



MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Análisis técnico económico del sistema energético
de Florida y comparación con el modelo español

Autor: Santiago Arias Merchante

Director: Jaime Navarro Ocón

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
"Análisis técnico económico del sistema energético de Florida y
comparación con el modelo español"
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2022/2023 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Santiago Arias Merchante

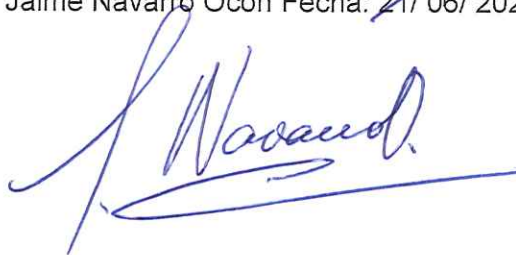
Fecha: 21/06/23



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Jaime Navarro Ocón Fecha: ³⁰21/06/2023





MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Análisis técnico económico del sistema energético de
Florida y comparación con el modelo español

Autor: Santiago Arias Merchante

Director: Jaime Navarro Ocón

Madrid

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL SISTEMA ENERGÉTICO DE FLORIDA Y COMPARACIÓN CON EL MODELO ESPAÑOL.

Autor: Arias Merchante, Santiago.

Director: Navarro Ocón, Jaime.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

En este trabajo se ha realizado un análisis tanto técnico como económico del sistema energético de Florida. En primer lugar se ha presentado la política energética de Florida, después se ha analizado el mix energético y se ha realizado una comparativa con el modelo español, se han estudiado también las posibles razones por las que Florida tiene un uso de renovables tan bajo y se han realizado distintas recomendaciones que pueden impulsar el uso de las renovables. Por último, tras estudiar la regulación del sistema eléctrico tanto en Florida como en España, se ha hecho un análisis económico y una comparativa general.

Palabras clave: mix energético, energías renovables, solar eólica, combustibles fósiles. Mercado marginalista, sistema nodal.

1. Introducción

La península de Florida se extiende casi 725 kilómetros hacia el sur desde la frontera con Georgia hasta los Cayos de Florida en el Golfo de México e incluye el punto más meridional del territorio continental de Estados Unidos. Conocido como el Estado del Sol, Florida tiene un importante potencial de energía solar, así como importantes recursos de biomasa y pequeñas cantidades de producción de petróleo y grandes de gas natural. Las cálidas aguas de la corriente del Golfo envuelven gran parte del litoral marino del estado y moderan el clima de Florida, que va de tropical a subtropical. El Golfo de México y el Océano Atlántico hacen que el estado sea uno de los más húmedos del país, con frecuentes tormentas de verano y ocasionales huracanes devastadores. Como resultado, Florida ha recibido más impactos directos de tormentas tropicales y huracanes que cualquier otro estado de la nación.

Hasta el siglo XX, Florida era un estado mayoritariamente rural y escasamente poblado, pero ha sido uno de los estados que más rápido ha crecido en el último siglo, en parte porque el uso de aire acondicionado se ha generalizado (lo que permite combatir el calor) y por la popularidad del estado como destino turístico y de jubilación. Florida es el tercer estado más poblado y el tercero que más energía consume del país. Sin embargo, Florida ocupa el cuarto lugar en consumo de energía per cápita, en parte debido a su gran población, su clima invernal moderado y el uso relativamente bajo de energía en el sector industrial. El sector del transporte, que incluye la energía utilizada por los automóviles, trenes, aviones y barcos que traen a los muchos turistas que visitan las playas y atracciones de Florida, lidera el consumo de energía de uso final, y representó alrededor de dos quintas partes del uso total de energía del estado en 2019.

El gas natural es la principal fuente de energía de Florida, ocupando un 75,1% del mix energético total, la energía nuclear ocupa un 13,3% de la producción y únicamente un 5,2% es carbón. Un dato sorprendente es que únicamente el 6,3% de la energía producida proviene

de renovables. Además sólo un 2,7% es solar, esto es curioso en un estado que en Estados Unidos se conoce como “Estado del Sol”, es decir, Florida tiene una gran cantidad de luz solar durante todo el año, la cual no se está aprovechando.

2. Definición del Proyecto

En el Proyecto se hará un análisis del sistema energético de Florida, estudiando las distintas regulaciones que hay respecto a los combustibles fósiles y a las energías renovables.

Se estudiará cada tipo de energía (petróleo, carbón, gas natural, energías renovables) individualmente y se comparará cada una con su correspondiente en el modelo español, además de hacer un comparativa general entre ambos.

Se estudiarán cuales son las razones del bajo uso de renovables así como el futuro de estas en en Florida, viendo que proyectos han puesto ya han marcha y que proyectos pretenden implementar. Además se realizarán una serie de recomendaciones personales con las que se puede mejorar el mix energético.

Finalmente se hará un análisis económico, comparando el mercado eléctrico de España (sistema marginalista) con el de Florida (sistema nodal) así como las regulaciones de los dos sistemas eléctricos.

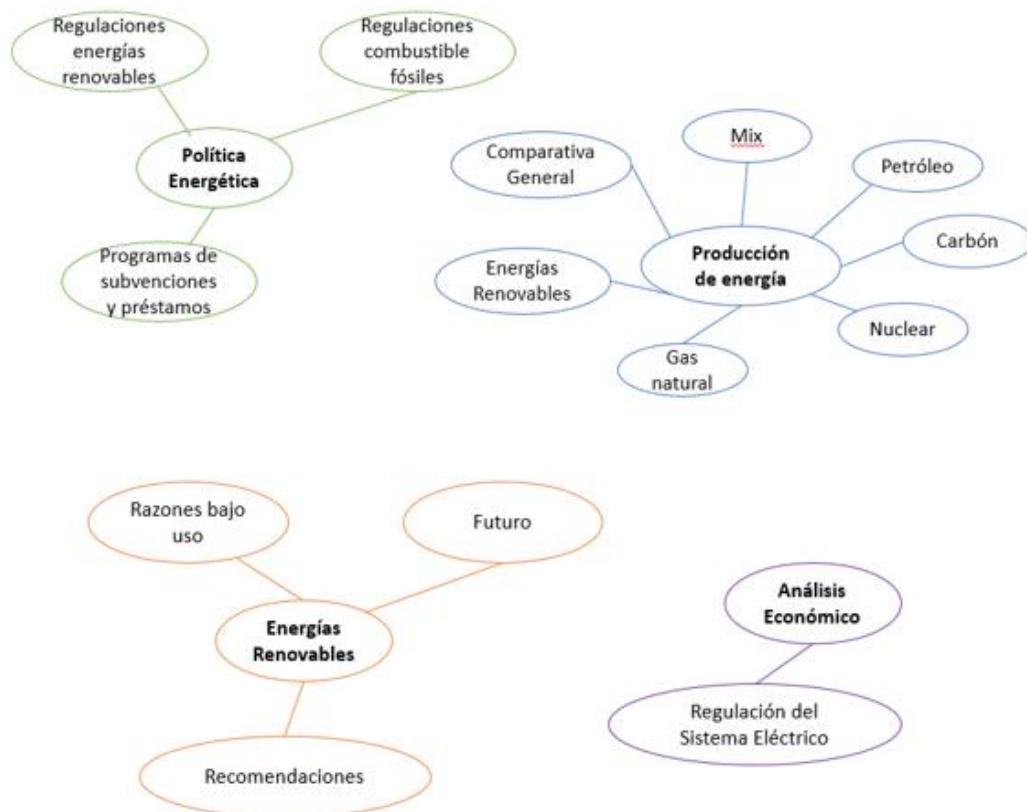


Ilustración 1: Esquema desarrollo del trabajo

3. Resultados

El gas natural ocupa el 75% de la producción energética de Florida, esto es debido a que es una fuente de energía relativamente barata, abundante y flexible, y estos factores han contribuido a su alto uso en la combinación energética de Florida. Sin embargo, el gas natural sigue siendo un combustible fósil, y su uso contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero y al cambio climático. Como resultado, existe un creciente interés en la transición a fuentes de energía más limpias y renovables en Florida y en todo el mundo.

Además, el uso de energía renovable en Florida sigue siendo relativamente bajo debido a una combinación de obstáculos regulatorios, altos costes de la tecnología de energía renovable, la combinación de la dominación de los servicios públicos, los bajos precios de la electricidad, las preocupaciones por los huracanes y la falta de incentivos la dependencia del estado de las fuentes de energía tradicionales. Sin embargo, hay algunos desarrollos positivos que podrían conducir a un mayor uso de energía renovable en el futuro. A medida que el coste de la tecnología de energía renovable continúa disminuyendo, y a medida que los entornos regulatorios se vuelven más favorables, es posible que la energía renovable desempeñe un papel más importante en la combinación energética de Florida en los próximos años. Sin embargo, serán necesarios esfuerzos continuos para promover el desarrollo de energía renovable en Florida para realizar este potencial.

Por último, en el ámbito económico, el sistema marginalista de España como el nodal de Florida comparten varias ventajas, ya que permiten a los participantes gestionar mejor sus condiciones de oferta y demanda, ya que les da más flexibilidad para decidir cuánta electricidad necesitan y cuándo la usarán. Además, un generador eficiente puede asegurar un suministro de bajo coste en nombre de sus clientes y proporcionar precios más bajos que sus competidores. Por último, al aplicar un precio uniforme "en el último punto de entrega de energía", facilita el comercio entre proveedores de diferentes zonas.

4. Conclusiones

Florida podría aprender del gran desarrollo que ha tenido España en el ámbito de las energías renovables. España ha demostrado liderazgo en políticas de energías renovables, diversificación del mix energético, inversión en infraestructura de red, implementación de políticas y regulaciones favorables, y esfuerzos en eficiencia energética. Estos son aspectos en los que Florida puede enfocarse para mejorar su sistema energético en el futuro. Además, se destaca la importancia de no prometer cosas que no se puedan cumplir, aprendiendo de la experiencia de España en el manejo de las primas a las energías renovables

En conclusión, puede haber un buen futuro para la energía renovable en Florida. El compromiso del estado de reducir su huella de carbono, combinado con abundante luz solar y otros recursos renovables, lo convierten en un lugar ideal para el desarrollo de energía renovable. Si bien ciertamente hay desafíos que deben abordarse, el crecimiento de la energía renovable en Florida es una señal positiva para el futuro energético del estado. Si el estado empieza a invertir en energía renovable y abordar los desafíos que enfrenta, podría convertirse en un líder en la transición hacia un futuro de energía limpia.

5. Referencias

- [1] The Florida Senate - Florida Statutes - <https://www.flsenate.gov/laws/statutes/2011/163.04>
- [2] Florida Trend - A profile of Florida's climate, sustainability and energy consumption- <https://www.floridatrend.com/article/33059/a-profile-of-floridas-climate-sustainability-and-energy-consumption>
- [3] EIA – U.S Energy Information Administration - <https://www.eia.gov/state/analysis.php?sid=FL#:~:text=in%20the%20nation,-.Florida%20is%20the%20second%2Dlargest%20producer%20of,in%20the%20nation%2C%20after%20Texas.&text=In%202021%2C%20natural%20gas%20fueled,generation%20a re%20natural%20gas%2Dfired>
- [4] The Equation - Where Florida's Electricity Comes From, and How It Can Do Better - <https://blog.ucsusa.org/john-rogers/where-florida-electricity-comes-from-and-how-it-can-do-better-617/>

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL SISTEMA ENERGÉTICO DE FLORIDA Y COMPARACIÓN CON EL MODELO ESPAÑOL.

Author: Arias Merchante Santiago.

Supervisor: Navarro Ocón, Jaime.

Collaborating Entity: ICAI– Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

In this work, both a technical and economic analysis of Florida's energy system has been carried out. In the first place, Florida's energy policy has been presented, then the energy mix has been analyzed and a comparison with the Spanish model has been made, the possible reasons why Florida has such a low use of renewables have also been studied and different recommendations have been made that can boost the use of renewables. Finally, after studying the regulation of the electricity system in both Florida and Spain, an economic analysis and a general comparison has been done.

Keywords: Energy mix, renewable energies, solar wind, fossil fuels. Marginal market, nodal system.

1. Introduction

The Florida peninsula stretches nearly 725 kilometers south from the Georgia border to the Florida Keys in the Gulf of Mexico and includes the southernmost point of the continental United States. Florida who is known as the sunshine state, has a lot of solar potential, and also good biomass resources, including little amounts of oil production and a huge amount of natural gas. The warm waters of the Gulf Stream envelop much of the state's seashore and moderate Florida's climate, which ranges from tropical to subtropical. The Gulf of Mexico and Atlantic Ocean make the state one of the wettest in the country, with frequent summer storms and occasional devastating hurricanes.

Until the twentieth century, Florida was a mostly rural and sparsely populated state, but it has been one of the fastest-growing states in the last century, in part because air conditioning has become widespread (which allows you to combat the heat) and because of the state's popularity as a tourist and retirement destination. Florida is the third most populous state and the third most energy consuming in the country. However, Florida ranks fourth in per capita energy consumption, in part due to its large population, moderate winter climate, and relatively low energy use in the industrial sector. The transportation sector, which includes the energy used by the cars, trains, planes and ships that bring the many tourists who visit Florida's beaches and attractions, leads in end-use energy consumption, accounting for about two-fifths of the state's total energy use in 2019.

Natural gas is Florida's main source of energy, occupying 75.1% of the total energy mix, nuclear energy occupies 13.3% of production and only 5.2% is coal. A surprising fact is that only 6.3% of the energy produced comes from renewables. In addition only 2.7% is solar, this is curious in a state that in the United States is known as "State of the Sun", that is, Florida has a large amount of sunlight throughout the year, which is not being used.

2. Project Definition

The Project will analyze Florida's energy system, studying the different regulations that exist regarding fossil fuels and renewable energies.

Each type of energy (oil, coal, natural gas, renewable energies) will be studied individually and each one will be compared with its corresponding in the Spanish model, in addition to making a general comparison between both.

They will study what are the reasons for the low use of renewables as well as the future of these in Florida, seeing what projects have already been launched and what projects they intend to implement. In addition, a series of personal recommendations will be made with which the energy mix can be improved.

Finally, an economic analysis will be made, comparing the electricity market of Spain (marginalist system) with that of Florida (nodal system) as well as the regulations of the two electricity systems.

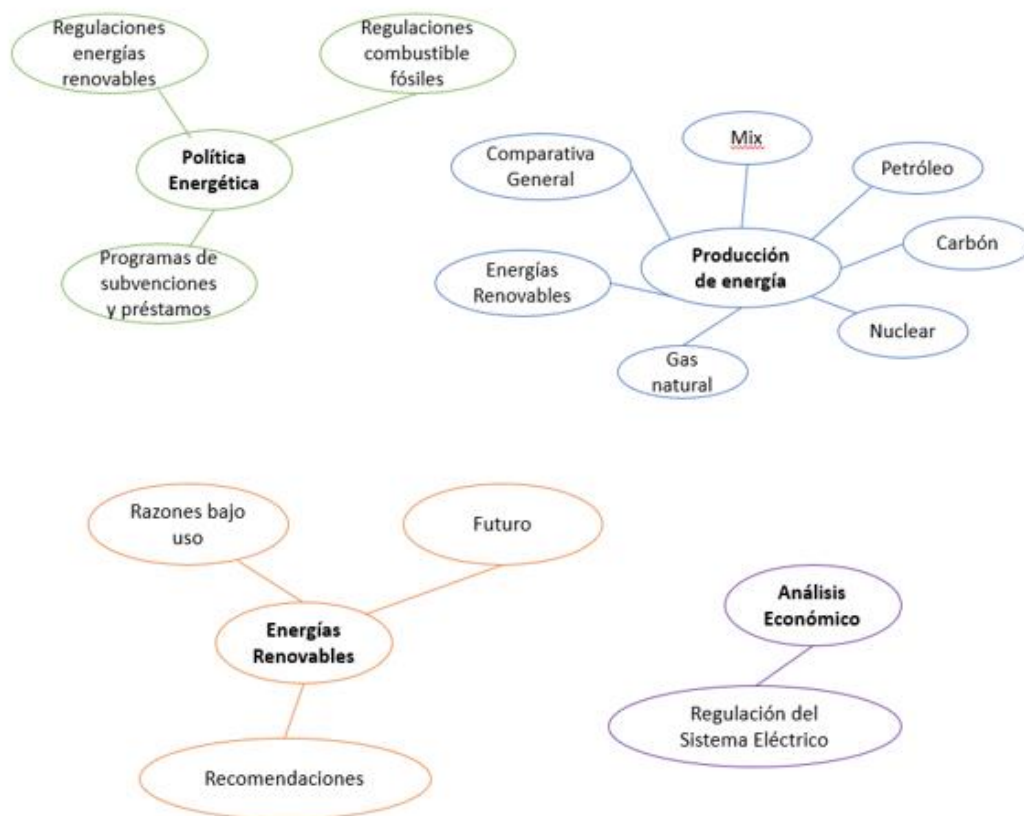


Ilustración 2: Work development scheme

3. Results

Natural gas occupies 75% of Florida's energy production, this is because it is a relatively cheap, abundant and flexible energy source, and these factors have contributed to its high use in Florida's energy mix. However, natural gas remains a fossil fuel, and its use contributes to greenhouse gas emissions and climate change. As a result, there is growing interest in transitioning to cleaner, renewable energy sources in Florida and around the world.

In addition, renewable energy use in Florida remains relatively low due to a combination of regulatory hurdles, high costs of renewable energy technology, the combination of utility dominance, low electricity prices, hurricane concerns, and the state's lack of incentives for reliance on traditional energy sources. However, there are some positive developments that could lead to increased use of renewable energy in the future. As the cost of renewable energy technology continues to decline, and as regulatory environments become more favorable, renewable energy is likely to play a bigger role in Florida's energy mix in the coming years. However, continued efforts to promote renewable energy development in Florida will be necessary to realize this potential.

Finally, in the economic sphere, Spain's marginalist system and Florida's nodal system share several advantages, as they allow participants to better manage their supply and demand conditions, as it gives them more flexibility to decide how much electricity they need and when they will use it. In addition, an efficient generator can ensure a low-cost supply on behalf of its customers and provide lower prices than its competitors. Finally, by applying a uniform price "at the last point of energy delivery", it facilitates trade between suppliers in different areas.

4. Conclusions

Florida could learn from the great development that Spain has had in the field of renewable energies. Spain has demonstrated leadership in renewable energy policies, diversification of the energy mix, investment in grid infrastructure, implementation of favorable policies and regulations, and energy efficiency efforts. These are areas Florida can focus on to improve its energy system in the future. In addition, the importance of not promising things that cannot be fulfilled is highlighted, learning from Spain's experience in the management of renewable energy premiums.

In conclusion, there may be a good future for renewable energy in Florida. The state's commitment to reducing its carbon footprint, combined with abundant sunlight and other renewable resources, make it an ideal location for renewable energy development. While there are certainly challenges that need to be addressed, the growth of renewable energy in Florida is a positive sign for the state's energy future. If the state starts investing in renewable energy and addressing the challenges it faces, it could become a leader in transitioning to a clean energy future.

5. References

- [1] The Florida Senate - Florida Statutes - <https://www.flsenate.gov/laws/statutes/2011/163.04>
- [2] Florida Trend - A profile of Florida's climate, sustainability and energy consumption- <https://www.floridatrend.com/article/33059/a-profile-of-floridas-climate-sustainability-and-energy-consumption>
- [3] EIA – U.S Energy Information Administration - <https://www.eia.gov/state/analysis.php?sid=FL#:~:text=in%20the%20nation,-.Florida%20is%20the%20second%2Dlargest%20producer%20of,in%20the%20nation%2C%20after%20Texas.&text=In%202021%2C%20natural%20gas%20fueled,generation%20are%20natural%20gas%2Dfired>
- [4] The Equation - Where Florida's Electricity Comes From, and How It Can Do Better - <https://blog.ucsusa.org/john-rogers/where-florida-electricity-comes-from-and-how-it-can-do-better-617/>

Índice

1. Introducción	15
1.1 Estado de la cuestión	16
1.2 Motivación del Proyecto	18
1.3 Estructura del proyecto.....	19
2. Política Energética de Florida	20
2.1 Regulaciones del Gas Natural y Petróleo	20
2.2 Fracking.....	21
2.3 Regulación de las energías Renovables.....	22
2.4 Programas de Subvenciones y Préstamos.....	24
3. Producción de Energía y Diferencias con España	27
3.1 Mix Energético	27
3.2 Petróleo.....	28
3.3 Carbón	29
3.4 Nuclear	30
3.5 Gas Natural.....	31
3.5.1 Razones del Alto Nivel del gas natural.....	33
3.6 Energías Renovables	34
3.7 Comparativa general.....	37
4. Razones del bajo uso de las renovables	39
5. Futuro de las renovables en Florida.....	41
5.1 Ley De Futuro de Energía Limpia.....	43
5.2 Solar Together de FPL	44
6. Recomendaciones para mejorar el mix	45
7. Regulación del Sistema Eléctrico	50
8. Análisis económico.....	53
El Mercado Eléctrico	54
9. Comparativa general.....	56
10. Conclusión	59
11. Bibliografía.....	61
Anexo I. Ejemplo Fijación del Precio.....	64

Índice de Figuras

Figura 1: Consumo energético por sectores	16
Figura 2: Consumo de electricidad por estado en TWh	17
Figura 3: Objetivos del desarrollo sostenible	19
Figura 4: método de extracción de gas natural por fracking	22
Figura 5: Estados con programas de subvenciones para energías renovables.....	25
Figura 6:Estados con programas de préstamos para energías renovables	26
Figura 7:Mix Energético de Florida	27
Figura 8: Mix energético de España	28
Figura 9: Ubicación centrales nucleares en Florida.....	30
Figura 10: Ubicación centrales nucleares en España.....	31
Figura 11:Gaseoductos de gas natural en Florida.....	32
Figura 12: Potencia solar fotovoltaica instalada en España de 2010 a 2022 (en MW)	35
Figura 13:Potencia solar fotovoltaica instalada en Florida de 2010 a 2022 (en MW)	36
Figura 14: Mix actual y proyectado a 10 años.....	41
Figura 15:Contribución del biometano a la economía circular	46
Figura 16: Parque eólico marino	48
Figura 17: Zonas de riesgo durante los huracanes y velocidad máxima del viento	48
Figura 18: División del sistema eléctrico de Estados Unidos	50
Figura 19: Organismos encargados del sistema energético de Florida	52
Figura 20:Organismos encargados del sistema energético español.....	52
Figura 21: Consumo de energía per capita	53
Figura 22: Funcionamiento general del mercado eléctrico	57
Figura 23: Precios ficticios fijados por las centrales	64
Figura 24: Demanda por horas	65

1. INTRODUCCIÓN

La península de Florida se extiende casi 725 kilómetros hacia el sur desde la frontera con Georgia hasta los Cayos de Florida en el Golfo de México e incluye el punto más meridional del territorio continental de Estados Unidos. El límite norte del estado se extiende unos 580 kilómetros desde el Océano Atlántico a través del Panhandle de Florida (así se conoce a la zona noroeste del estado) hasta el río Perdido, el límite occidental es el estado de Alabama. Conocido como el Estado del Sol, Florida tiene un importante potencial de energía solar, así como importantes recursos de biomasa y pequeñas cantidades de producción de petróleo y grandes de gas natural. Las cálidas aguas de la corriente del Golfo envuelven gran parte del litoral marino del estado y moderan el clima de Florida, que va de tropical a subtropical. El Golfo de México y el Océano Atlántico hacen que el estado sea uno de los más húmedos del país, con frecuentes tormentas de verano y ocasionales huracanes devastadores. Como resultado, Florida ha recibido más impactos directos de tormentas tropicales y huracanes que cualquier otro estado de la nación.

Hasta el siglo XX, Florida era un estado mayoritariamente rural y escasamente poblado, pero ha sido uno de los estados que más rápido ha crecido en el último siglo, en parte porque el uso de aire acondicionado se ha generalizado (lo que permite combatir el calor) y por la popularidad del estado como destino turístico y de jubilación. Florida es el tercer estado más poblado y el tercero que más energía consume del país. Sin embargo, Florida ocupa el cuarto lugar en consumo de energía per cápita, en parte debido a su gran población, su clima invernal moderado y el uso relativamente bajo de energía en el sector industrial. El sector del transporte, que incluye la energía utilizada por los automóviles, trenes, aviones y barcos que traen a los muchos turistas que visitan las playas y atracciones de Florida, lidera el consumo de energía de uso final, y representó alrededor de dos quintas partes del uso total de energía del estado en 2019.

En la *Figura 1*, se puede observar un informe del eia de 2019, en el que se aprecia que el sector transportes consumió casi un 40% de la energía producida. El sector residencial, en el que casi todos los hogares utilizan aire acondicionado, representó más de una cuarta parte del consumo energético del estado, un 27%. El sector comercial de Florida representó más de una quinta parte (22,1%) del uso energético del estado y el sector industrial representó algo más de una décima parte.

En general, Florida consume casi ocho veces más energía de la que produce.

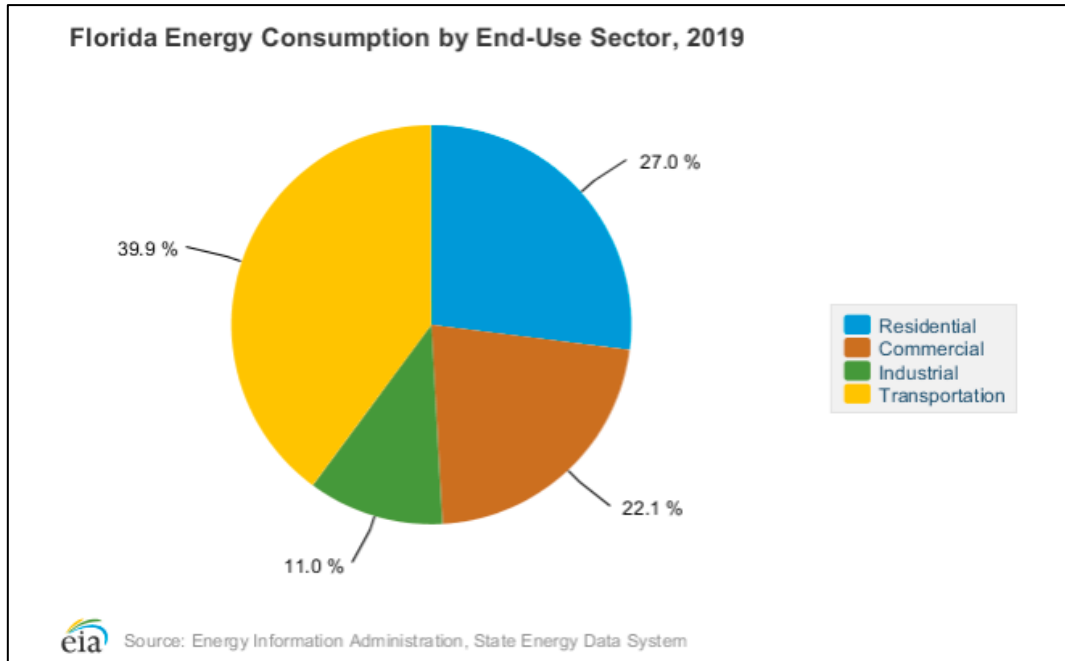


Figura 1: Consumo energético por sectores

1.1 ESTADO DE LA CUESTIÓN

Florida es el segundo mayor productor de electricidad del país, después de Texas. En 2020, el gas natural alimentó tres cuartas partes de la generación neta de Florida, y 8 de las 10 mayores centrales eléctricas del estado por capacidad y por generación son de gas natural. El gas natural ha alimentado la mayor parte de la generación eléctrica de Florida desde 2003, cuando superó la contribución del carbón por primera vez.

Florida también lidera la nación en cuanto a generadores que pueden cambiar entre gas natural y petróleo. Aunque las plantas de energía alimentadas con petróleo proporcionaron menos del 0,1% de la generación de Florida en 2020, los líquidos de petróleo siguen siendo una importante fuente de combustible de respaldo en muchas de las plantas de energía alimentadas con gas natural del estado. En 2020, casi dos tercios de las plantas de energía alimentadas con gas natural del estado podrían cambiar a combustibles de petróleo en caso de interrupciones en el suministro de gas natural.

La segunda mayor fuente de generación estatal en Florida es la energía nuclear. Hay cinco reactores nucleares en tres lugares de Florida, cuatro de ellas en funcionamiento. Estas cuatro centrales suelen proporcionar más de una décima parte de la generación neta del estado. Las centrales eléctricas de carbón suministraron alrededor del 7% de la generación neta de Florida en 2020, frente al 36% en 2001. Los recursos renovables, principalmente la energía solar y la biomasa, además del petróleo y la generación en plantas industriales que utilizan múltiples combustibles, representaron casi toda la generación neta restante en Florida. Casi todas las adiciones recientes y planificadas de capacidad de generación del estado están alimentadas por gas natural o por energía solar.

Como podemos ver en la *Figura 2*, Florida es el tercer mayor consumidor de electricidad del país con 241,56 tera vatios hora, y está por detrás de Texas y California. Sin embargo, el estado no produce suficiente electricidad para satisfacer sus necesidades energéticas, y se

espera que la demanda de electricidad aumente a medida que la población del estado siga creciendo.

El sector residencial, en el que más de 9 de cada 10 hogares de Florida utilizan la electricidad como principal fuente de energía para la calefacción y el aire acondicionado, consume más de la mitad de la electricidad utilizada en Florida, la mayor proporción de todos los estados. El sector comercial representa aproximadamente dos quintas partes del consumo del estado, y el sector industrial utiliza la mayor parte del resto. El sector del transporte utiliza una cantidad muy pequeña de electricidad. Sin embargo, Florida es el segundo estado con mayor número de vehículos eléctricos registrados, después de California, y hay más de 2.300 estaciones de carga de vehículos eléctricos de acceso público en el estado.

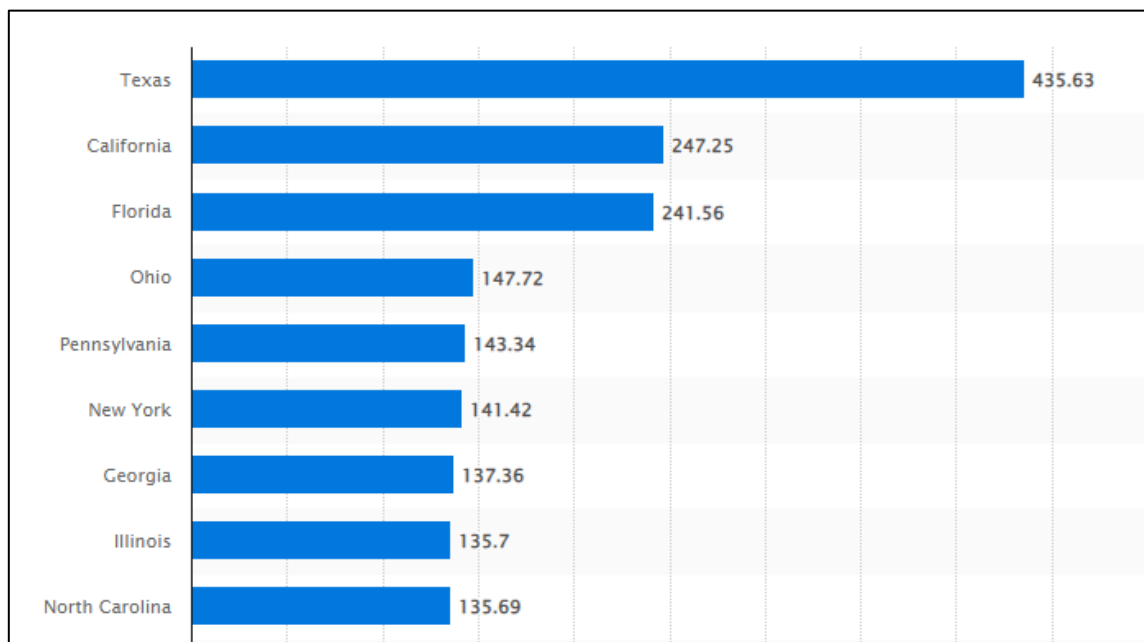


Figura 2: Consumo de electricidad por estado en TWh

1.2 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

La motivación de este proyecto es estudiar el mix energético de Florida. Sorprendentemente, únicamente un 6,3% de la energía producida en Florida es renovable, y es sobre todo solar y biomasa. Este es un porcentaje demasiado bajo y se considera que se puede mejorar, así que en este proyecto se propondrán mejoras a implementar para poder aumentar así el uso de renovables en Florida. También tiene dos centrales hidroeléctricas en el norte de Florida que suministran una pequeña cantidad de energía. Sin embargo, el terreno llano del estado ofrece a Florida pocas oportunidades para el desarrollo de la energía hidroeléctrica. El estado no tiene recursos eólicos significativos, ni en tierra ni en el mar, y no hay capacidad de generación de energía eólica a escala de servicios públicos.

Florida no cuenta con un estándar de cartera de energía renovable, pero tiene incentivos estatales y locales, créditos fiscales y programas de préstamos para ciertas tecnologías de energía renovable. El estado ha adoptado normas de medición neta e interconexión para las instalaciones de generación de energía renovable ubicadas por los clientes. Las empresas de servicios públicos de Florida también tienen objetivos individuales de eficiencia energética establecidos por la Comisión de Servicios Públicos de Florida.

La universidad de Florida forma parte del Florida Energy Systems Consortium (FESC), fue creado por el gobierno del Estado de Florida para promover la colaboración entre los expertos en energía de las 12 universidades que lo apoyan, con el fin de compartir conocimientos relacionados con la energía. El consorcio ayuda al estado a desarrollar y aplicar un plan estratégico de energía compatible con el medio ambiente, sostenible y eficiente. El Consorcio se encarga de "investigar y desarrollar sistemas energéticos innovadores que conduzcan a estrategias energéticas alternativas, a una mayor eficiencia energética y a un mayor desarrollo económico para el Estado". Con la ayuda de este colectivo, se va a estudiar también como se puede mejorar el sistema energético de Florida, y que cosas se pueden aprender del sistema español España.

Entre los objetivos del proyecto se encuentra el de cumplir algunos puntos de los objetivos del desarrollo sostenible. Los ODSs con los que se alinea el proyecto son los siguientes:

- Objetivo número 7. “Energía asequible y no contaminante: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna”: El proyecto está centrado en el análisis de varias energías renovables. Además se propondrá varias soluciones para ver cómo se puede aumentar el uso de estas en Florida.
- Objetivo número 11. “Ciudades y Comunidades Sostenibles: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.”: Además de mejorar el uso de energías renovables, se va a estudiar cómo se va a mejorar el sistema energético de Florida.
- Objetivo número 13. “Acción por el clima: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.” Tanto el aumento del uso de energías renovables como la mejora en la eficiencia energética son acciones que conllevan una mejora en el cambio climático.



Figura 3: Objetivos del desarrollo sostenible

1.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El proyecto se va a estructurar en 10 capítulos, en los que se abordarán distintas partes:

En el capítulo 1, que es el presente, se ha expuesto el estado de la cuestión, la motivación y la estructura del proyecto.

En el capítulo 2, se han desarrollado los aspectos más importantes de la política energética de Florida, teniendo en cuenta las regulaciones de las distintas energías y los programas de subvenciones y préstamos.

En el capítulo 3, se ha desarrollado el mix energético de Florida, analizando las distintas fuentes de generación tanto de Florida como de España, y se ha hecho una comparativa de ambas.

En el capítulo 4 se han expuesto las distintas razones por las que creo que el uso de renovables es tan bajo en Florida.

En el capítulo 5 se ha estudiado cual va a ser el futuro de las energías renovables en Florida, así como los distintos proyectos que el gobierno de Florida está poniendo en marcha.

En el capítulo 6 se han expuesto varias recomendaciones con las que, en mi opinión, se puede mejorar el mix energético de Florida.

En el capítulo 7 se han estudiado los distintos organismos que regulan el sistema eléctrico tanto en España como en Florida.

En el capítulo 8 se ha estudiado la regulación del mercado eléctrico, viendo las similitudes y diferencias entre el sistema marginalista español con el sistema nodal de Florida.

En el capítulo 9 se ha hecho una comparativa más general entre el sistema eléctrico español y el de Florida.

En el capítulo 10 se exponen a las conclusiones que se han llegado tras el desarrollo del proyecto.

2. POLÍTICA ENERGÉTICA DE FLORIDA

2.1 REGULACIONES DEL GAS NATURAL Y PETRÓLEO

El Programa de Petróleo y Gas del Departamento de Protección Ambiental de Florida (Florida Department of Environmental Protection) se encarga de supervisar la producción de gas natural y petróleo en todo el Estado. El programa regula la conservación de los recursos de petróleo y gas, la perforación de pozos, la salud y la seguridad humana, y la protección del medio ambiente. El Capítulo 377 de los estatutos de Florida (Se pueden encontrar en el siguiente [enlace](#)) establece las regulaciones estatales de petróleo y gas. Entre las que destacan:

- **377.2411** Derecho legal a perforar, desarrollar o explorar. Antes de solicitar un permiso de perforación, el solicitante u operador debe adquirir un derecho legal para perforar o explorar los minerales dentro de una unidad de perforación.
- **377.242 Permiso para perforar o explorar y extraer a través de pozos o por otros medios.** Se necesitan expedir permisos para la perforación, exploración o producción de petróleo, gas u otros productos derivados del petróleo que vayan a extraerse de debajo de la superficie de la tierra, incluidas las tierras sumergidas, únicamente a través del pozo perforado para obtener petróleo, gas y otros productos derivados del petróleo.
- **377.2433 Protección de las instalaciones de almacenamiento de gas natural;** El departamento no puede autorizar la perforación de ningún pozo en un depósito de almacenamiento de gas natural o un área de protección estatal, excepto en condiciones que el departamento considere suficientes para evitar la pérdida, migración o escape de gas del depósito de almacenamiento de gas natural.
- **377.30 Limitación de la cantidad de petróleo o gas tomado.** Se limitará la cantidad total de petróleo o gas que puede producirse en un estado. La división responsable de ello establecerá una parte permisible para el estado y asignará lo permitido a las piscinas que producen petróleo o gas. En la asignación, se tendrán en cuenta las condiciones de producción y otros factores relevantes, y se formularán reglas para establecer estándares o un programa para la distribución. Se seguirá un programa uniforme en la medida de lo posible, pero se permitirá la producción de una cantidad suficiente de gas natural si no hay residuos. Si la cantidad asignada a una piscina es superior a la que debe producir, se fijará la permisible para evitar el desperdicio. En general, el objetivo es evitar la discriminación indebida y el

despilfarro mientras se satisface la demanda razonable del mercado de petróleo o gas en el estado.

- **377.371 Contaminación prohibida; Informes, responsabilidad.** Una persona que perfore o produzca petróleo, gas u otros productos derivados del petróleo, o almacene gas en una instalación de almacenamiento de gas natural, no puede contaminar la tierra o el agua; dañar la vida acuática o marina, la vida silvestre, las aves o la propiedad pública o privada; o permitir que cualquier materia extraña entre o dañe cualquier formación mineral o de agua dulce. Todos los derrames o fugas de petróleo, gas, otros productos derivados del petróleo o materiales de desecho se informarán a la división y los de cualquier cantidad que no puedan controlarse inmediatamente se informarán inmediatamente a la división y a las agencias federales apropiadas.
- **377.01 El gobernador celebrará un pacto interestatal para conservar el petróleo y el gas.** El Gobernador del estado está autorizado, para y en nombre del estado, a unirse a otros estados en el pacto interestatal para conservar petróleo y gas, que hasta ahora se ejecutó en la ciudad de Dallas, Texas, el 16 de febrero de 1935, y ahora está depositado en el Departamento de Estado de los Estados Unidos, y que ha sido prorrogado con el consentimiento del Congreso hasta el 1 de septiembre de 1947.

2.2 FRACKING

En Florida, la mayoría del petróleo y el gas natural están a gran profundidad, pasando por acuíferos y rocas de carbonato porosas como la piedra caliza. El fracking es una técnica de extracción de gas natural y petróleo que están incrustados en el interior de estas rocas del subsuelo, consiste en inyectar un líquido a alta presión para abrir grietas en las rocas y extraer el gas natural y el petróleo. Algunas personas se han posicionado en contra de este método ya que se piensa que es perjudicial para las personas y para el medio ambiente. Sin embargo, esto no ha sido corroborado por ningún estudio. Esta técnica de extracción se utiliza sobre todo en la zona conocida como el Panhandle de Florida, que es la zona noroeste, en concreto en el campo Jay. En la *Figura 4*, se puede apreciar un ejemplo ilustrativo de la técnica del fracking.

Económicamente hablando, un estudio de febrero de 2013 realizado por Aparna Mathur y Kevin A. Hassett en el American Enterprise Institute, encontró que los beneficios económicos directos del aumento de la producción de gas por fracking generaron aproximadamente 36 mil millones de dólares en actividad económica en 2011. Además un estudio del IHS (Institute of Human studies) predijo que se podrían crear hasta 250,000 empleos para el año 2020 debido al fracking.

El fracking está permitido en Florida y regulado por la Regla 62C-25.002 del Código Administrativo de Florida. Los operadores de petróleo y gas que utilizan el fracking deben seguir las regulaciones estatales que requieren sistemas de prevención de explosiones en pozos fracturados hidráulicamente. Estos sistemas están destinados a sellar, controlar y monitorear pozos para evitar una liberación incontrolada de petróleo y / o gas en un pozo. Los operadores deben cumplir con pruebas para demostrar que los sistemas de explosión cumplen con los requisitos estatales.

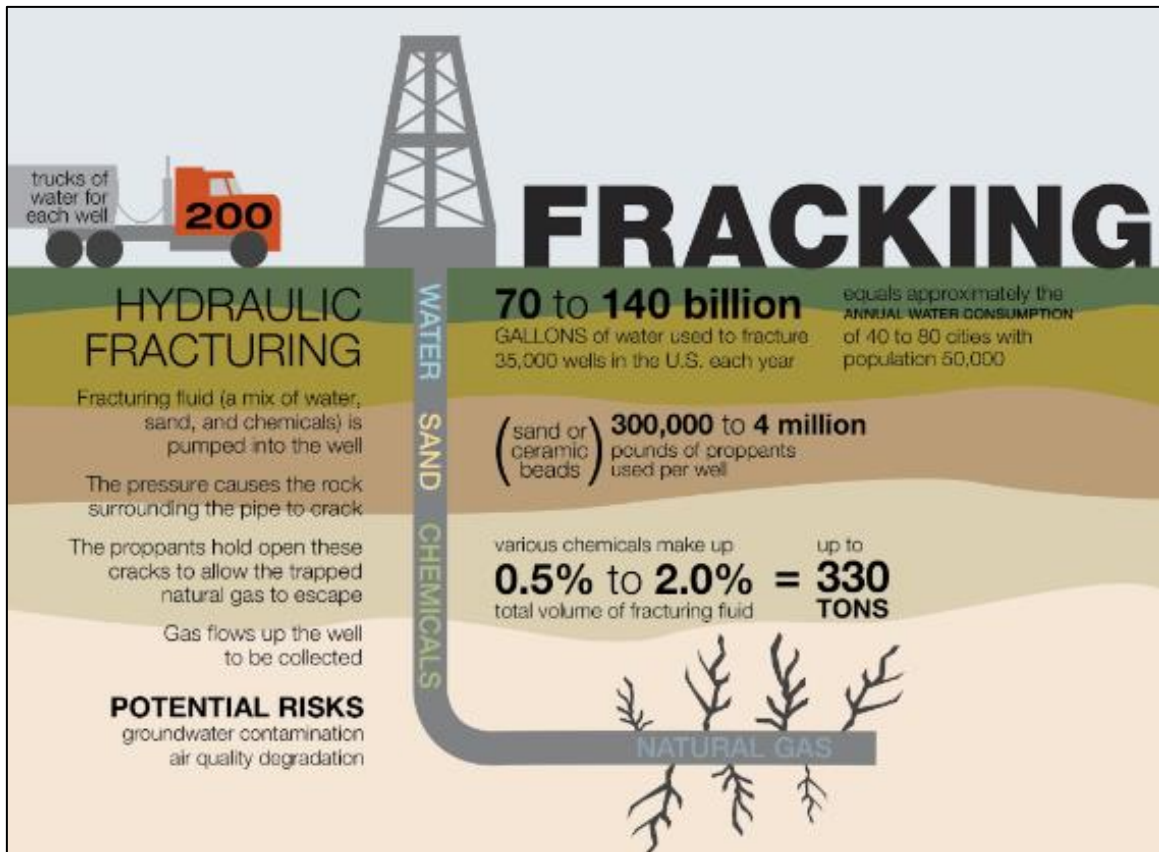


Figura 4: método de extracción de gas natural por fracking

2.3 REGULACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Un Renewable Portfolio Standard (RPS) (Estándar de Cartera Renovable), es un mandato destinado a aumentar la cantidad de producción y uso de energía renovable. Bajo estos estándares, un estado puede exigir a una compañía de servicios públicos que un cierto porcentaje de su electricidad provenga de ciertos recursos de energía renovable. Además, los estados pueden otorgar créditos fiscales a las compañías de servicios públicos para cumplir con estos requisitos. https://ballotpedia.org/Energy_policy_in_Florida,_2008-2017_-_cite_note-7. Hasta febrero de 2017, Florida era uno de los 20 estados que no tenían un Estándar de Cartera Renovable o un estándar u objetivo voluntario de energía renovable.

Un programa RPS puede incluir sanciones contra las empresas de servicios públicos que no cumplan con los requisitos mínimos en un período determinado.

Los artículos 366 y 163 de los Estatutos de Florida establecen las regulaciones estatales de las energías renovables. De ellas destacan las siguientes:

- **163.04 Dispositivos energéticos basados en recursos renovables.** No se le puede negar al propietario el permiso a instalar paneles solares u otros dispositivos de energía por ninguna entidad. Dicha entidad puede determinar la ubicación específica donde se pueden instalar paneles solares en el techo dentro de una orientación hacia

el sur o dentro de 45 ° este u oeste del sur si dicha determinación no perjudica el funcionamiento efectivo de los paneles solares.

- **163.08 Autoridad suplementaria para mejoras a bienes inmuebles.** Se estableció la meta energética del plan integral estatal para disponer, en parte, que el estado reducirá sus requisitos de energía a través de medidas mejoradas de conservación y eficiencia en todos los sectores de uso final y reducirá el dióxido de carbono atmosférico promoviendo un mayor uso de recursos de energía renovable.

También se establece que es política pública del estado desempeñar un papel de liderazgo en el desarrollo e instituir programas de gestión de energía que promuevan la conservación de energía, la seguridad energética y la reducción de gases de efecto invernadero.

La Legislatura considera que todas las propiedades mejoradas que consumen energía y que no utilizan estrategias de conservación de energía contribuyen a la carga que afecta a todas las propiedades mejoradas resultantes de la producción de energía con combustibles fósiles. La propiedad mejorada que ha sido modernizada con mejoras calificadas relacionadas con la energía recibe el beneficio especial de aliviar la carga de la propiedad por el consumo de energía. Además, la instalación y operación de mejoras calificadas no sólo benefician a las propiedades afectadas para las cuales se realizan las mejoras, sino que también ayudan a cumplir los objetivos de las políticas estatales de energía y mitigación de huracanes. Con el fin de hacer que las mejoras calificadas sean más asequibles y ayudar a los propietarios que deseen realizar tales mejoras, la Legislatura considera que existe un interés estatal convincente en permitir que los propietarios financien voluntariamente tales mejoras con la asistencia del gobierno local.

- **366.91 Energía renovable.** La Legislatura considera que es de interés público promover el desarrollo de recursos de energía renovable en Florida. Los recursos de energía renovable tienen el potencial de ayudar a diversificar los tipos de combustible para satisfacer la creciente dependencia de Florida del gas natural para la producción eléctrica, minimizar la volatilidad de los costes de combustible, fomentar la inversión dentro del estado, mejorar las condiciones ambientales y hacer de Florida un líder en tecnologías nuevas e innovadoras.

Cada empresa pública debe ofrecer continuamente un contrato de compra a los productores de energía renovable. La comisión establecerá requisitos relativos a la compra de capacidad y energía por parte de los servicios públicos a los productores de energía renovable y podrá adoptar normas para administrar la presente sección.

Cada empresa eléctrica municipal y cooperativa eléctrica rural cuyas ventas anuales a clientes minoristas fueron superiores a 2.000 gigavatios hora debe ofrecer continuamente un contrato de compra a los productores de energía renovable que contenga disposiciones de pago para la energía y la capacidad que se basen en los costes totales evitados de la empresa de servicios públicos o cooperativa. Sin embargo, no se requieren pagos por capacidad si, debido a las características operativas del generador de energía renovable o la disponibilidad anticipada de picos y valles y al factor de capacidad de la unidad evitada de la empresa de servicios públicos, es poco probable que el productor proporcione algún valor de capacidad a

la empresa de servicios públicos o a la red eléctrica durante el plazo del contrato. Cada contrato debe proporcionar un plazo de contrato de al menos 10 años.

Además, cada empresa eléctrica municipal y cada cooperativa eléctrica rural que venda electricidad al por menor deberán desarrollar un acuerdo de interconexión estandarizado y un programa de medición neta para la generación renovable propiedad del cliente. Cada autoridad rectora establecerá requisitos relativos a la interconexión acelerada y la medición neta de la generación propiedad del cliente. A más tardar el 1 de abril de cada año, cada empresa eléctrica municipal y cooperativa eléctrica rural que preste servicios a clientes minoristas deberá presentar un informe a la comisión detallando la participación del cliente en el programa de interconexión y medición neta, incluyendo, pero no limitado a, el número y la capacidad total de los sistemas de generación interconectados y la energía neta total medida en el año anterior.

- **366.92 Política de energía renovable de Florida.** La intención de la Legislatura es promover el desarrollo de la energía renovable; proteger la viabilidad económica de las instalaciones de energía renovable existentes en Florida; diversificar los tipos de combustible utilizados para generar electricidad en Florida; disminuir la dependencia de Florida del gas natural y el petróleo para la producción de electricidad; minimizar la volatilidad de los costes de combustible; fomentar la inversión dentro del Estado; mejorar las condiciones ambientales; y, al mismo tiempo, minimizar los costes de suministro de energía a las empresas eléctricas y sus clientes.

Cada empresa eléctrica municipal y cooperativa eléctrica rural elaborará normas para la promoción, el fomento y la expansión del uso de los recursos energéticos renovables y las medidas de conservación y eficiencia energéticas. En o antes del 1 de abril, anualmente, cada empresa eléctrica municipal y cooperativa eléctrica presentará a la comisión un informe que identifique dichos estándares.

2.4 PROGRAMAS DE SUBVENCIONES Y PRÉSTAMOS

En Estados Unidos, los estados, las organizaciones sin fines de lucro y las empresas privadas de servicios públicos pueden operar programas de subvenciones para energía renovable. Estos programas pueden incluir financiamiento estatal o privado para costes de instalación de energía, investigación y desarrollo, desarrollo de infraestructura y negocios, pruebas de sistemas y estudios de factibilidad de energía renovable (estudios que analizan el potencial para el uso de energía renovable en áreas específicas). Las subvenciones se pueden otorgar con o sin necesidad de que un beneficiario iguale la subvención. Los incentivos adicionales, como préstamos con intereses más bajos, pueden incluirse con una subvención. Como podemos ver en la *Figura 5*, Florida es uno de los 26 estados que no tiene programas de subvenciones estatales, de servicios públicos o locales para energía renovable.

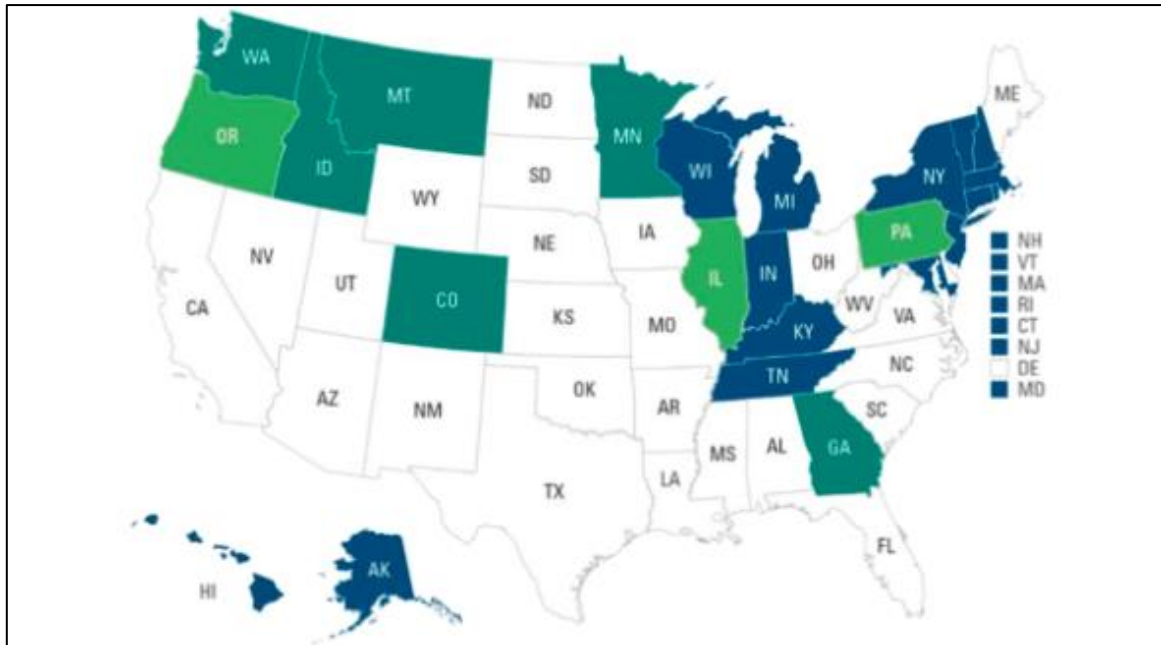


Figura 5: Estados con programas de subvenciones para energías renovables.

Los programas de préstamos se pueden utilizar para ofrecer préstamos de interés más bajo u otras opciones de financiamiento a individuos y empresas para reducir los costes iniciales de comprar e instalar tecnologías de energía renovable. Los programas de préstamos pueden incluir programas que utilizan pagos de prestatarios anteriores para proporcionar préstamos a nuevos prestatarios, programas en los que los propietarios de edificios reducen su consumo de energía para pagar sus costes iniciales de tecnologías de energía renovable y programas que permiten a las personas con una relación deuda-ingreso más alta comprar casas que usan menos energía, entre otros. Como podemos ver en la *Figura 6*, Florida es uno de los 10 estados con programas de préstamos locales, administrados por servicios públicos y privados para energía renovable.

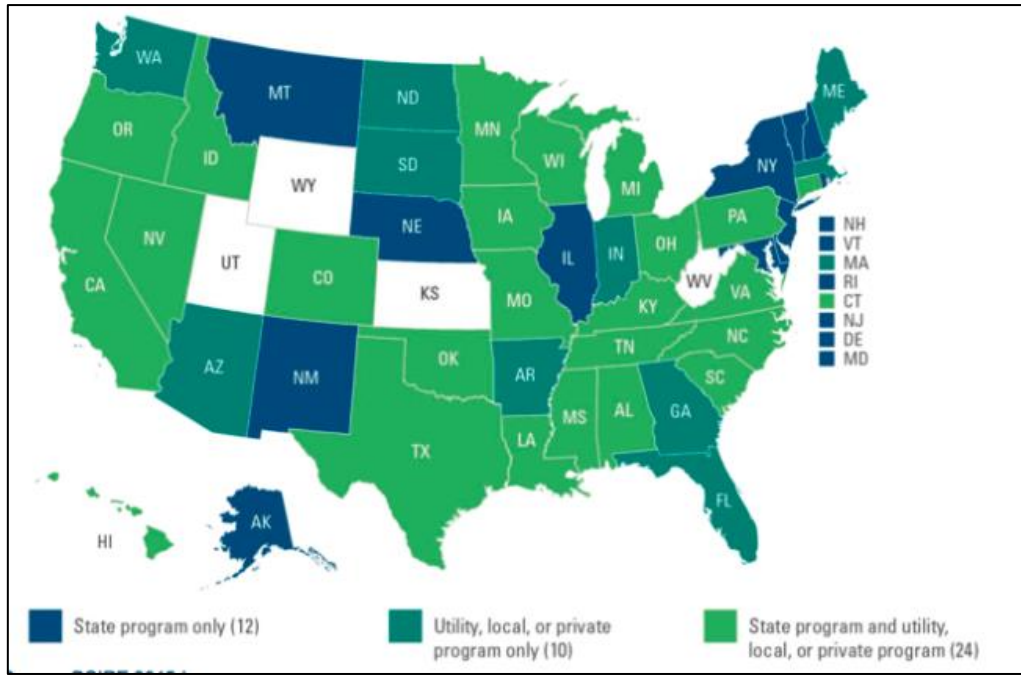


Figura 6: Estados con programas de préstamos para energías renovables

3. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA Y DIFERENCIAS CON ESPAÑA

3.1 MIX ENERGÉTICO

Como podemos observar en la *Figura 7*, el gas natural es la principal fuente de energía de Florida, ocupando un 75,1% del mix energético total, la energía nuclear ocupa un 13,3% de la producción y únicamente un 5,2% es carbón. Un dato sorprendente es que únicamente el 6,3% de la energía producida proviene de renovables. Además sólo un 2,7% es solar, esto es curioso en un estado que en Estados Unidos se conoce como “Estado del Sol”, es decir, Florida tiene una gran cantidad de luz solar durante todo el año, la cual no se está aprovechando.

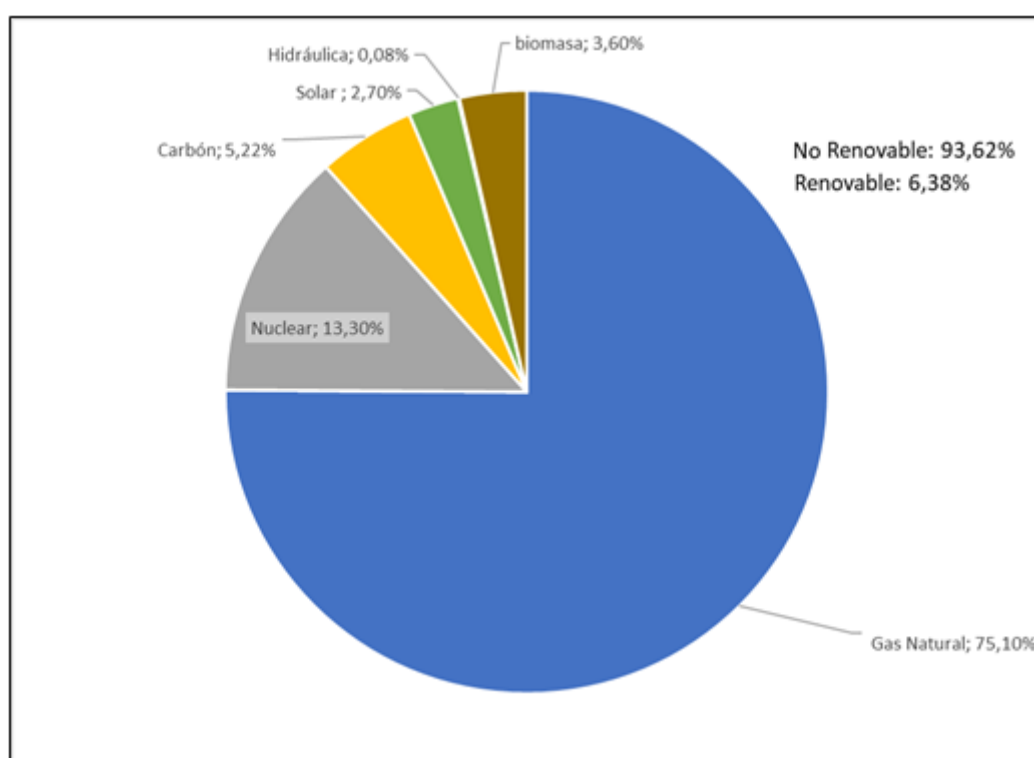


Figura 7: Mix Energético de Florida

Para cualquiera que vea el mix energético de Florida, en seguida va a ver que el mix energético de Florida es bastante pobre, con una dependencia brutal del gas natural, cuando lo ideal es siempre tener un mix variado de distintas energías. Además, produce únicamente un 6,38% de energía renovable.

Si ponemos en contraste el mix energético durante 2022, vemos que España está muy por delante en el desarrollo de energías renovables. En la *Figura 8*, podemos ver la gran variedad de energías utilizadas en España, con una gran presencia en las energías renovables, entre las que destaca la eólica, que ocupa un 22,2 % del mix. España está realizando grandes avances en el desarrollo de las renovables y ha sido de los pioneros en este tema, siendo líder

mundial en el despliegue de tecnologías de energía eólica y solar fotovoltaica. Cabe destacar que en enero de 2023, la producción de fuentes renovables alcanzó su máximo histórico en España, con un 57,4%, señal de que en España las cosas se están haciendo bien, mientras que en Florida aún queda mucho camino por recorrer. Las razones de estos se desarrollarán en los capítulos 4 *Razones del bajo uso de las renovables* y 9 *Comparativa general*.

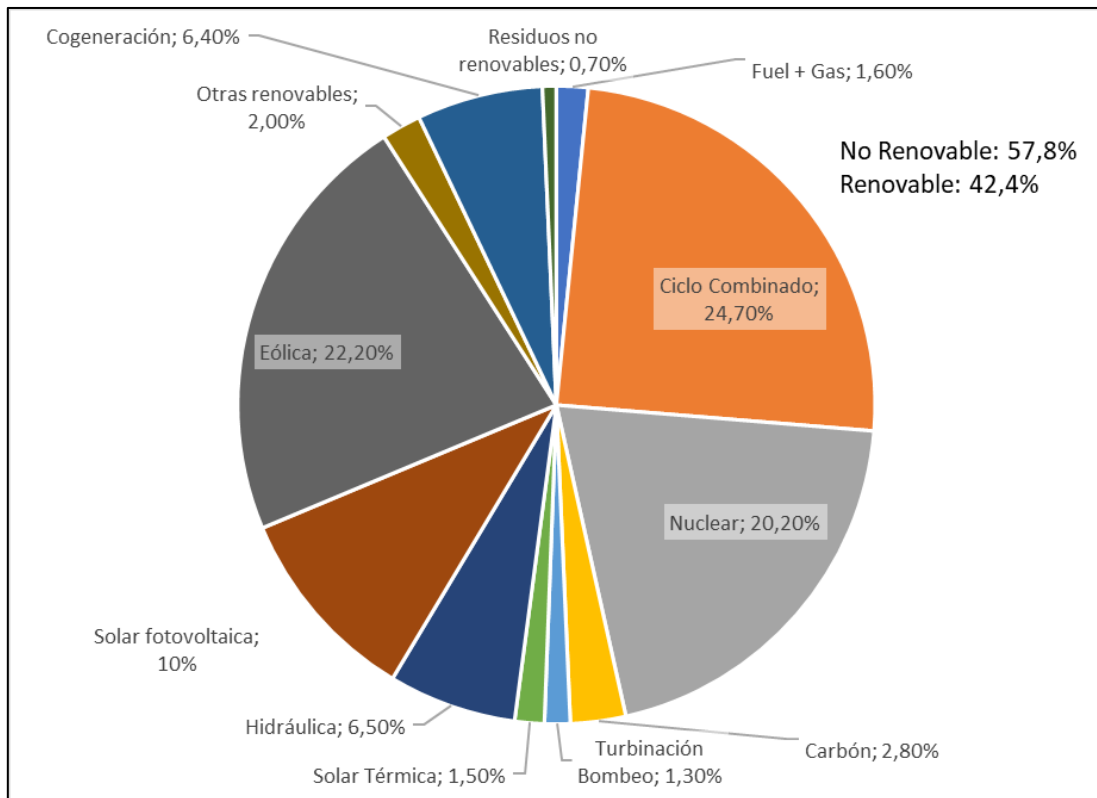


Figura 8: Mix energético de España

3.2 PETRÓLEO

Florida no tiene refinerías de petróleo crudo ni oleoductos interestatales de petróleo crudo o productos derivados del petróleo. El estado depende de los productos derivados del petróleo entregados a las terminales interiores de productos petrolíferos de Florida por ferrocarril, camión, camión cisterna y barcaza, y de las entregas a terminales marítimas ubicadas en varios puertos hasta del estado.

Los productos derivados del petróleo, incluidos el combustible residual, el combustible para aviones, la gasolina para motores, el destilado con bajo contenido de azufre y el asfalto, llegan a los puertos de Florida desde todo el mundo. Dos oleoductos interestatales transportan productos derivados del petróleo y etanol combustible desde el área portuaria de Tampa Bay a través del centro de Florida Orlando.

El sector del transporte representa alrededor de nueve décimas partes del petróleo consumido en Florida. En parte debido a la importante industria turística del estado y al intenso tráfico de pasajeros y carga a través de sus aeropuertos internacionales, Florida se encuentra entre los cinco principales estados consumidores de petróleo de la nación.

En Florida, el petróleo se usa solo en una medida muy limitada para la generación de electricidad, lo que representa menos del 1% de la combinación de electricidad del estado. En general, la disponibilidad de otras fuentes de energía más baratas y de combustión más limpia como el gas natural, la energía nuclear y la energía solar ha hecho que el uso del petróleo para la generación de electricidad sea más limitado en Florida.

Por su parte, España tampoco dispone de yacimientos petrolíferos propios, por lo que la es en su mayoría importado. En la actualidad operan en suelo español un total de diez refinerías, estando la mayoría de ellas situadas en territorio peninsular.

En general, el uso de petróleo para la generación de electricidad es más limitado en Florida en comparación con España, pero ambas regiones están haciendo la transición hacia fuentes de energía más limpias con una menor dependencia de los combustibles fósiles.

El uso de petróleo para la generación de electricidad es más limitado en Florida, principalmente debido a la disponibilidad y el coste de otras fuentes de energía como el gas natural y la energía nuclear.

3.3 CARBÓN

Florida no tiene reservas o producción de carbón y depende del carbón de varios otros estados y del extranjero para satisfacer su limitada demanda de carbón. Casi todo el carbón consumido en Florida se utiliza para la generación de electricidad. Sin embargo, la generación de electricidad con carbón en el estado ha disminuido a medida que las unidades de carbón más antiguas se retiraron y fueron reemplazadas por generación a gas natural, de hecho, si se observa en el mix de Florida en la *Figura 7*, el gran porcentaje que ocupa ahora el gas natural era en su totalidad carbón antes de 2004. El consumo de carbón en el sector de energía eléctrica de Florida cayó de 29 millones de toneladas en 2008 a menos de 8 millones de toneladas en 2021.

Si bien la generación de electricidad a carbón ha disminuido significativamente tanto en Florida como en España en los últimos años, el carbón todavía proporciona una mayor parte de la electricidad de Florida que en España. Como podemos ver en la *Figura 7*, el carbón represente alrededor del 5,22% de la generación eléctrica de Florida, mientras que en la *Figura 8*, vemos que en España apenas llega al 3%.

En España, igual que Florida, también ha estado reduciendo de forma importante su dependencia del carbón en los últimos años. La gran diferencia es que en Florida el uso que antes se le daba al carbón ahora se está sustituyendo por gas natural, mientras que España se está moviendo hacia un sistema de energía más limpio con un enfoque en las fuentes de energía renovables. El gobierno español ha establecido el objetivo de eliminar gradualmente las centrales eléctricas de carbón para 2025 y ha estado invirtiendo en la expansión de las fuentes de energía renovables para reemplazar los combustibles fósiles en la combinación eléctrica, reduciendo así considerablemente las emisiones de gases y alineándose así con el resto de los países de la Unión Europea con los objetivos de mantener el calentamiento global en niveles estables y conseguir que Europa sea climáticamente neutra para 2050, tal como se acordó en el Acuerdo de París.

3.4 NUCLEAR

Hay cinco reactores nucleares en tres lugares de Florida, cuya ubicación en el mapa los podemos ver en la *Figura 9*, y son los siguientes:

- la planta Crystal River de Progress Energy, situada 130 kilómetros al norte de Tampa. Esta central fue cerrada en 2013 debido a varios problemas operacionales y de seguridad.
- St. Lucie 1 y St. Lucie 2 de Florida Power & Light en Jensen Beach, a 16 kilómetros al sureste de Ft. Pierce, ambos tienen una potencia eléctrica de 940 MW.
- Turkey Point 3 y Turkey Point 4 de FPL, a solo 40 kilómetros al sur de Miami. Cada una tiene una potencia eléctrica de 900 MW. Además de sus unidades nucleares, Turkey Point también tiene una central eléctrica de gas natural de ciclo combinado de 1.150 MW que comenzó a operar en 2014. Esta planta se utiliza para complementar la generación de electricidad de las unidades nucleares y para proporcionar capacidad adicional durante los períodos de alta demanda.

Como suele pasar con la nuclear, en Florida existe una gran preocupación por la cercanía de estas centrales con algunas grandes ciudades y hay una cantidad muy grande de protestas para cerrarlas, ya que muchos tienen el recuerdo de algunos accidentes nucleares como Chernóbil y Fukushima. En España también hay una corriente de preocupación, en especial tras lo sucedido con el accidente nuclear de Vandellós 1.



Figura 9: Ubicación centrales nucleares en Florida

La energía nuclear también juega un papel muy importante en el mix energético de España, representando alrededor del 20% de la generación eléctrica del país. España tiene siete

reactores nucleares en funcionamiento, y el gobierno ha aprobado la extensión de la vida operativa de algunos de estos reactores.

En España ya se han cerrado las centrales Santa María de Garoña, José Cabrera y Vandellós 1, este último fue cerrado debido a un grave accidente nuclear que ocurrió en 1989. Los reactores nucleares en funcionamiento los podemos ver en la *Figura 10*, y son los siguientes:

- Almaraz 1 y 2, situadas en Cáceres, ambas con una potencia eléctrica de alrededor de 1050 MW
- Trillo, situada en Guadalajara, con una potencia eléctrica de 1066 MW
- Ascó 1 y 2, situadas en Tarragona, ambas con una potencia eléctrica de 1030 MW
- Vandellós 2, también en Tarragona, con una potencia eléctrica de 1087MW
- Cofrentes, Situada en Valencia, con una potencia eléctrica de 1066 MW

En Florida todos los reactores nucleares son de agua a presión. En España únicamente la central de Cofrentes es de agua en ebullición.



Figura 10: Ubicación centrales nucleares en España

3.5 GAS NATURAL

Florida tiene abundantes reservas de gas natural, y el gas natural es una fuente de combustible relativamente barata y de combustión limpia que se usa ampliamente para la generación de electricidad en el estado. Además, como se ha descrito en el apartado 3.3 *Carbón*, Florida también ha estado invirtiendo en la expansión de la infraestructura de gas natural para apoyar la transición del carbón.

Casi toda la producción de gas natural del estado se encuentra en el campo Jay en el Panhandle de Florida (zona noroeste), y la mayor parte de ese gas natural se reinyecta en las zonas petroleras para mantener las presiones de los yacimientos y mejorar la producción de

petróleo. Como resultado, solo entre el 5% y el 15% de las extracciones brutas de gas natural del estado se comercializan.

Las centrales eléctricas de gas natural del estado se encuentran principalmente a lo largo de la costa del Golfo, donde los suministros de gas natural son abundantes y los precios son relativamente bajos. Los gasoductos que ingresan a Florida traen gas natural al estado a través de Alabama y Georgia. El gas natural se utiliza en las centrales eléctricas para generar electricidad quemándola para calentar agua y producir vapor, que luego hace girar las turbinas para generar electricidad. La principal ventaja del gas natural es que es relativamente barato y produce menos emisiones de gases de efecto invernadero que el carbón cuando se quema.

Como se puede ver en la *Figura 11*, Florida recibe sus suministros de gas natural de cuatro gasoductos interestatales:

- La línea de transmisión de gas de Florida se extiende desde Texas a través del Panhandle de Florida hasta Miami.
- El Sistema de Gas Gulfstream es un gasoducto submarino que corre bajo el Golfo de México desde Mississippi y Alabama hasta Florida Central.
- El oleoducto Sabal Trail va desde Alabama hasta el Condado de Orange.
- El oleoducto Cypress suministra gas natural licuado al área de Jacksonville desde la isla de Elba, Georgia.

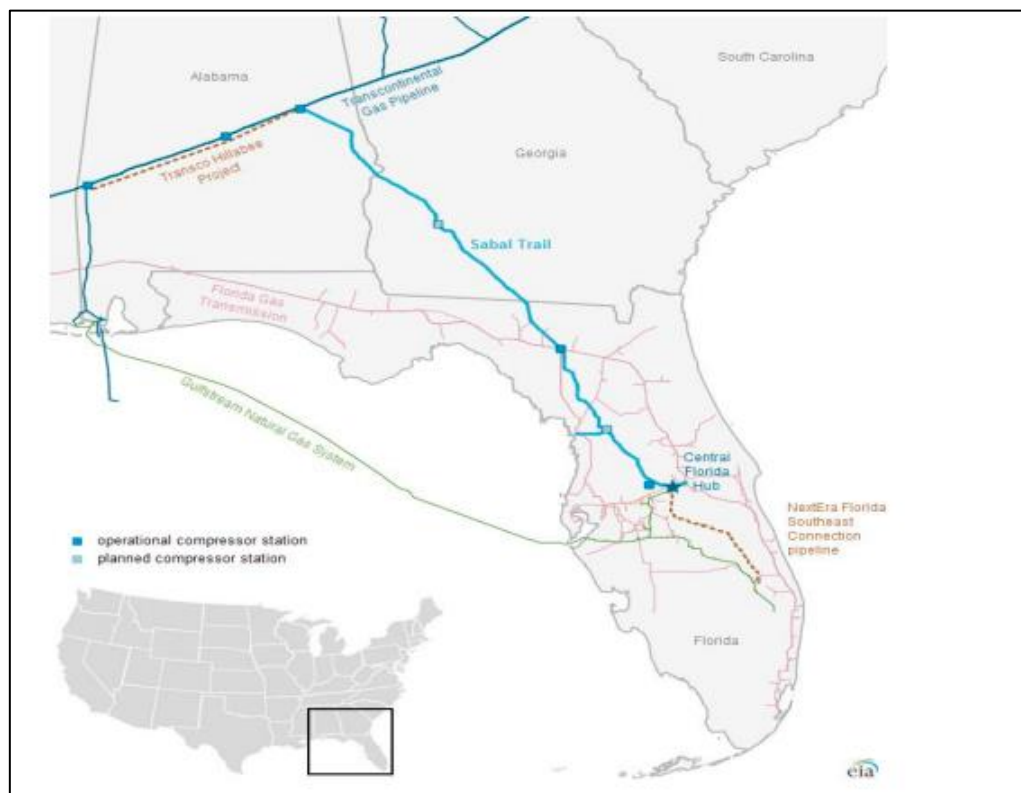


Figura 11: Gaseoductos de gas natural en Florida

Según la U.S. Energy Information Administration (EIA), Florida obtiene una parte significativa de su generación de electricidad a gas natural de centrales eléctricas de ciclo combinado. Actualmente, alrededor del 72% de la generación de electricidad a gas natural de Florida proviene de centrales eléctricas de ciclo combinado.

Las centrales eléctricas de ciclo combinado son altamente eficientes y utilizan tanto una turbina de gas como una turbina de vapor para generar electricidad, lo que resulta en una mayor eficiencia de combustible y menores emisiones en comparación con las centrales eléctricas tradicionales alimentadas con combustibles fósiles. Florida tiene un gran número de centrales eléctricas de ciclo combinado debido a su alta demanda de electricidad y dependencia del gas natural para la generación de electricidad.

Por otra parte, el 28% restante de la generación de electricidad a gas natural de Florida provino de otros tipos de centrales eléctricas de gas natural, como las centrales eléctricas de turbinas de vapor convencionales y las centrales eléctricas de turbinas de combustión.

Las centrales eléctricas convencionales de turbina de vapor utilizan gas natural para generar vapor, que impulsa una turbina para producir electricidad. Este tipo de centrales eléctricas son menos eficientes que las centrales de ciclo combinado, pero todavía se utilizan en algunos casos, especialmente cuando la demanda de electricidad es alta.

Las centrales eléctricas de turbina de combustión, también conocidas como centrales eléctricas de ciclo simple, utilizan gas natural para alimentar una turbina de gas que genera electricidad directamente. Estos tipos de centrales eléctricas son menos eficientes que las centrales eléctricas de ciclo combinado y generalmente se utilizan para períodos de mayor demanda de electricidad o como energía de respaldo.

3.5.1 RAZONES DEL ALTO NIVEL DEL GAS NATURAL

Lo que más destaca del mix de es que tres cuartas partes de su generación es de gas natural, la fuerte dependencia del gas natural se debe a varias razones.

En primer lugar, el gas natural es una fuente de energía relativamente barata y abundante en los Estados Unidos, y esto lo ha convertido en una opción atractiva para la generación de electricidad. En comparación con otros combustibles fósiles como el carbón, el gas natural produce menos emisiones de gases de efecto invernadero cuando se quema, y también es menos contaminante en términos de calidad del aire local. Esto ha hecho que el gas natural sea un combustible cada vez más popular para las centrales eléctricas en todo el país, incluso en Florida.

En segundo lugar, las centrales eléctricas de gas natural son más flexibles y responden a los cambios en la demanda de electricidad en comparación con otros tipos de centrales eléctricas, como las centrales nucleares o las centrales de carbón. Las plantas de energía de gas natural pueden arrancar rápidamente y aumentar o reducir su producción según sea necesario, lo que las hace adecuadas para proporcionar electricidad en momentos de alta demanda, como durante los calurosos meses de verano en Florida.

En tercer lugar, Florida tiene un gran suministro de gas natural, tanto de fuentes domésticas como de importaciones a través de tuberías y terminales de gas natural licuado (GNL). Esto

ha hecho que sea relativamente fácil y asequible para las empresas de servicios públicos en Florida cambiar al gas natural como fuente primaria de combustible para sus plantas de energía.

En general, el gas natural es una fuente de energía relativamente barata, abundante y flexible, y estos factores han contribuido a su alto uso en la combinación energética de Florida. Sin embargo, el gas natural sigue siendo un combustible fósil, y su uso contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero y al cambio climático. Como resultado, existe un creciente interés en la transición a fuentes de energía más limpias y renovables en Florida y en todo el mundo.

3.6 ENERGÍAS RENOVABLES

El uso de energías renovables tiene numerosas ventajas, como pueden ser las siguientes:

- Reducción de la contaminación mediante la nula emisión de gases de efecto invernadero.
- Recursos inagotables de energía.
- Favorecen el autoconsumo.
- Crean empleo.
- Reducción de la dependencia energética respecto a otros países.

Por otra parte, puede tener las siguientes desventajas:

- Dependencia en el clima.
- Impacto visual.
- Requieren una gran inversión.
- Efectos negativos en el ecosistema.

Sorprendentemente, únicamente un 6,2% de la energía producida en Florida es renovable, y es sobre todo solar y biomasa. En el norte de Florida hay dos centrales hidroeléctricas que suministran energía, aunque en un poco cantidad. Sin embargo, el terreno llano del estado ofrece a Florida pocas oportunidades para el desarrollo de la energía hidroeléctrica. El estado no tiene recursos eólicos significativos, ni en tierra ni en el mar, y no hay capacidad de generación de energía eólica a escala de servicios públicos.

Florida produce más electricidad a partir de biomasa que la energía solar, eólica e hidroeléctrica combinadas. La quema de biomasa es una forma efectiva de producir electricidad y tiene el beneficio adicional de ayudar a los agricultores, empresas y vertederos de Florida a deshacerse de sus desechos. Sin embargo, la biomasa también tiene sus problemas. El almacenamiento y la combustión de biomasa genera una gran cantidad de metano, que es un gas de efecto invernadero más potente que el dióxido de carbono. La cantidad de metano generado depende del tipo de planta y del combustible que utilice.

La energía solar representa alrededor del 2,7% de la electricidad de Florida, y el estado ocupa el tercer lugar en los Estados Unidos en términos de capacidad solar instalada. En un Estado como Florida, en el que hay buena luz solar todo el año, este porcentaje es demasiado bajo,

y está claro que habría que implementar soluciones para potenciar el desarrollo de la energía solar en Florida.

La energía solar también contribuye significativamente a la combinación energética de España, representando alrededor del 11% de la generación eléctrica del país. España y Florida tienen diferentes condiciones climáticas que afectan la producción de energía solar. España tiene un clima más cálido y soleado, particularmente en las regiones del sur, lo que permite una producción de energía solar más consistente durante todo el año. En contraste, Florida tiene un clima subtropical con un alto nivel de humedad, lo que puede reducir la eficiencia de los paneles solares. Además, en Florida hay muchos huracanes que pueden dañar los paneles solares y otros equipos. Esto ha hecho que algunos inversores y aseguradoras sean cautelosos a la hora de invertir en energía solar en el estado.

En la *Figura 12* y *Figura 13*, se puede hacer una comparativa de la potencia solar fotovoltaica instalada durante los últimos 10 años tanto en Florida como en España. Actualmente la potencia solar instalada es muy similar, en torno a los 20000 MW. Se puede apreciar que en España entre 2010 y 2018 mantiene una potencia instalada similar mientras en los últimos años aumenta considerablemente año a año. Sin embargo, en Florida es un aumento gradual a lo largo de los años.

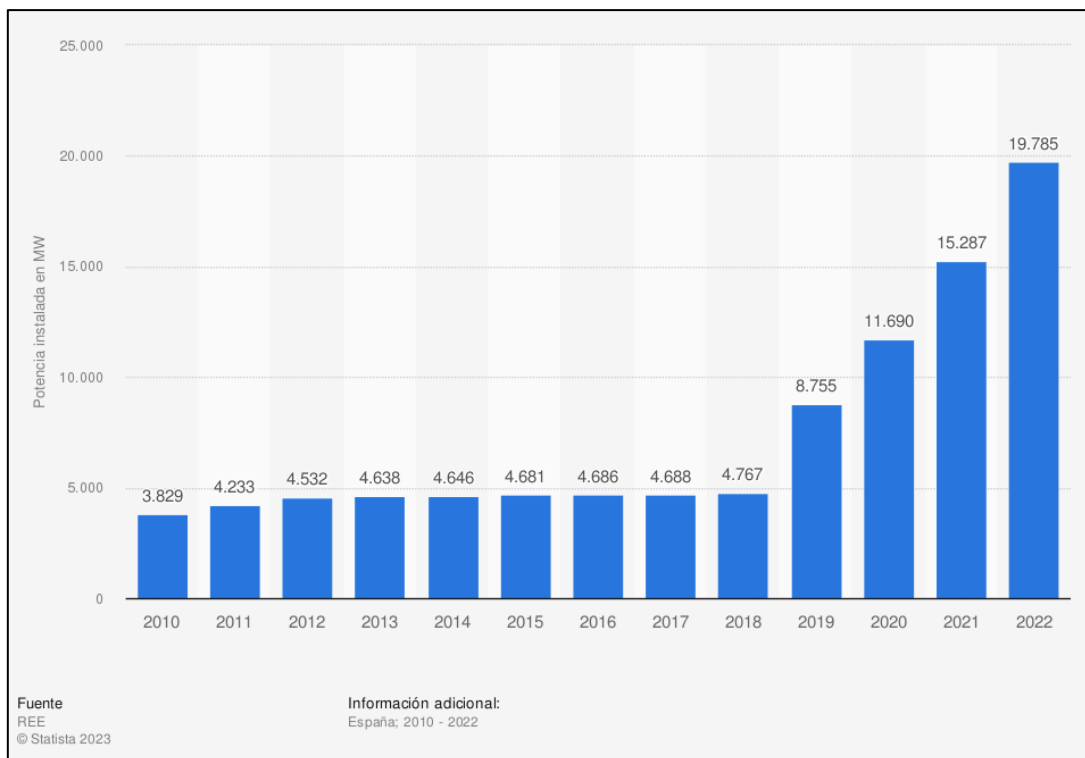


Figura 12: Potencia solar fotovoltaica instalada en España de 2010 a 2022 (en MW)

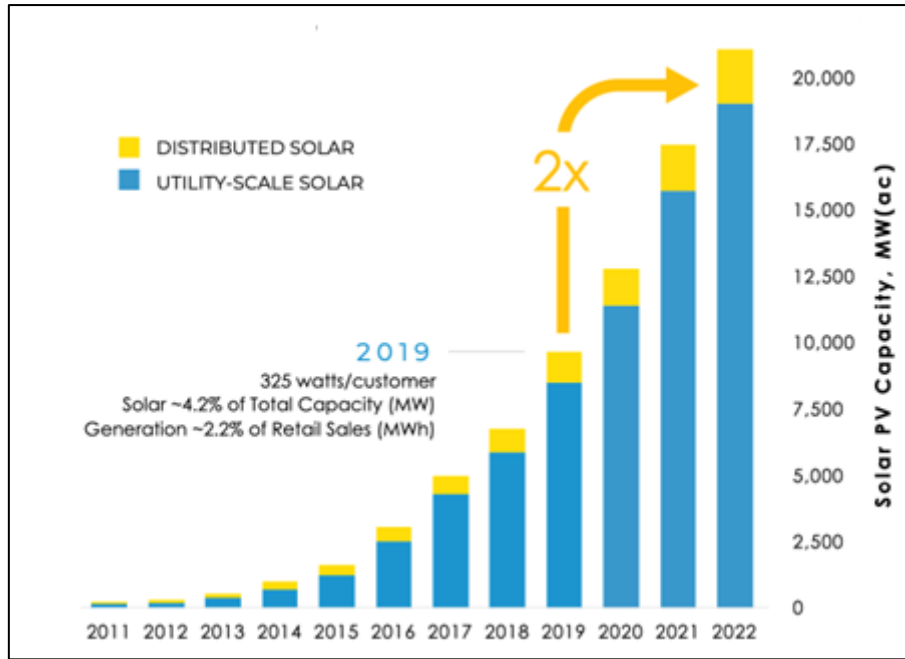


Figura 13: Potencia solar fotovoltaica instalada en Florida de 2010 a 2022 (en MW)

En Florida la producción de energía eólica es insignificante. Las turbinas eólicas generalmente se encuentran en áreas con vientos fuertes y consistentes, como cimas de montañas o sitios en alta mar. Las regiones costeras de Florida se caracterizan por bajas velocidades del viento y frecuentes rayos, lo que dificulta el desarrollo y mantenimiento de turbinas eólicas. Además, el terreno plano del estado y la baja elevación hacen que sea más difícil construir turbinas eólicas que puedan generar cantidades significativas de electricidad. Además, la demanda de electricidad de Florida suele ser más alta durante los meses de verano, cuando las velocidades del viento tienden a ser más bajas en el estado. Esto significa que la energía eólica puede no ser una fuente de electricidad tan confiable durante los momentos de máxima demanda en Florida, en comparación con otras regiones donde la energía eólica se puede generar de manera más consistente durante todo el año.

Todo lo contrario sucede con España, que tiene una cantidad significativa de recursos eólicos terrestres, particularmente a lo largo de su costa y en las regiones interiores. La geografía y las condiciones climáticas del país lo hacen ideal para la generación de energía eólica. La fuente renovable más usada en España es la eólica, contribuyendo significativamente a la combinación energética, representando alrededor del 20% de la generación eléctrica del país. España es el quinto mayor productor de energía eólica del mundo y segundo de Europa y ha sido un líder mundial en el despliegue de energía eólica durante muchos años.

3.7 COMPARATIVA GENERAL

España y Florida tienen muchas diferencias más allá del uso concreto de cada fuente de energía.

Para empezar, la **geografía** de las dos regiones juega un papel importante en su combinación energética. Florida tiene un clima cálido y soleado, lo que la hace muy adecuada para la generación de energía solar. En contraste, España tiene un clima más variado, con regiones que son adecuadas para la generación de energía eólica, solar e hidroeléctrica.

En cuanto a **consumo de energía** se refiere, Florida es un consumidor de energía mucho mayor que España. En 2019, Florida consumió alrededor de 226 millones de MWh de electricidad, mientras que España consumió alrededor de 242 millones de MWh. Sin embargo, debido a las diferencias en la población y la actividad económica, el consumo de energía per cápita de España es mucho menor que el de Florida, ya que la población española (47 millones de habitantes) es el doble que la de Florida (22 millones de habitantes).

Además España es actualmente líder en **política de energías renovables**, habiendo implementado una serie de programas para fomentar el desarrollo de fuentes de energía renovables. En 2020, España anunció su objetivo de lograr el 100% de electricidad renovable para 2050, que es un objetivo mucho más ambicioso que cualquier objetivo de energía renovable establecido por el estado de Florida.

En cuanto a la **estructura de mercado**, España tiene un mercado eléctrico más competitivo que Florida, lo que ha fomentado el crecimiento de las energías renovables. En contraste, el mercado eléctrico de Florida está dominado por unas pocas grandes empresas de servicios públicos, que han sido más lentas en adoptar las energías renovables.

España también ha tenido más éxito en la promoción de la **eficiencia energética** que Florida. España ha implementado una serie de políticas para fomentar edificios y electrodomésticos energéticamente eficientes, lo que ha ayudado a reducir el consumo total de energía en el país. Florida, por otro lado, ha sido criticada por su falta de políticas de eficiencia energética y por sus códigos de construcción relativamente débiles.

También hay una diferencia considerable en cuanto al **mix energético** de cada sitio, como podemos ver en el apartado *3.1 Mix Energético*. España depende en gran medida de las energías renovables, incluidas la energía solar, eólica e hidroeléctrica, para satisfacer sus necesidades energéticas. En contraste, Florida todavía depende principalmente de combustibles fósiles para la generación de electricidad.

El **transporte** es una fuente importante de consumo de energía tanto en Florida como en España. Sin embargo, los tipos de vehículos utilizados en cada región son diferentes. En Florida, los automóviles y camiones son el principal modo de transporte, y la mayoría de los vehículos funcionan con gasolina o combustible diésel. En España, hay un mayor porcentaje de vehículos eléctricos en las carreteras, lo que ayuda a reducir el consumo general de energía relacionado con el transporte.

Existen también diferencias en cuanto a las **exportaciones de energía**: Si bien Florida es un importante consumidor de energía, también exporta una cantidad significativa de energía a otros estados. Florida exporta electricidad a varios estados vecinos a través del Consejo de

Confiabilidad Eléctrica del Sureste (SERC) y el Consejo de Coordinación de Confiabilidad de Florida (FRCC). España, por otro lado, no exporta una cantidad significativa de energía, ya que el país produce suficiente energía para satisfacer sus propias necesidades.

España tiene una **infraestructura** de energía solar bien establecida, con importantes inversiones tanto en instalaciones solares a escala de servicios públicos como en techos. En contraste, Florida ha sido más lenta en adoptar la energía solar, con un número menor de instalaciones solares a escala de servicios públicos y menos incentivos para la energía solar en los hogares.

España ha implementado varias **políticas gubernamentales** para apoyar el crecimiento de las energías renovables, incluidas las tarifas de alimentación y los incentivos fiscales. En contraste, Florida ha tenido un apoyo gubernamental limitado para las renovables, aunque ha habido iniciativas recientes para expandir la energía solar en el estado. Hasta hace pocos años Florida estaba siendo poco sensible al cambio climático y a la descarbonización, pero se ve que poco a poco están adoptando medidas al respecto.

En general, la combinación energética en Florida y España difiere de varias maneras significativas. Mientras que Florida depende en gran medida del gas natural y la energía, España ha realizado importantes inversiones en fuentes de energía renovables. Las políticas de energía renovable de España y el enfoque en la eficiencia energética han ayudado al país a reducir su consumo total de energía y disminuir su huella de carbono.

Cabe destacar que la gran dependencia en el gas natural hace que el ciudadano de Florida pague menos por la energía eléctrica (impuestos aparte) que el ciudadano español, ya que hay que tener en cuenta que en España la mayoría de los combustibles fósiles son importados y ha subvenciones a las renovables.

4. RAZONES DEL BAJO USO DE LAS RENOVABLES

Florida es un estado con muchos recursos que pueden potenciar el uso de energía renovable, tiene una gran cantidad de luz solar y un abundante uso de biomasa. Sin embargo, a pesar de ello, el uso de energía renovable en Florida sigue siendo relativamente bajo. Esto sucede por varias razones, que se van a exponer a continuación.

En primer lugar, un obstáculo importante para el desarrollo de la energía renovable en Florida es el **entorno regulatorio del estado**. Este ha sido históricamente más favorable al uso de los combustibles fósiles tradicionales como el gas natural y el carbón. La industria de servicios públicos de Florida está altamente regulada, y la Comisión de Servicios Públicos del estado ha ido favoreciendo los intereses de las fuentes de energía tradicionales, en parte porque han invertido mucho en plantas de energía convencionales e infraestructura de transmisión. Esto ha dificultado que las empresas de energía renovable compitan con las compañías de energía tradicionales, que tienen acceso a una base de clientes mucho más establecida. Además, el entorno regulatorio ha dificultado que las empresas de energía renovable obtengan financiación para proyectos, dados los riesgos percibidos de invertir en una industria que aún no se ha establecido completamente en Florida.

Otro desafío para la energía renovable en Florida es el **alto coste de la tecnología de energía renovable**. Si bien el coste de los paneles solares y las turbinas eólicas ha disminuido en los últimos años, siguen siendo más caros que las otras fuentes de energía, como el carbón y el gas natural. Esta gran diferencia de costes hace que sea difícil para las compañías de energía renovable competir en el mercado energético, especialmente en un estado como Florida, donde el coste de la energía tradicional es especialmente baja. Además, el coste de las tecnologías de almacenamiento de energía, que son necesarias para garantizar que la energía renovable esté disponible cuando se necesita, sigue siendo relativamente alto. Esto hace que algunos propietarios y empresas pueden verse disuadidos de instalar paneles solares debido a los costes iniciales, a pesar de que los ahorros a largo plazo pueden ser sustanciales.

Las **políticas solares** de Florida se han quedado atrás respecto a otros estados: no tiene un estándar de cartera renovable y no permite acuerdos de compra de energía, dos políticas que han impulsado las inversiones en energía solar en otros estados.

Florida es uno de los cuatro estados que requieren que la energía solar sea vendida exclusivamente por empresas de servicios públicos, prohibiendo las ventas de compañías que instalan paneles solares en la azotea a bajo coste o sin coste alguno y luego venden la energía generada al dueño de la propiedad. El resultado son opciones limitadas para la energía solar y un mayor compromiso financiero inicial para los consumidores.

El estado no permite acuerdos de compra de energía, que organizan que un desarrollador instale un sistema de energía solar en la propiedad de un cliente y venda la energía generada al cliente a una tarifa fija a menudo más baja que la tarifa minorista. Además, en junio de 2021, Ron De Santis, el gobernador de Florida, aprobó una ley en la que los gobiernos locales no podían influir en el origen de los combustibles que los servicios públicos utilizaban para hacer llegar la energía a sus clientes, independientemente de su impacto en el medio ambiente. Esto evidentemente no propicia el desarrollo de las renovables ya que las grandes empresas de producción de energía tienen libertad absoluta para utilizar las fuentes de

combustibles que quieran, sin importar el impacto medioambiental o el coste de los consumidores.

Otra razón es el fuerte **dominio de los servicios públicos**. Florida tiene un mercado eléctrico fuertemente regulado que está dominado por unas pocas grandes empresas de servicios públicos. Estas empresas de servicios públicos han dependido históricamente de fuentes tradicionales de energía, como el carbón y el gas natural, y han tardado en adoptar la energía solar.

Además, influye mucho en el poco desarrollo de las renovables los **bajos precios de la electricidad**. Florida tiene algunos de los precios de electricidad más bajos de los Estados Unidos, lo que dificulta que la energía solar compita económicamente con las fuentes de energía tradicionales.

También ha una gran **preocupación por los huracanes**. Florida es propensa a los huracanes, que pueden dañar los paneles solares y otros equipos. Esto ha hecho que algunos inversores y aseguradoras sean cautelosos a la hora de invertir en energía solar en el estado.

La **falta de incentivos** financieros significativos y políticas de apoyo para la energía solar en Florida es otro factor que ha limitado su adopción. Florida históricamente ha ofrecido menos incentivos para la energía solar en comparación con otros estados. Si bien ha habido iniciativas recientes para expandir la energía solar en el estado, como el programa SolarTogether de Florida Power & Light, que se estudiará en el capítulo 5 *Futuro de las renovables en Florida*, todavía está rezagado con respecto a otros estados en términos de incentivos.

Finalmente, la **dependencia en las fuentes de energía tradicionales**, como el carbón y el gas natural, ha limitado el desarrollo de la energía renovable. La combinación energética del estado está fuertemente sesgada hacia estas fuentes, y la infraestructura para apoyarlas está bien establecida. Esto dificulta que las empresas de energía renovable ingresen al mercado y construyan la infraestructura necesaria para entregar su energía a los consumidores. Además, las fuentes de energía tradicionales han sido históricamente más confiables y han requerido menos inversión en nueva infraestructura, lo que las ha hecho más atractivas para las empresas de servicios públicos.

En conclusión, el uso de energía renovable en Florida sigue siendo relativamente bajo debido a una combinación de obstáculos regulatorios, altos costes de la tecnología de energía renovable, la combinación de la dominación de los servicios públicos, los bajos precios de la electricidad, las preocupaciones por los huracanes y la falta de incentivos la dependencia del estado de las fuentes de energía tradicionales. Sin embargo, hay algunos desarrollos positivos que podrían conducir a un mayor uso de energía renovable en el futuro. A medida que el coste de la tecnología de energía renovable continúa disminuyendo, y a medida que los entornos regulatorios se vuelven más favorables, es posible que la energía renovable desempeñe un papel más importante en la combinación energética de Florida en los próximos años. Sin embargo, serán necesarios esfuerzos continuos para promover el desarrollo de energía renovable en Florida para realizar este potencial.

5. FUTURO DE LAS RENOVABLES EN FLORIDA

Florida tiene una alta demanda de electricidad, y el estado tradicionalmente ha dependido de los combustibles fósiles para satisfacer esa demanda. Sin embargo, en los últimos años, ha habido un creciente interés en la energía renovable, y muchas personas creen que el futuro de la energía en Florida estará dominado por fuentes renovables.

Como se ha podido ver en apartados anteriores, Florida tiene mucho margen de mejora para el desarrollo de las renovables, aunque para ello tenga que superar algunos desafíos como el alto precio de las renovables y el marco regulatorio del estado.

A pesar de estos desafíos, hay algunos desarrollos positivos en el sector de energía renovable en Florida. Existen varios proyectos solares a gran escala en marcha en el estado, que podrían ayudar a aumentar la proporción de energía renovable en la combinación energética de Florida. El estado también está intentando implementar políticas para fomentar la instalación de paneles solares en hogares y negocios, lo que podría ayudar a aumentar la proporción de energía renovable en la combinación energética del estado. De hecho, en la *Figura 14*, podemos ver cuál es la capacidad actual del mix energético y que proyección tiene de aquí a 10 años. Podemos ver que se pretende cuadruplicar la capacidad de renovables, de 8681MW a 33392MW, también se ve que el gas natural se va a duplicar, pasando de 40307 MW a 86761 MW.

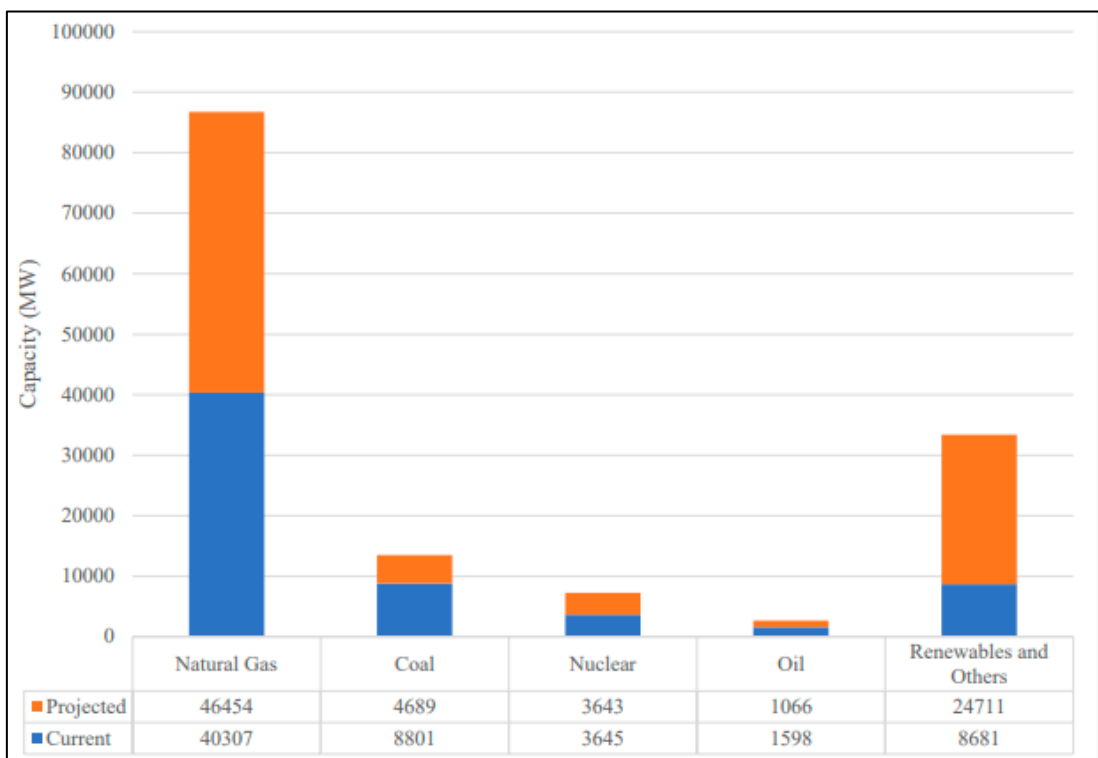


Figura 14: Mix actual y proyectado a 10 años

Uno de los factores más importantes que impulsan el crecimiento de la energía renovable en Florida es el compromiso del estado de reducir su huella de carbono. En 2018, el estado aprobó una ley que requiere que el 100% de su electricidad provenga de fuentes renovables para 2050, conocido como Ley de Futuro de Energía Limpia, que se desarrollará en el apartado *5.1 Ley De Futuro de Energía Limpia*. Este ambicioso objetivo ha estimulado una gran cantidad de inversión en proyectos de energía renovable en todo el estado. De hecho, Duke Energy, una de las grandes empresas de Florida, que alimenta una sección norte del estado, se ha sumado al objetivo de alcanzar emisiones de carbono "netas cero" para 2050.

Además, el estado ha establecido una serie de incentivos financieros y créditos fiscales para fomentar el desarrollo de proyectos de energía renovable. Por ejemplo, Florida ofrece una exención de impuestos a la propiedad para sistemas de energía renovable que generan hasta 100 kilovatios de electricidad. El estado también tiene un crédito fiscal de producción para la electricidad generada a partir de fuentes renovables, que está disponible para las empresas de servicios públicos que generan al menos el 0,25% de su electricidad a partir de energía solar.

Algunas de las grandes empresas de transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica también están apoyando el desarrollo de las energías renovables. La empresa Florida Power & Light (FPL) ha construido una granja solar y desarrollado un programa llamado Solar Together, que se comentará en el apartado *Solar Together de FPL*. La empresa Duke Energy también está creando granjas solares de gran tamaño.

Otra iniciativa importante es la creación del Florida Energy Systems Consortium (Centro de Energía Solar de Florida) (FSEC), que se estableció en 1975 y es el instituto de investigación del estado para la energía solar. Cuenta con colaboración entre los expertos en energía de las 12 universidades que lo apoyan, con el fin de compartir conocimientos relacionados con la energía. FSEC lleva a cabo investigaciones, pruebas y certificación de tecnologías solares, y proporciona programas de capacitación y educación para promover el uso de la energía solar en Florida. El centro ha desempeñado un papel clave en el desarrollo de tecnologías solares y el crecimiento de la industria solar en el estado.

Finalmente, el estado también ha tomado medidas para promover la eficiencia energética y la conservación. Por ejemplo, el Código de Energía de Florida requiere que los edificios nuevos cumplan con ciertos estándares de eficiencia energética, y el estado ha establecido un Programa de Asistencia para la Conservación de Energía para ayudar a las empresas y propietarios de viviendas a reducir su consumo de energía.

En general, el estado de Florida ha tomado una serie de medidas importantes para promover el uso de energías renovables. Si bien todavía hay mucho trabajo por hacer para lograr el objetivo de energía 100% limpia para 2050, el compromiso del estado con la energía renovable y sus esfuerzos para crear un entorno de políticas de apoyo son señales alentadoras para el futuro de la energía limpia en Florida.

5.1 LEY DE FUTURO DE ENERGÍA LIMPIA

En 2018, el estado de Florida aprobó la Ley de Futuro de Energía Limpia, que consiste en que el 100% de la electricidad del estado se genere a partir de fuentes renovables para el año 2050. Este ambicioso objetivo está destinado a acelerar la transición a la energía limpia en Florida y posicionar al estado como líder en energía renovable.

Además, se espera que las empresas de servicios públicos de Florida hagan la transición de la generación de combustibles fósiles al 100% de energía renovable para 2050 y alcancen objetivos incrementales en el camino bajo las reglas propuestas anunciadas por la comisionada estatal de Agricultura y Servicios al Consumidor, Nikki Fried, el 21 de abril. Florida está dando así el primer paso para exigir más energía renovable en todo el estado

Según Fried, candidato demócrata a gobernador de Florida, el objetivo de Florida es alcanzar al menos un 40% de energía renovable para 2030, un 63% para 2035 y un 82% para 2040, aunque este objetivo parece poco realista, ya que tendrán que implementar muchos avances en los próximos 20 años. Las reglas propuestas también requieren que cada empresa eléctrica de Florida informe anualmente la cantidad de energía renovable que produce o compra. El Departamento de Agricultura y Servicios al Consumidor de Florida, o FDACS, revisaría anualmente esos informes y proporcionaría a la Comisión de Servicios Públicos de Florida un análisis de si cada empresa de servicios públicos cumplirá con los objetivos estatales.

Las empresas de servicios públicos de Florida aumentarían gradualmente su electricidad al 100% renovable para 2050 bajo una regla propuesta presentada el jueves por el comisionado de agricultura del estado.

La regla propuesta es una consecuencia de una larga batalla judicial que involucra a docenas de jóvenes, liderados por la ONG Our Children's Trust, que afirman que Florida está violando sus derechos constitucionales al continuar promoviendo el uso de combustibles fósiles que impulsan el cambio climático. Se han presentado demandas similares en otros estados. El motivo de todas estas protestas es puramente económico, ya que es evidente que las empresas tendrán que invertir en el desarrollo de las energías renovables para cumplir con la regla.

La regla no es definitiva y podría enfrentar varios desafíos, e incluso después, el Departamento de Agricultura y Servicios al Consumidor del estado podría principalmente rastrear su cumplimiento, no hacerla cumplir. Aun así, Fried dijo que es "un primer paso monumental" para frenar los gases de efecto invernadero que alteran el clima y que fluyen de los servicios públicos cuando queman carbón y gas natural.

5.2 SOLAR TOGETHER DE FPL

SolarTogether de FPL tiene como objetivo brindar a todos los clientes de FPL, ya sea que alquilen o sean dueños de su casa, la oportunidad de participar directamente en los beneficios ambientales y financieros de la energía solar a gran escala con sede en Florida, mientras apoyan directamente la expansión de la energía solar en Florida.

Bajo este programa, FPL instala paneles solares en los techos o en el suelo en lugares designados, y los clientes pueden suscribirse para recibir créditos en la factura por la energía producida por los paneles. Al participar en el programa, los clientes pueden apoyar el crecimiento y disfrutar de los beneficios de la energía renovable sin tener que instalar paneles solares en sus casas.

Los clientes pueden suscribirse a SolarTogether de FPL pagando un cargo de suscripción mensual fijo, que se ajuste a su presupuesto, y recibir créditos mensuales en la factura que aumentan cada año por su participación en la energía solar generada, el cliente paga la tarifa por kW y recibe créditos en su factura de energía en función de los kWh que esos paneles producen cada mes. Se estima que con el tiempo, los créditos aumentarán, reduciendo su factura mensual de energía. Con esta suscripción, las personas pagan una tarifa mensual fija para suscribirse a un cierto número de kW de paneles solares, y luego obtienen ahorros basados en la producción de esos paneles. La suscripción podría cancelarse o reducirse en cualquier momento, pero el cliente no podría volver a suscribirse durante al menos 12 meses después de la cancelación.

FPL empezó con la generación de cinco proyectos solares por un total de 1,490 megavatios (MW) de producción para el programa SolarTogether. El programa está actualmente totalmente suscrito y cerrado a nuevos solicitantes, pero es posible que se abra más capacidad en el futuro. Más de 59,000 personas se han unido al programa solar. Ahora todos pueden usar energía solar y reducir su impacto ambiental a medida que crece el programa SolarTogether.

6. RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL MIX

Como se ha podido ver a lo largo de este documento, Florida tiene mucho margen para mejorar su mix energético en cuanto a energía renovable se refiere. En este apartado se expondrán distintas recomendaciones personales que en mi opinión ayudarían a mejorar el mix energético de Florida.

En primer lugar, Florida debería sumarse a otros estados e **introducir un RPS**, (Estándar de Cartera Renovable), que es un mandato destinado a aumentar la cantidad de producción y uso de energía renovable. Bajo estos estándares, un estado puede exigir a una compañía de servicios públicos que un cierto porcentaje de su electricidad provenga de ciertos recursos de energía renovable.

Una de las fuentes de energía renovable más prometedoras en Florida es la energía solar. El estado está bendecido con abundante luz solar, y la energía solar se está volviendo cada vez más asequible y eficiente. De hecho, algunos expertos predicen que la energía solar podría ser la fuente de energía dominante en Florida en las próximas décadas. Esto se debe a que la energía solar es limpia, renovable y cada vez más asequible. El uso de energía solar sigue subiendo a medida que pasan los años. Se espera que los recursos renovables de Florida aumenten en un estimado de 15,055 MW en los próximos diez años. Este es un aumento significativo de la estimación del año pasado de 13.212 MW. Sin embargo, se debería **aumentar el uso de otras energías renovables**, para no depender de la solar, aunque no sea en una medida tan grande. Por ejemplo, yo creo que la eólica tiene algo más de cabida en Florida. Si bien Florida no tiene el mismo tipo de condiciones ventosas que otros estados, todavía hay oportunidades para la generación de energía eólica. En particular, los parques eólicos marinos podrían mejorar el futuro energético de Florida. Estos parques eólicos estarían ubicados frente a la costa de Florida, donde los vientos son más fuertes y consistentes. Si se desarrollan, los parques eólicos podrían generar una cantidad significativa de electricidad para el estado. Para desarrollar esto habría que acelerar también el marco regulatorio, así como intentar reducir los plazos del desarrollo de un proyecto de energía eólica marina, que actualmente es de unos 10 años.

Otro desarrollo interesante en el sector de energía renovable de Florida es el **crecimiento de la bioenergía**. La bioenergía es energía que se produce a partir de materia orgánica, como madera, cultivos y desechos. Florida es el hogar de una cantidad significativa de tierra agrícola, que podría usarse para cultivar cultivos específicamente para la producción de bioenergía. Además, Florida tiene una gran cantidad de residuos que podrían convertirse en energía a través de procesos como la digestión anaeróbica.

El alto nivel de materia orgánica se podría aprovechar para aumentar el uso de las energías renovables mediante la **implementación de plantas de biometano**. El biometano se obtiene a partir de residuos y deshechos de la agricultura, ganadería e industria, que, tras un proceso de digestión anaerobia, dan lugar a un biogás, que se somete a un “upgrading” por el cual se elimina el CO₂ y las demás impurezas, llegando a niveles de metano superiores al 95%. Además, de este proceso se obtiene un digestato, que puede usarse como biofertilizante en el campo, contribuyendo así también a la economía circular, como se puede apreciar en la *Figura 15: Contribución del biometano a la economía circular*. Una de las grandes ventajas del biometano es que se puede inyectar directamente a la red de gas y así sustituir al gas natural. En la *Figura 7: Mix Energético de Florida*, se puede apreciar que el gas natural ocupa un 75% del mix energético de Florida, por lo que con la introducción del biometano se podría reducir este número, con la ventaja de que se podrían seguir usando toda la infraestructura del gas natural.

Estas plantas de biometano también se podrían introducir en España para mejorar todavía más el mix, ya que en España únicamente hay 4 plantas de biometano. El biometano tiene numerosas ventajas a parte de sustituir al gas natural, como es la de reducir los gases de efecto invernadero producidos por los residuos, generación continua de energía sin depender de factores externos como la luz solar en caso de la energía fotovoltaica o el viento en caso de le eólica y por último, contribuye a la descarbonización. Como inconveniente tiene que puede haber competencia por conseguir los residuos si hay varias plantas de biometano cerca.

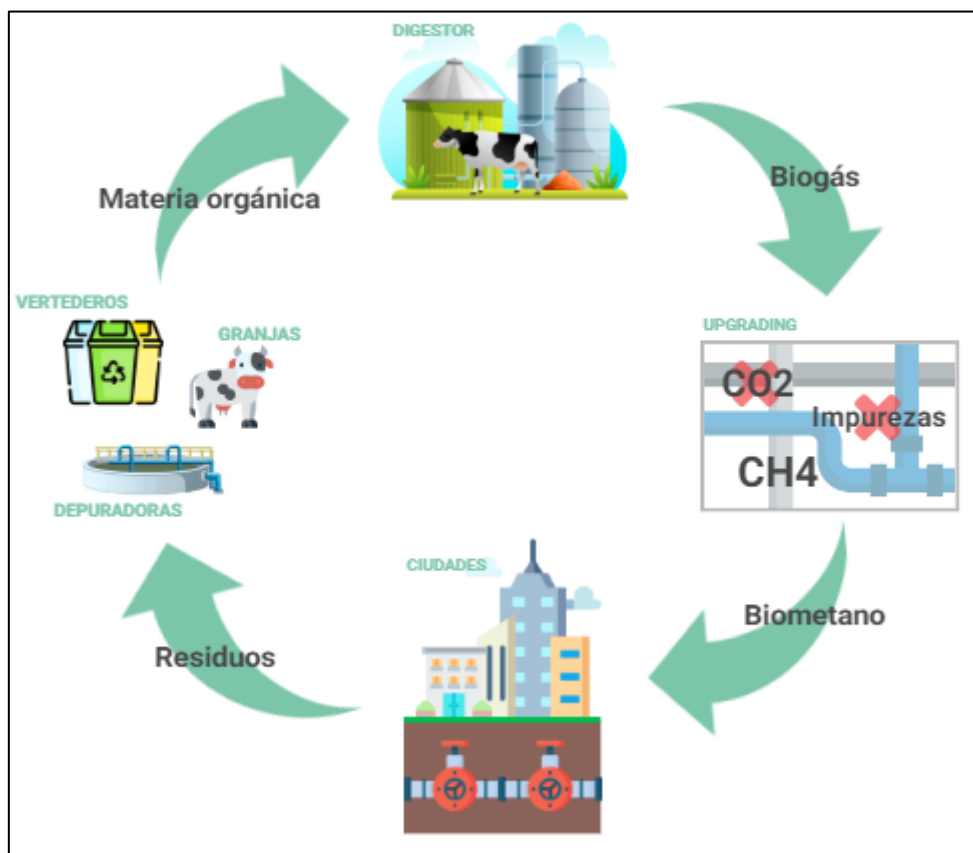


Figura 15: Contribución del biometano a la economía circular

A pesar de los desarrollos prometedores en el sector de energía renovable de Florida, todavía hay algunos desafíos que deben abordarse. Uno de los mayores desafíos es la **necesidad de almacenamiento de energía**. Las fuentes de energía renovables como la solar y la eólica son intermitentes, lo que significa que sólo generan energía cuando el sol brilla o sopla el viento. Para que estas fuentes sean más viables, es necesario que haya una manera de almacenar el exceso de energía para su uso cuando sea necesario. La tecnología de almacenamiento de baterías está mejorando rápidamente, pero sigue siendo relativamente cara.

Además, **el estado** debería tomar cartas en el asunto e **intervenir más en el desarrollo de la renovable**, podría proporcionar incentivos fiscales para proyectos de energía renovable u ofrecer garantías de préstamos para ayudar a financiarlos. Además, el estado podría invertir en tecnologías de almacenamiento de energía, como baterías o almacenamiento hidroeléctrico por bombeo, lo que ayudaría a garantizar que la energía renovable esté disponible cuando se necesite. Por último, podría realizar campañas para educar a los consumidores sobre los beneficios de la energía renovable y alentarlos a instalar paneles solares en sus hogares y negocios.

Otro punto que habría que centrarse para mejorar el mix de Florida es la mejora y el **desarrollo de la infraestructura**. Por ejemplo, los parques eólicos requieren una inversión significativa en líneas de transmisión y otras infraestructuras para llevar la electricidad que generan a la red. Del mismo modo, los parques solares y eólicos a gran escala requieren cantidades significativas de tierra, lo que puede ser un desafío en un estado que ya está muy desarrollado.

Otro cambio que creo que podría impulsar el uso de renovables sería la **introducción de parques eólicos marinos**. Como podemos ver en la *Figura 16: Parque eólico marino*, los parques eólicos marinos suelen consistir en grandes conjuntos de turbinas que están ancladas al fondo marino y conectadas a una red eléctrica en tierra a través de cables submarinos. Estas turbinas están diseñadas para capturar la energía cinética del viento y convertirla en energía eléctrica, que se puede utilizar para alimentar hogares y negocios.



Figura 16: Parque eólico marino

Los vientos marinos a menudo son más fuertes y consistentes que los vientos terrestres, lo que significa que las turbinas eólicas marinas pueden generar más electricidad que las turbinas terrestres. Además, los parques eólicos marinos pueden ubicarse más lejos de la costa, lo que puede ayudar a reducir los impactos visuales y de ruido en las comunidades cercanas. Es verdad que en Florida hay huracanes, y que estos pueden dañar los parques eólicos, sin embargo, en la Figura 17: Zonas de riesgo durante los huracanes y velocidad máxima del viento se puede ver en azul las zonas donde aparecen los huracanes de una manera agresiva, si se instala el parque eólico en la zona del Panhandle rodeada en rojo, se podría asegurar tanto la efectividad del parque eólico marino, ya que ahí pueden llegar vientos hasta 130 mph, como su seguridad, ya que a esa zona no suelen llegar los huracanes.

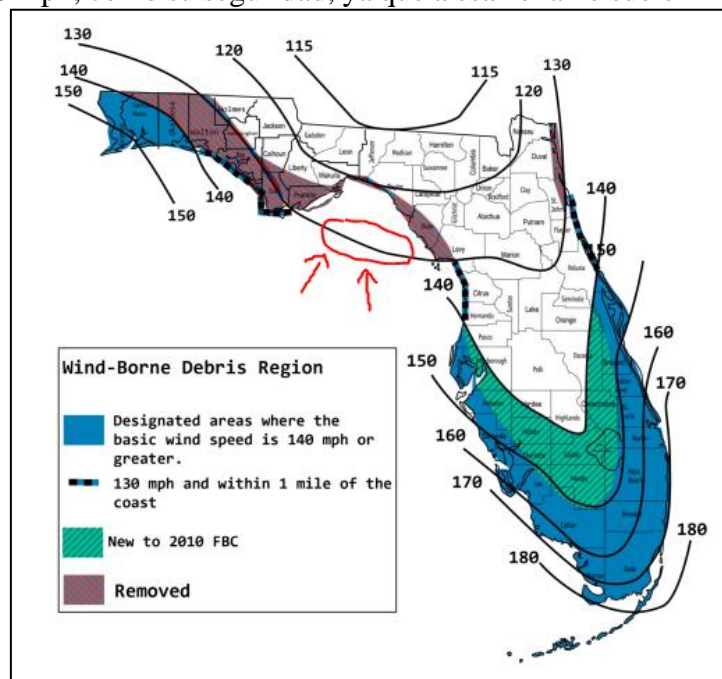


Figura 17: Zonas de riesgo durante los huracanes y velocidad máxima del viento

Por último, habría que implementar un **plan energético integral a nivel estatal**. Sin un plan de este tipo, es difícil para las empresas de energía renovable y los inversores saber dónde y cómo invertir sus recursos. Un plan energético integral proporcionaría una hoja de ruta clara para el desarrollo de la energía renovable en Florida, incluidos los objetivos para la generación de energía renovable, la inversión en almacenamiento de energía y las estrategias para reducir el consumo de energía.

En conclusión, puede haber un buen futuro para la energía renovable en Florida. El compromiso del estado de reducir su huella de carbono, combinado con abundante luz solar y otros recursos renovables, lo convierten en un lugar ideal para el desarrollo de energía renovable. Si bien ciertamente hay desafíos que deben abordarse, el crecimiento de la energía renovable en Florida es una señal positiva para el futuro energético del estado. Si el estado empieza a invertir en energía renovable y abordar los desafíos que enfrenta, podría convertirse en un líder en la transición hacia un futuro de energía limpia.

7. REGULACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El Sistema eléctrico de Estados Unidos está dividido en tres zonas, tal y como se puede apreciar en la *Figura 18: División del sistema eléctrico de Estados Unidos*. Está la interconexión Oeste, la interconexión ERCOT, de la que forma parte únicamente Texas, y la interconexión Este, en la que se encuentra Florida, cuyo sistema energético está controlado por la FRCC (Florida Reliability Coordinating Council). Estas tres interconexiones se juntan en una superestación conocida como “Las Tres Amigas”.

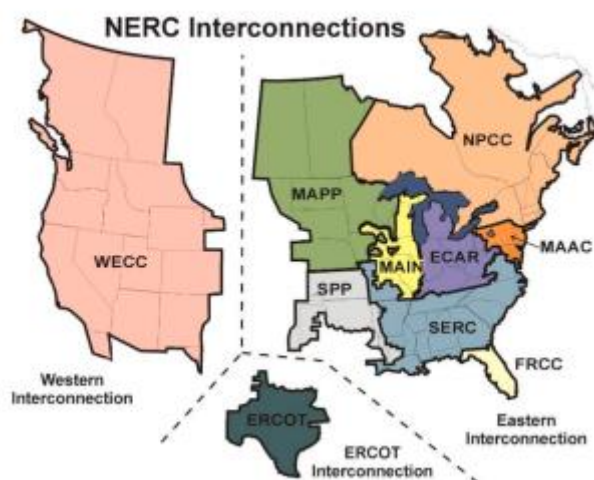


Figura 18: División del sistema eléctrico de Estados Unidos

La misión del FRCC era garantizar que el sistema de energía en Florida sea fiable, adecuado y seguro. Su principal propósito es proponer y hacer cumplir los estándares de fiabilidad dentro de la Región de Florida. Sin embargo, este organismo no tiene capacidad de regular el sistema de energía, ya que para ello hay un organismo que se encarga de la regulación del sistema energético de todo EEUU, que es el FERC (Federal Energy Regulatory Commission).

La FERC regula la transmisión interestatal de gas natural, petróleo, productos refinados de petróleo y electricidad, así como la venta interestatal de electricidad al por mayor. Entre otras acciones, la FERC se encarga de:

- Establecer tarifas y términos y condiciones para las ventas al por mayor de servicios de energía y transmisión y para servicios de transporte de petróleo / productos y gas.
- Emitir permisos para construir gasoductos de gas natural e instalaciones de almacenamiento nuevos o ampliados.
- Autorizar la construcción y operación de instalaciones de gas natural licuado.
- Aprobar fusiones y adquisiciones en el sector eléctrico.
- Regular los mercados mayoristas de energía.

- Regular la transmisión y venta al por mayor de electricidad en el comercio interestatal.
- Revisar ciertas fusiones y adquisiciones y transacciones corporativas de compañías eléctricas.
- Revisar la solicitud de emplazamiento para proyectos de transmisión eléctrica en circunstancias limitadas.
- Proteger la confiabilidad del sistema de transmisión interestatal de alto voltaje a través de estándares de confiabilidad obligatorios.
- Monitorizar e investigar los mercados energéticos.
- Hacer cumplir los requisitos reglamentarios de la FERC mediante la imposición de sanciones civiles y otros medios.
- Supervisar asuntos ambientales relacionados con proyectos de gas natural e hidroelectricidad y otros asuntos.
- Administra las regulaciones contables y de información financiera y la conducta de las empresas reguladas.

Además, Estados Unidos cuenta también con el Departamento de Energía (DOE), que influye en el sector energético a través de una combinación de incentivos y regulación: fomentando el avance de la seguridad energética, la innovación tecnológica y el crecimiento económico, así como regulando la exportación de gas natural y asegurando la confiabilidad de las capacidades nucleares de la nación. Las decisiones del DOE afectan a las empresas de los sectores de energía tradicional y renovable (incluidas las tecnologías de carbón, nuclear, renovable y almacenamiento de energía), así como a las empresas centradas en automóviles avanzados, producción agrícola y medicina.

Por último, el mercado eléctrico en Florida es regulado por la Florida Public Service Commission (FPSC). La FPSC es responsable de regular varios aspectos de los sectores de energía y servicios públicos en Florida. Estas son algunas de las funciones y responsabilidades del FPSC:

- Establecer y regular las tarifas que los servicios públicos de electricidad, gas natural y agua y aguas residuales propiedad de inversionistas pueden cobrar a sus clientes. Esto implica realizar audiencias de tarifas, revisar los datos de costos y garantizar que las tarifas sean justas y razonables.
- Supervisar y regular la calidad y confiabilidad de los servicios públicos proporcionados por los servicios públicos propiedad de los inversionistas. Establecen estándares y pautas para garantizar que las empresas de servicios públicos mantengan un servicio confiable y respondan adecuadamente a las necesidades de los clientes.
- Promover y supervisar los programas de eficiencia y conservación de energía implementados por las empresas de servicios públicos. Alientan a las empresas de servicios públicos a desarrollar iniciativas que ayuden a los clientes a reducir el consumo de energía, reducir las facturas de servicios públicos y promover prácticas sostenibles.
- Participar en el desarrollo de políticas de energía renovable y supervisar la implementación de programas relacionados con la generación de energía renovable y la integración en la red. También consideran los factores ambientales y el cumplimiento de las regulaciones ambientales en los procesos de toma de decisiones de servicios públicos.



Figura 19: Organismos encargados del sistema energético de Florida

Por otra parte, el mercado eléctrico español está regulado por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), que es el organismo encargado de garantizar la competencia efectiva en los mercados y proteger los derechos de los consumidores.

La CNMC establece las reglas y los procedimientos para el funcionamiento del mercado eléctrico español, y supervisa y controla el cumplimiento de las normas por parte de los diferentes actores involucrados en el mercado. Además, establece los precios de la energía eléctrica en el mercado mayorista, que es donde se negocian los contratos de suministro de energía entre los productores y los comercializadores. También supervisa y controla el cumplimiento de las reglas y los procedimientos establecidos para el funcionamiento del mercado eléctrico español, con el fin de garantizar la transparencia, la objetividad y la competencia efectiva en el mercado. Por último, La CNMC se encarga de proteger los derechos de los consumidores, velando por la calidad del suministro eléctrico y promoviendo la competencia en el mercado minorista.

Otro actor importante en el sistema eléctrico español es el Operador del Mercado Ibérico de Energía (OMIE), que se encarga de gestionar el mercado eléctrico. Entre sus funciones se encuentran la de que todos los agentes concuerden para que la energía llegue a los consumidores, crear un sistema independiente y transparente y estar en contacto continuo con los distintos agentes del mercado.

Por último en el ámbito del sistema eléctrico, corresponde al Gobierno y a las Administraciones Públicas la regulación y el control de las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica.



Figura 20: Organismos encargados del sistema energético español

8. ANÁLISIS ECONÓMICO

España tiene una población significativamente mayor que Florida. España tiene una población estimada de alrededor de 47 millones, mientras que Florida tiene una población de aproximadamente 21 millones. El tener una población mayor que la de Florida influye en que el consumo total de energía sea mayor en España. Además, España tiene un sector industrial más diverso y una gama más amplia de actividades económicas, lo que lleva a una mayor demanda de energía en varios sectores. El consumo de energía de Florida también es alto debido a factores como su población, la industria del turismo y el clima cálido. El uso de energía del estado es impulsado principalmente por los sectores residencial y comercial, y el transporte también representa una parte significativa del consumo de energía. Además, Florida tiene una de las tasas de consumo de energía más altas de los Estados Unidos debido a factores como su gran población, la industria del turismo y el clima cálido.

Otro factor que influye en la demanda de energía es la economía. España tiene una economía más diversa y robusta en comparación con Florida. Tiene un importante sector industrial, incluyendo manufactura, servicios y turismo, que contribuyen a su demanda de energía. La economía de Florida también es diversa, con sectores como el turismo, la agricultura y la industria aeroespacial. Sin embargo, la economía más grande y diversa de España probablemente resulte en una mayor demanda de energía en general.

A la hora de analizar la demanda hay que tener en cuenta también el clima. El clima cálido de Florida contribuye a una mayor demanda de energía para fines de enfriamiento, especialmente durante los meses de verano. El uso del aire acondicionado es significativo en los sectores residencial, comercial y turístico. España también experimenta climas cálidos en ciertas regiones, pero es más variado en todo el país. La demanda de energía para calefacción suele ser mayor en España, particularmente en las regiones del norte con inviernos más fríos.

Para comparar el consumo real de electricidad entre Florida y España tenemos que fijarnos en el consumo de electricidad per cápita de cada sitio. El consumo de energía se calcula dividiendo el consumo total de electricidad entre la población, los resultados se pueden observar en la *Figura 21*. Si bien las cifras exactas pueden variar, generalmente se observa que Florida tiene un mayor consumo de electricidad per cápita en comparación con España. Esto puede atribuirse a factores como el clima, las actividades económicas, el estilo de vida y las industrias intensivas en energía.

Lugar	Fecha	Generación GWh	Consumo GWh	Consumo per capita kWh
España	2022	276413	250421	5259,30
Florida	2022	224169	210787	10037,48

Figura 21: Consumo de energía per capita

8.1 EL MERCADO ELÉCTRICO

El mercado eléctrico español es un mercado marginalista de energía, lo que significa que el precio de la energía eléctrica se establece en función del coste marginal de producción de la última unidad de energía que se produce y se consume.

En otras palabras, el precio de la energía eléctrica se determina en función de la oferta y la demanda en el mercado mayorista, y se establece el precio de la última unidad de energía que se produce y se consume. De esta forma, el coste marginal de producción es el que determina el precio de la energía eléctrica en el mercado.

El mercado mayorista de energía eléctrica es operado diariamente por el OMIE y es conocido también como “pool” eléctrico, ya que los generadores que venden y las compañías que compran energía lanzan sus ofertas al mercado eléctrico como si fuera una piscina. El fin del “pool” es acabar fijando un precio en el que cruza la oferta y la demanda. Es importante destacar que el productor de energía va a recibir el precio del último productor que haya entrado en el mercado, independientemente de la oferta que haya realizado.

Este sistema de fijación de precios se utiliza en muchos mercados eléctricos del mundo, y se considera un mecanismo eficiente para asignar los recursos y establecer un precio justo para la energía eléctrica. El sistema marginalista de fijación de precios también favorece la eficiencia en la gestión de la demanda y la oferta de energía eléctrica, ya que los productores se ven incentivados a producir sólo la energía que realmente se necesita en el mercado.

En el caso del mercado eléctrico español, el precio de la energía eléctrica se establece en función del coste marginal de producción de la última unidad de energía que se produce y se consume, y es determinado por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC).

En el *Anexo I. Ejemplo Fijación del Precio* se puede encontrar un ejemplo más detallado de cómo se establece el precio horario de la electricidad en un sistema marginalista.

Por su parte, el mercado eléctrico de Florida no es un mercado marginalista de energía. En los Estados Unidos, la mayoría de los mercados eléctricos utilizan un sistema de fijación de precios conocido como “precio nodal”, que es similar al sistema marginalista de fijación de precios, pero con algunas diferencias importantes.

La fijación de precios en un sistema nodal consiste en dividir la red eléctrica en diferentes nodos, que son puntos de inyección del sistema de transmisión, puntos de salida e intersección de la línea de transmisión en las subestaciones de transmisión, típicamente definidas como nodos. El precio de cada nodo, calculado por un algoritmo central, refleja el coste total de suministrar una unidad incremental de consumo en cada nodo por período de liquidación, es decir, lo que se conoce como coste marginal. Sin embargo, se tienen en cuenta otros factores, como la congestión en la red eléctrica y las restricciones de transmisión.

El objetivo de la fijación de precios nodales es garantizar el menor coste de equilibrio energético en todo el sistema, garantizando al mismo tiempo que se respeten las limitaciones de transmisión.

Por lo tanto, aunque el sistema de precio nodal es similar al sistema marginalista de fijación de precios, es un poco más complejo y tiene en cuenta una serie de factores adicionales que pueden afectar el precio de la energía eléctrica.

El sistema nodal solventa varios problemas del sistema por las siguientes razones:

- **Relación calidad-precio:** Cuando la generación se reduce debido a restricciones de transmisión, en última instancia son compensados por los consumidores a través de cargos. Sin embargo, la fijación de precios nodal elimina las transferencias financieras de los consumidores a los generadores «restringidos», ya que no se enviarán activos cuya producción causaría restricciones.
- **Adaptabilidad:** los cambios en la oferta, la demanda y las condiciones de la red se reflejan automáticamente en los precios nodales en lugar de la necesidad de intervenciones constantes bajo el sistema actual.
- **Confianza del inversor:** en los diseños nodales del mercado, los participantes del mercado pueden cubrir parcialmente su exposición a las diferencias de precios de ubicación a través de instrumentos financieros como los Derechos de Transmisión Financiera ("FTR"), que otorgan al titular derechos a las rentas de congestión entre dos nodos o zonas.

Además, tanto el sistema marginalista como nodal comparten varias ventajas, ya que permiten a los participantes gestionar mejor sus condiciones de oferta y demanda, ya que les da más flexibilidad para decidir cuánta electricidad necesitan y cuándo la usarán. Además, un generador eficiente puede asegurar un suministro de bajo coste en nombre de sus clientes y proporcionar precios más bajos que sus competidores. Por último, al aplicar un precio uniforme "en el último punto de entrega de energía", facilita el comercio entre proveedores de diferentes zonas.

9. COMPARATIVA GENERAL

Como en la mayoría de los países, tanto el mercado eléctrico español como el de Florida consiste en un sistema complejo que involucra la producción, distribución, comercialización y consumo de energía eléctrica, una idea de este se puede ver en la *Figura 22: Funcionamiento general del mercado eléctrico*, los valores de tensión en Florida varían mucho más que en España y la frecuencia también es distinta, en Florida, al igual que en todo EEUU, la frecuencia es de 60Hz, mientras que en España es de 50 Hz. A grandes rasgos, el mercado eléctrico funciona de la siguiente manera:

- **Producción:** La energía eléctrica se produce en las centrales eléctricas, que pueden ser de diferentes tipos, como centrales hidroeléctricas, térmicas, nucleares, eólicas, solares, entre otras.
- **Distribución:** La energía eléctrica producida es transportada a través de la red de distribución, que es operada por diferentes compañías distribuidoras. Tanto en España como en Florida, hay varias compañías distribuidoras que operan en diferentes regiones y garantizan un suministro eficiente y confiable de electricidad
- **Comercialización:** Los consumidores reciben electricidad a través de sus proveedores locales de servicios públicos. En España, Las empresas comercializadoras compran la energía eléctrica a los productores en el mercado mayorista, conocido como el mercado de producción. Luego, venden la energía a los consumidores a través del mercado minorista. Sin embargo, en Florida se utiliza un sistema de fijación de precios conocido como "precio nodal", que es similar al sistema marginalista de fijación de precios, pero con algunas diferencias importantes. Esto se ha desarrollado con más detalle en el *Capítulo 7:Regulación del Sistema Eléctrico*.
- **Consumo:** Los consumidores utilizan la energía eléctrica para alimentar sus hogares, empresas y otras necesidades.

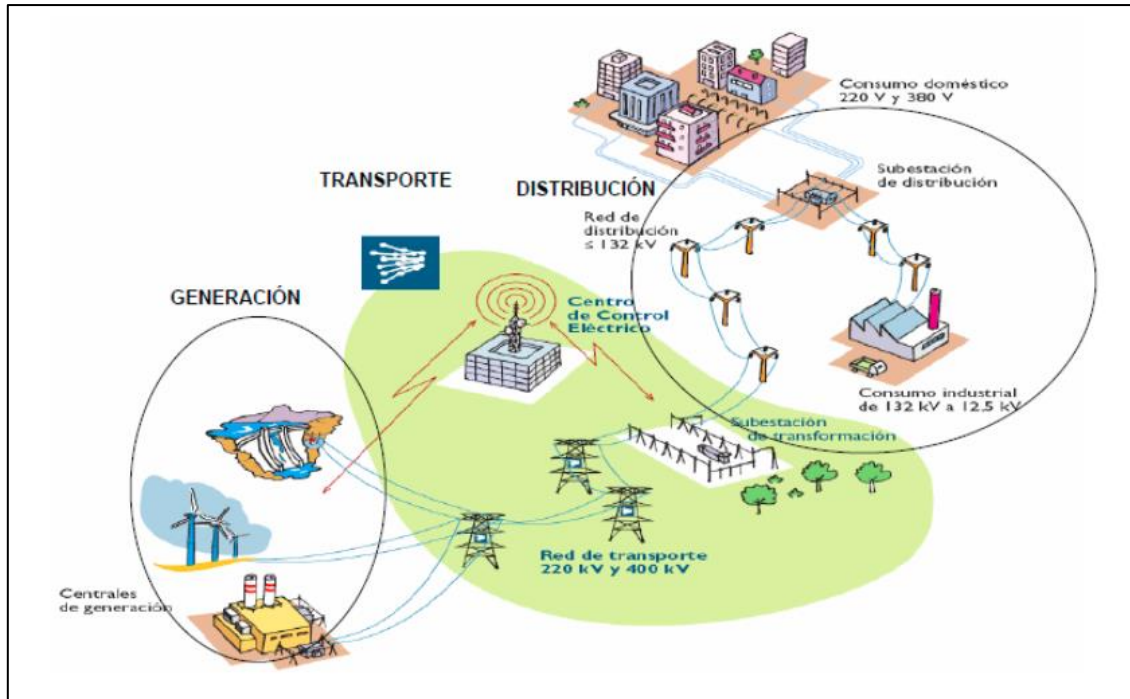


Figura 22: Funcionamiento general del mercado eléctrico

España es actualmente líder en política de energías renovables. Pero España ha tenido también momentos de crisis para llegar hasta donde está. En el año 2007, España fue uno de los primeros en implementar primas a las energías renovables, en las que se garantizaba el cobro de retribuciones durante toda la vida útil de la planta, esto animó a que muchas personas invirtieran en estas. Sin embargo, en el año 2010 el gobierno vio que no iba a poder cumplir con sus promesas y empezó a introducir recortes en estas primas hasta que finalmente las retiró en el año 2012, esto hizo que el sector colapsase y que muchas personas no pudieran pagar sus inversiones sin la ayuda del gobierno. Esto fue una dura lección para España, de la que ha conseguido sobreponerse a lo largo de los años. El gobierno de Florida está actualmente realizando muchas promesas para el desarrollo de las renovables, pero debe tener cuidado, tomar ejemplo de España y no prometer cosas que luego no pueda cumplir.

A parte de esto, hay 5 rasgos generales en los que creo que España está muy por delante de Florida, y en los cuales Florida debería hacer hincapié para mejorar su sistema energético en los próximos años:

- **Enfoque en energías renovables:** España ha logrado avances significativos en la producción de energía renovable, particularmente en energía eólica y solar. El país ha invertido fuertemente en infraestructura de energía renovable y ha implementado políticas de apoyo para promover su crecimiento. España se sitúa entre los primeros países del mundo en términos de capacidad instalada de energía renovable. En contraste, mientras Florida ha estado desarrollando su sector de energía renovable, todavía depende en gran medida de los combustibles fósiles, como el gas natural, el carbón, y nuclear para la generación de electricidad.
- **Diversidad en el mix energético:** España tiene un mix energético diverso que incluye una parte significativa de las fuentes de energía renovables, como la energía eólica, solar e hidroeléctrica. Esta diversificación ayuda a reducir la dependencia de

una sola fuente de energía y promueve un sistema energético más sostenible y resiliente. En Florida, la combinación energética está dominada principalmente por el gas natural y la energía nuclear, y las energías renovables representan una porción más pequeña.

- **Infraestructura de red:** España ha invertido en el desarrollo de una infraestructura de red robusta y moderna que facilita la integración de fuentes de energía renovables. El país ha implementado tecnologías de red avanzadas, incluidas redes inteligentes, para optimizar la distribución de energía y mejorar la eficiencia general. La infraestructura de la red de Florida también está bien desarrollada, pero su enfoque ha sido más en acomodar las fuentes de energía tradicionales en lugar de atender específicamente a las energías renovables.
- **Política y regulación energética:** España ha implementado políticas y regulaciones de apoyo para promover el desarrollo de las energías renovables. Estas políticas incluyen tarifas de alimentación, subsidios y contratos a largo plazo para los productores de energía renovable. Además, España ha establecido objetivos ambiciosos para la expansión de la capacidad de energía renovable, con el objetivo de lograr una alta proporción de energía renovable en su combinación energética general. Florida también ha implementado ciertas políticas de energía renovable, pero el entorno regulatorio del estado puede no ser tan favorable o agresivo como el de España.
- **Medidas de eficiencia energética:** España ha realizado esfuerzos para mejorar la eficiencia energética a través de diversas iniciativas y programas. Estas medidas tienen como objetivo reducir el consumo de energía y promover prácticas sostenibles en diferentes sectores, incluidos los edificios, el transporte y la industria. Si bien Florida ha implementado programas de eficiencia energética, su alcance e impacto pueden variar en comparación con los esfuerzos de España.

10. CONCLUSIÓN

Como se ha podido comprobar a lo largo de este documento, Florida tiene una producción muy escasa de energías renovables, contando únicamente con un 6,3 % de la energía producida. Sorprende especialmente el escaso aprovechamiento de la energía solar, ya que Florida tiene un gran potencial en este aspecto, y posee una gran abundancia de luz solar durante todo el año. Destaca también la gran dependencia del gas natural en Florida, ocupando un 75% del mix, debido a su gran disponibilidad y bajo coste.

Está claro que España ha logrado un mayor avance en el desarrollo de energías renovables, ocupando estas la mitad de su producción energética. En general, España ha realizado inversiones significativas en energías renovables, políticas de eficiencia energética y tiene un mercado eléctrico más competitivo en comparación con Florida. Florida depende más de los combustibles fósiles y tiene un menor enfoque en las energías renovables, aunque ha habido avances recientes en la adopción de medidas relacionadas con el cambio climático y la descarbonización.

El uso de energía renovable en Florida se ve obstaculizado por regulaciones favorables a las fuentes de energía tradicionales, altos costes de tecnología, políticas solares rezagadas, dominio de los servicios públicos, bajos precios de la electricidad, preocupaciones por huracanes, falta de incentivos y dependencia en fuentes de energía tradicionales. Sin embargo, hay posibilidades de un mayor uso de energía renovable en el futuro a medida que los costes disminuyan y se implementen políticas más favorables.

Florida se enfrenta a desafíos en términos de consumo de energía, dependencia de combustibles fósiles y bajo uso de energía renovable. Es por tanto que tiene la necesidad de una transición hacia energías renovables. Aunque Florida ha invertido en la expansión de la infraestructura de gas natural, existe un creciente interés en la transición hacia fuentes de energía más limpias y renovables. La escasa presencia de energías renovables en su mix y el potencial desaprovechado de la energía solar destacan la necesidad de promover y desarrollar estas fuentes sostenibles de energía en el estado. Florida ya ha puesto en marcha iniciativas y colaboraciones académicas para abordar estos problemas y buscar soluciones más sostenibles en el sector energético del estado.

Existen varios proyectos solares a gran escala en marcha en Florida, lo que podría aumentar la proporción de energía renovable en la combinación energética del estado. También se están implementando políticas para fomentar la instalación de paneles solares en hogares y negocios. Las empresas de transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en Florida están apoyando el desarrollo de energías renovables, como la empresa Florida Power & Light (FPL) y Duke Energy, que están construyendo granjas solares de gran tamaño.

Además, Florida ha creado el Florida Energy Systems Consortium (FSEC) para promover el uso de la energía solar en el estado. Este instituto de investigación lleva a cabo investigaciones, pruebas y certificación de tecnologías solares, y proporciona programas de capacitación y educación.

El estado también está tomando medidas para promover la eficiencia energética y la conservación, como requisitos de eficiencia energética para edificios nuevos y programas de asistencia para la conservación de energía.

En general, aunque Florida se enfrenta a desafíos, como el alto precio de las renovables y el marco regulatorio, ha tomado medidas significativas para promover el uso de energías renovables. El objetivo de alcanzar el 100% de electricidad renovable para 2050 y los esfuerzos para crear un entorno de políticas de apoyo son señales alentadoras para el futuro de la energía limpia en Florida.

Por otra parte, durante el trabajo se han propuesto distintas soluciones para mejorar el mix energético de Florida, algunas que requieren intervención política sin necesidad de grandes inversiones y otras no requieren una gran intervención política pero si una gran inversión.

Las soluciones que pasan por la mano del estado son la introducción de un Estándar de Cartera Renovable, que intervenga más en el desarrollo de la energía renovable a través de incentivos fiscales y garantías de préstamos, y también hace falta implementar un plan energético integral a nivel estatal que proporcione una dirección clara para el desarrollo de la energía renovable y la reducción del consumo de energía.

Por otro lado, desde mi punto de vista las soluciones que de verdad van a tener un gran impacto en el impulso de las renovables son las que necesitan una mayor inversión, que son las siguientes:

- El aumento significativo del desarrollo de la energía solar.
- El impulso de la bioenergía aprovechando su tierra agrícola y la capacidad de convertir residuos en energía a través de procesos como la digestión anaeróbica, desarrollando esto se podrían introducir plantas de biometano con el objetivo de sustituir al gas natural.
- La introducción de parques eólicos marinos, aprovechando los vientos más fuertes y reduciendo los impactos visuales y de ruido en las comunidades cercanas.
- La mejora y desarrollo de la infraestructura es esencial para el éxito de las energías renovables, ya que los parques eólicos y solares requieren inversiones significativas en líneas de transmisión y tierra.
- Desarrollar las tecnologías de almacenamiento para abordar la intermitencia de las fuentes renovables.

Por último Florida podría extraer conclusiones del gran desarrollo que ha tenido España en el ámbito de las energías renovables. España ha demostrado liderazgo en políticas de energías renovables, diversificación del mix energético, inversión en infraestructura de red, implementación de políticas y regulaciones favorables, y esfuerzos en eficiencia energética. Estos son aspectos en los que Florida puede enfocarse para mejorar su sistema energético en el futuro. Además, se destaca la importancia de no prometer cosas que no se puedan cumplir, aprendiendo de la experiencia de España en el manejo de las primas a las energías renovables.

En conclusión, Florida tiene aún un largo camino que recorrer para conseguir el objetivo de ser energéticamente neutra en 2050. Sin embargo, si poco a poco va implementando las soluciones expuestas en este trabajo, poco a poco avanzará hasta conseguir dicho objetivo.

11. BIBLIOGRAFÍA

- [5] PubliPolicy in Florida – BallotPedia
https://ballotpedia.org/Energy_policy_in_Florida,_2008-2017
- [6] ¿Qué es el fracking y cuál es su impacto? – Mundo -
https://www.enterarse.com/20200319_0001-que-es-el-fracking-y-cual-es-su-impacto
- [7] Benefits of hydraulic fracking - OXFORD ENERGY FORUM https://www.aei.org/wp-content/uploads/2013/04/-benefits-of-hydraulic-fracking_095955248581.pdf
- [8] America’s New Energy Future: The Unconventional Oil and Gas Revolution and the US Economy -
https://www.globalenergyinstitute.org/sites/default/files/Americas_New_Energy_Future_Phase3.pdf
- [9] The Florida Senate - Florida Statutes - <https://www.flsenate.gov/laws/statutes/2011/163.04>
- [10] Florida Trend - A profile of Florida's climate, sustainability and energy consumption-
<https://www.floridatrend.com/article/33059/a-profile-of-floridas-climate-sustainability-and-energy-consumption>
- [11] EIA – U.S Energy Information Administration -
<https://www.eia.gov/state/analysis.php?sid=FL#:~:text=in%20the%20nation,-.Florida%20is%20the%20second%2Dlargest%20producer%20of,in%20the%20nation%2C%20after%20Texas.&text=In%202021%2C%20natural%20gas%20fueled,generation%20are%20natural%20gas%2Dfired>
- [12] The Equation - Where Florida’s Electricity Comes From, and How It Can Do Better -
<https://blog.ucsusa.org/john-rogers/where-florida-electricity-comes-from-and-how-it-can-do-better-617/>
- [13] Gobierno de España-Centrales nucleares en España -
<https://energia.gob.es/nuclear/Centrales/Espana/Paginas/CentralesEspana.aspx>
- [14] SolarInfo - <https://www.solarinfo.es/2023/02/06/generacion-renovable-espana-alcanza-nuevo-record-enero-57-total-mix>
- [15] Tampahoy.com - <https://www.wfla.com/tampa-hoy/noticias-locales/los-gobiernos-locales-de-florida-no-pueden-restringir-el-uso-de-energia-sucia-bajo-la-nueva-ley-firmada-por-desantis/>
- [16] Negocios en Florida - <https://negociosenflorida.com/en-florida-han-impedido-el-desarrollo-de-la-energia-solar/>
- [17] S&P Global - Florida sets goal of 100% renewable energy by 2050 -
<https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/florida-sets-goal-of-100-renewable-energy-by-2050-69945332>

- [18] CNN LATAM - ¿Podría Florida apagar la industria de la energía solar?
<https://cnnespanol.cnn.com/2022/01/23/florida-apagar-paneles-solares-energia-solar-proyecto-de-ley-trax/>
- [19] WUSF Public Media - Florida to set goals for 100% renewable energy by 2050. But will it actually happen? - <https://wusfnews.wusf.usf.edu/environment/2022-02-12/florida-to-set-goals-for-100-renewable-energy-by-2050-but-will-it-actually-happen>
- [20] FPL- Solar Together - <https://www.fpl.com/energy-my-way/solar/solartogether-res.html>
- [21] CNMC - <https://www.cnmc.es/sobre-la-cnmc/que-es-la-cnmc>
- [22] XATAKA – Como funciona el mercado eléctrico - <https://www.xataka.com/energia/como-funciona-mercado-electrico-que-a-pesar-que-precio-a-veces-llegue-a-cero-apenas-va-a-repercutir-nuestra-factura-1>
- [23] Energystar - Energy Efficiency and Electric Infrastructure in the State of Florida-
https://www.energystar.gov/ia/partners/downloads/mou/state_resources/State_Profiles_Florida_508.pdf
- [24] Endesa – Funcionamiento del mercado eléctrico en España -
<https://www.endesa.com/es/la-cara-e/sector-energetico/como-funciona-el-mercado-electrico-en-espana>
- [25] Plena Energía - <https://www.plena-energia.com/post/omie>
- [26] Florida Reliability Coordinating Council -
<https://www.frcc.com/SitePages/Homepage1.aspx>
- [27] LATHAM & WANKINS Department of Energy (DOE) and Federal Energy Regulatory Commission (FERC) - <https://www.lw.com/en/weve-got-washington-covered/departments-of-energy-ferc>
- [28] Carbon Collective – Nodal Pricing - <https://www.carboncollective.co/sustainable-investing/nodal-pricing>
- [29] CMS - Nodal Pricing to Achieve Net Zero - <https://cms-lawnow.com/en/ealerts/2022/06/nodal-pricing-to-achieve-net-zero-national-grid-eso-publishes-its-conclusions-on-phase-3-of-the-net-zero-market-reform>
- [30] El periódico de la energía - ¿Por qué el mercado eléctrico es marginalista?
<https://elperiodicodelaenergia.com/por-que-el-mercado-electrico-es-marginalista/>
- [31] Público - Así se acabó con las renovables en el país con más horas de sol de Europa –
<https://www.publico.es/sociedad/medio-ambiente-acabo-renovables-pais-horas-sol-europa.html>
- [32] El Mundo - El fin de las subvenciones a las renovables
<https://www.elmundo.es/blogs/elmundo/clima/2012/01/27/el-fin-de-las-subvenciones-a-las.html>

- [33] Sedigás – Potencial del biometano en España - <https://estudio-biometano.sedigas.es/wp-content/uploads/2023/03/sedigas-informe-potencial-biometano-2023.pdf>

- [34] Eia - Florida State Energy Profile - <https://www.eia.gov/state/print.php?sid=FL>

- [35] Expansión - Consumo de electricidad - <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/electricidad-consumo>

ANEXO I. EJEMPLO FIJACIÓN DEL PRECIO

Se va a poner un ejemplo para explicar cómo se fija el precio de la energía en el mercado eléctrico.

Para empezar es necesario entender que hay tres tipos de centrales con distintos costes fijos y variables.

En primer lugar, están las **centrales renovables** (hidráulica, eólica y solar). Estas tienen un gran coste de inversión para poder instalarlas, pero después su coste variable es muy bajo. Esto implica que este tipo de centrales pueden hacer ofertas bajas, pudiendo llegar a cero euros. Hay que tener en cuenta que estas centrales tienen subvenciones por la energía generada.

Después están las **centrales nucleares**, que también tienen un coste variable bajo. Para una central nuclear no es rentable parar y volver a arrancar la central, por lo que también hagan ofertas muy bajas o de cero, para poder así asegurar que su energía se vende.

Por último, están las **centrales de carbón y gas**, que tienen un elevado coste variable. Esto es debido a que dependen del precio del carbón y del gas, además de las sanciones impuestas por las emisiones de CO₂.

Ahora se va a exponer un ejemplo imaginario cogiendo 4 horas de un día. Las centrales han ofertado los siguientes precios:

Energía	Precio (€/MWh)
Nuclear	0
Solar	0
Eólica	0
Hidráulica	15
Gas	30
Carbón	45

Figura 23: Precios ficticios fijados por las centrales

Una vez se conocen los precios, estos son ordenados de menor a mayor por el operador del mercado (OMIE en España) y las centrales van entrando hasta que la demanda es cubierta. Una vez cubierta la demanda, todas las centrales cobran el precio de la última central que ha

entrado en el sistema. En la *Figura 24*, se han subrayado en verde aquellas centrales cuyo precio ha entrado.

Hora		1	2	3	4
Demanda (GW)		15	30	40	45
Ofertas (GW)	Nuclear	10	10	10	10
	Solar	0	5	10	5
	Eólica	5	10	10	0
	Hidráulica	5	5	0	5
	Gas	10	10	10	20
	Carbón	10	10	10	5
Precio (€/MWh)		0	15	30	45

Figura 24: Demanda por horas

En la *Figura 24* se puede ver que en la hora 1 el precio de la energía es 0, ya que este ha sido fijado por la nuclear y las renovables. En la hora 2 el precio lo ha fijado la hidráulica, independientemente de que aporte poco y tenga un coste bajo. Finalmente en las horas 3 y 4, han sido las centrales de gas y carbón las que han fijado los precios.

