es un indicador importante para la liquidez de una empresa.

En la siguiente grafica se muestra la evolución del flujo de caja de la empresa en los 25 primeros años de vida de la instalación.

Grafica 5. Cash Flow



La siguiente fórmula nos permite calcular el Valor Actual Neto:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Dónde:

Vt representa los flujos de caja en cada periodo t.

I0 = valor del desembolso inicial de la inversión.

n = número de períodos considerado.

K = tipo de interés.

VAN	5071,88 €
TIR	7,63%

Si tenemos en cuenta únicamente el valor que se arroja tras el cálculo del VAN, el proyecto puede aceptarse puesto que la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida. Una vez realizado el cálculo de la TIR, y teniendo en cuenta que en este caso el valor obtenido se aproxima por redondeo al valor mínimo de referencia, (8%) *lo que exigen las empresas especializadas en este tipo de instalaciones*, podemos valorar como económicamente viable el presente proyecto.

8. CONCLUSIONES

El plan de instalación fotovoltaica descrito en este estudio, deja entrever claramente las ventajas asociadas al acogimiento de las energías renovables. Aunque a priori, la inversión inicial para llevar a cabo este tipo de proyectos es bastante alta, podemos comprobar como tal inversión se recupera, en el presente caso, en un plazo máximo de 9 años. Dicha empresa pretende que su actividad se prolongue en el tiempo, por lo que tal alternativa resulta viable; si a esto le sumamos que las placas solares gozan de una vida útil de unos 25 años, no resulta extraño considerar que esta iniciativa, lejos de ser ambiciosa, es un recurso inagotable y limpio que resulta imprescindible explotar.

Si las ventajas económicas a largo plazo las unimos al impacto positivo que se produce en el medioambiente con la indiscutible reducción en emisiones de gases de efecto invernadero (emisiones de CO₂, entre otras) y la conciencia social en materia del calentamiento global, resulta más que evidente suponer que las energías renovables en el Archipiélago representan la salida. La salida para dejar de sufrir por las tensiones de precios de los mercados internacionales, la salida por la creación de un sistema sostenible y la salida por abrir un gran abanico de posibilidades a las industrias de las renovables, entre ellas la fotovoltaica, y a aquellos inversores públicos y privados que apuesten por este tipo de tecnologías.

A pesar de los diversos cambios en la legislación de la energía fotovoltaica y no ser la energía renovable más competitiva en costes, sigue siendo rentable la inversión en sistemas de este tipo, el autoconsumo, y poder suministrar la energía necesaria para el funcionamiento.

Con este trabajo fin de grado hemos querido ayudar a la sostenibilidad energética del país promoviendo las energías renovables y así conseguir las expectativas y compromisos adquiridos por el país con el protocolo de Kioto.

9. BIBLIOGRAFIA

- A. Puerto Martín, J.A.García Rodríguez. (1986). “La Contaminación Atmosférica” -Diccionario de la Naturaleza. Hombre, Ecología, Paisaje. pp 250. ESPASA, CALPE, Barcelona.
- J.C. Schallenberg (Octubre 2000). “Las energías renovables en Canarias”
- Boletín Oficial del Estado (BOE): Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-10927.

Gobierno de Canarias:

<http://www.gobiernodecanarias.org/ceic/energia/temas/energiaelectrica>.

- Gobierno de Canarias: manual sobre instalaciones eléctricas de generación para autoconsumo total en el ámbito de la comunidad autónoma de Canarias: régimen jurídico y procedimiento administrativo. http://es.krannich-solar.com/fileadmin/content/pdf/spain/Legislacion/Autoconsumo_Canarias.pdf
- UNESCO (5 de Febrero de 2009). Educación para el Desarrollo Sostenible. Objetivos: <http://portal.unesco.org/education/es/ev.php>
- Pérez, V. (9 de agosto 2015). El calor de los volcanes puede generar electricidad en Canarias. Diario de Avisos: <http://www.diariodeavisos.com/2015/08/calor-volcanes-puede-generar-electricidad-en-canarias/>
- Northgate. (17 de Febrero de 2016). El desarrollo sostenible: <http://www.northgateplc.es/northgate-con-el-desarrollo-sostenible/>
- Northgate. (5 de Abril de 2016). Se incorpora a AEDIVE: <http://www.northgateplc.es/northgate-se-incorpora-a-la-asociacion-empresarial-para-el-desarrollo-e-impulso-del-vehiculo-electrico/>
- Canarias impulsará las energías eólica, geotérmica y fotovoltaica (31 de marzo 2016). La Opinión de Tenerife: <http://www.laopinion.es/canarias/2016/03/30/canarias-impulsara-energias-eolica-geotermica/665117.html>