



Estudio de resiliencia de la red eléctrica de Puerto Rico y transiciones a energía 100% renovable (PR100)

**Avances a un año del PR100:  
Resultados Preliminares de la  
Modelización y Conjuntos de Datos  
Solares y Eólicos de Alta  
Resolución**

Seminario Web Público

Lunes 23 de enero de 2023

12 p.m. - 1:15 p.m. (AST)

# Bienvenida

---



**Moderadora**

**Charlotte Gossett Navarro**

Directora de la Hispanic Federation de Puerto Rico

# Agenda

## 1 Bienvenida

---

## 2 Observaciones iniciales

- Dr. Martin Keller, National Renewable Energy Laboratory (NREL)
  - Secretary Jennifer Granholm, Departamento de Energía de EE. UU.
- 

## 3 PR100 Actualización - Un año después

---

## 4 Discusión

- Secretaria Jennifer Granholm, DOE
  - Administrador Deanne Criswell, Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA)
  - Gobernador de Puerto Rico Pedro Pierluisi
- 

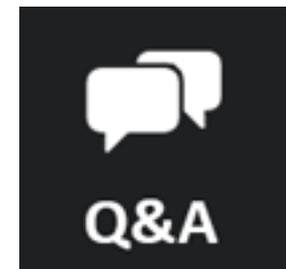
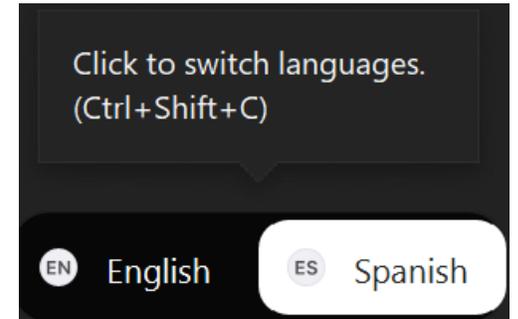
## 5 Preguntas y Respuestas

---



# Orden del Día

- Cambie español para interpretación en directo.
- Se ofrecerá interpretación en lenguaje de señas (ASL)
- El audio y el video están silenciados para los participantes.
- Haga preguntas por el buzón de preguntas y respuestas (Q&A) a lo largo de la presentación. Responderemos a algunas preguntas por escrito y discutiremos otras al final.



Nota: El evento será grabado.

# Observaciones Iniciales

---



**Director Martin Keller**  
National Renewable  
Energy Laboratory (NREL)



**Secretary Jennifer Granholm**  
U.S. Department of Energy  
(DOE)

# Encuesta Pregunta #1



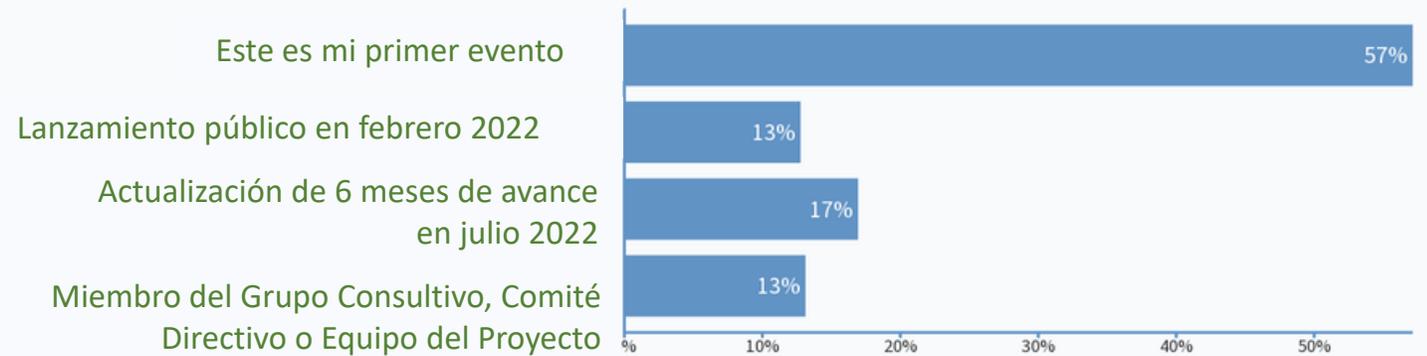
Haz clic en el enlace del chat.

## ¿A qué eventos del Estudio PR100 ha asistido hasta el momento?

- Este es mi primer evento
- seminario web de lanzamiento del estudio en febrero 2022
- Seminario Web de actualizaciones de los seis meses en julio 2022.
- Reuniones del Grupo Consultivo o del Comité Director (para los miembros de estos grupos).

# Pregunta #1

## ¿A qué eventos del Estudio PR100 ha asistido hasta el momento ?



Total: 266

# PR100 Un Año Después

---



**Robin Burton**  
NREL



**Nate Blair**  
NREL



**Tom Harris**  
NREL



**Marcelo Elizondo**  
PNNL

# Resumen del Estudio PR100

---

**Robin Burton**

National Renewable Energy Laboratory (NREL)



# ¿Qué es el Estudio PR100?

- Un análisis exhaustivo de las posibles vías para que Puerto Rico alcance su objetivo de un 100% de energía renovable para 2050, basado en una amplia aportación de las partes interesadas.
- Un esfuerzo coordinado dirigido por FEMA, DOE y NREL, aprovechando las herramientas y capacidades únicas de otros cinco laboratorios nacionales.



# Cómo Pueden Utilizar PR100 Las Partes Interesadas

- El estudio PR100 producirá un conjunto de resultados -incluidos datos y modelos- que esbozan alternativas sobre cómo Puerto Rico puede alcanzar sus objetivos de resiliencia y energía renovable.
- Los resultados pretenden responder a las preguntas de las partes interesadas y fundamentar la toma de decisiones utilizando datos, modelos y análisis de primera clase.
- Corresponderá a las partes interesadas del sistema energético de Puerto Rico elegir el camino a seguir y ponerlo en práctica.



# Actividades del Estudio PR100

## 1 Participación Responsable de las Partes Interesadas y Justicia Energética

- Participación de las partes interesadas, incluida la justicia procesal
- Justicia energética y evaluación del riesgo climático

## 2 Recopilación y Generación de Datos

- Potencial de recursos y proyecciones de demanda (solar, eólica, hidráulica)
- Proyecciones de demanda y adopción de DER (teniendo en cuenta la carga, el VE, la eficiencia energética, la fotovoltaica distribuida y el almacenamiento)

## 3 Generación de escenarios y evaluación de capacidad

- Generación de escenarios
- Ampliación de la capacidad y almacenamiento de la red
- Costo de producción y adecuación de recursos

## 4 Modelización y análisis de Impacto

- Análisis de sistemas masivos para mejorar la resistencia
- Análisis del sistema de distribución
- Impacto económico

## 5 Informes, Visualización y Divulgación

- Escenarios de resiliencia de la red y electricidad 100% renovable para Puerto Rico
- Informes y divulgación
- Hoja de itinerario

# Cronología del Estudio PR100

## 6 meses (hasta junio de 2022):

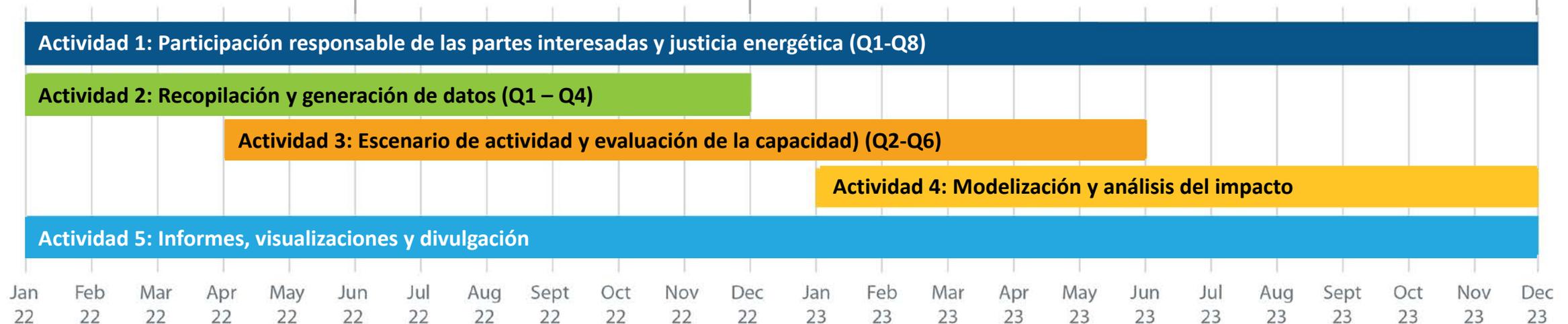
- El grupo de las partes interesadas establecido se reúne mensualmente para informar sobre los escenarios.
- Cuatro escenarios iniciales para alcanzar los objetivos de Puerto Rico.

## Primer año (antes de diciembre de 2022):

- Conjunto de datos de alta resolución sobre recursos eólicos y solares para 10 años.
- Tres escenarios factibles con trayectorias de alto nivel.

## Segundo año (antes de diciembre de 2023):

- Informe exhaustivo y visualizaciones en Internet.
- Divulgación y participación pública.



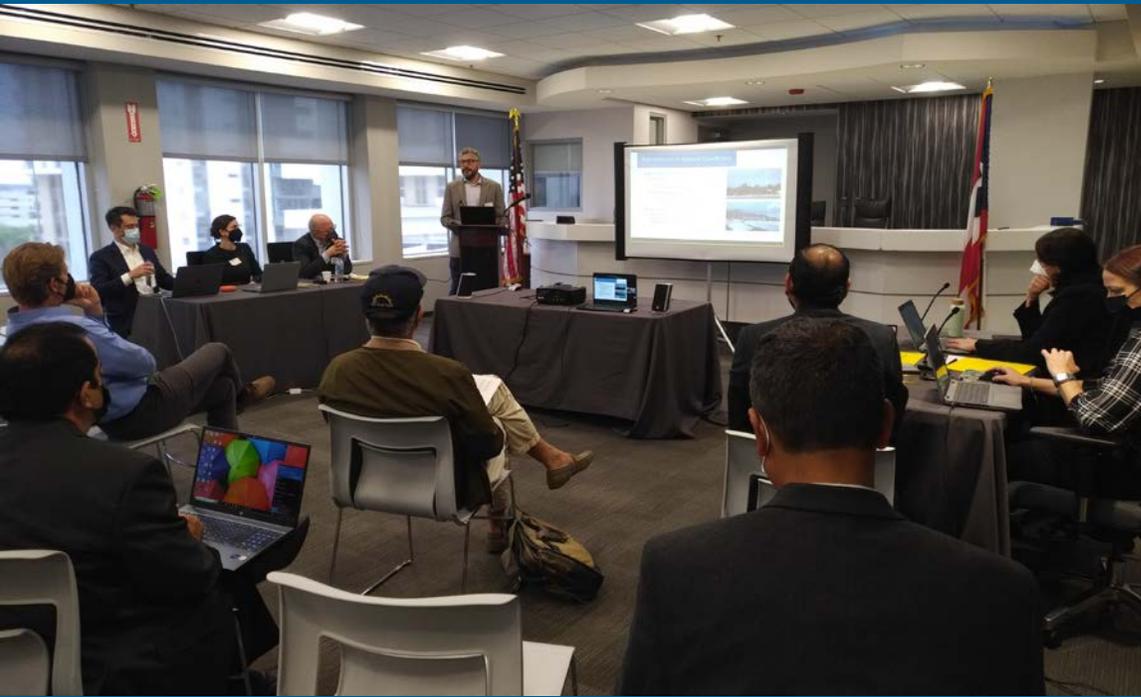
# Preguntas Respondidas en la Actualización a un año

- ¿Cuenta Puerto Rico con suficientes recursos renovables para satisfacer su demanda de electricidad (carga), ahora y hasta 2050?
- ¿Cómo se espera que cambie la demanda de energía en el futuro?
- ¿Cuánta capacidad solar en techos y de almacenamiento se prevé que se despliegue hasta 2050, según las hipótesis de los escenarios?
- ¿Cuál es el rendimiento actual del sistema en comparación con las normas nacionales?
- ¿Cuáles son las zonas más afectadas por los huracanes?
- ¿Cuáles son las prioridades de los puertorriqueños en la transición hacia las energías renovables?

Conclusiones preliminares y  
Consideraciones Clave:  
Participación de las Partes  
Interesadas y Justicia Energética

---

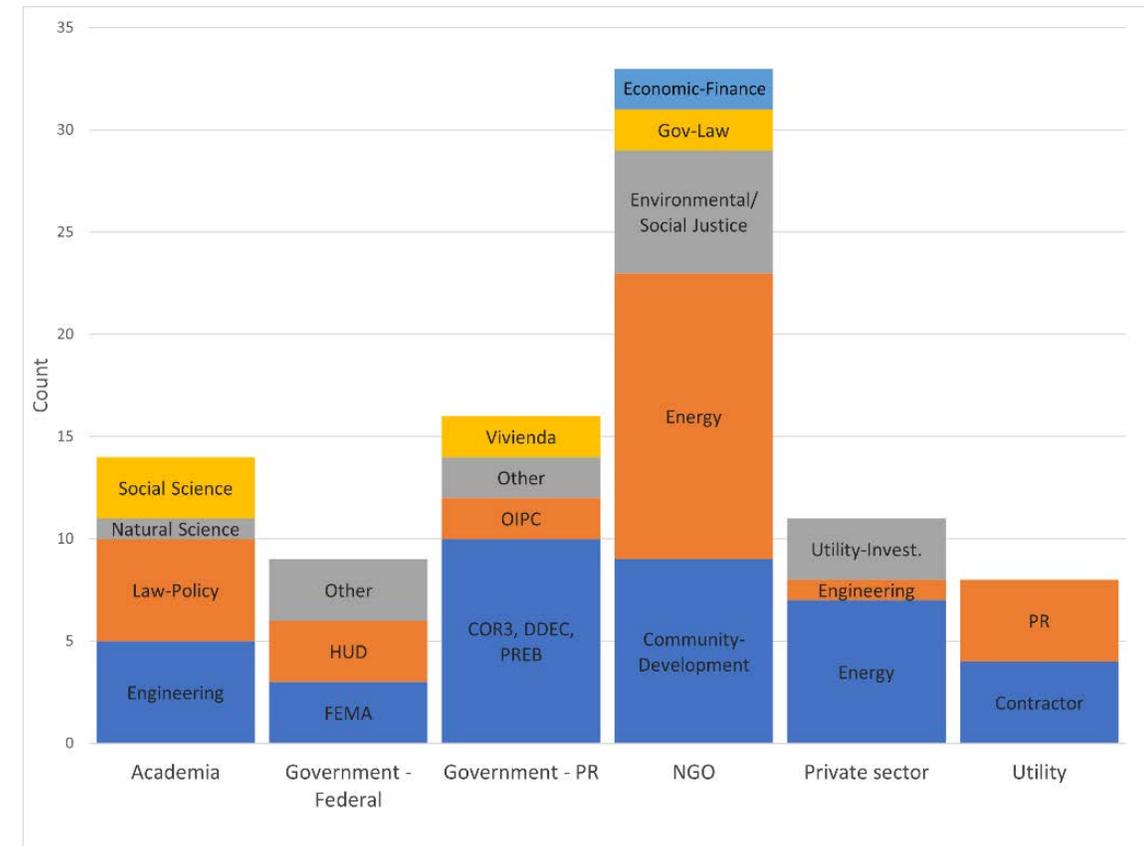
# Formación y participación del Grupo Consultivo



- Formó un Grupo Asesor de casi 100 miembros, representando a cerca de 60 organizaciones de los sectores público, privado y sin fines de lucro, incluyendo el mundo académico, organizaciones comunitarias y del medioambiente, desarrolladores de energía solar y almacenamiento, agencias gubernamentales locales y otros.
- Se reunió mensualmente de febrero a julio de 2022; bimensualmente o trimestralmente hasta diciembre de 2023.
- Se asoció con la Hispanic Federation de Puerto Rico para la facilitación y el apoyo a la participación de las partes interesadas.
- Se asoció con la Universidad de Puerto Rico Mayagüez (UPRM) para contribuir al estudio.

# Conclusiones Preliminares sobre la Participación de las *Partes Interesadas* y la *Justicia Energética*

- Los miembros del Grupo Asesor **valoran PR100 como un foro neutral** donde las partes interesadas con un conjunto diverso de perspectivas pueden discutir el futuro energético de Puerto Rico.
- Los temas de **Justicia Energética** priorizados por los miembros del Grupo Asesor incluyen:
  - Acceso a la energía, asequibilidad, fiabilidad y resiliencia
  - Participación de la comunidad
  - Desarrollo económico y de la mano de obra
  - Ubicación y uso del suelo
  - Efectos sobre el medio ambiente y la salud
  - Implementación del sector público.
- El análisis de la carga social de referencia pone de manifiesto la desigualdad de acceso a los servicios críticos en las distintas zonas geográficas durante el funcionamiento normal de la red.
- Los resultados iniciales de la evaluación del riesgo climático muestran un aumento de la temperatura de entre 1.5°-2.0°C y una disminución de las precipitaciones de hasta el 20% en todo el archipiélago de aquí a 2055.



**Distribución de los sectores representados por casi 100 miembros individuales del Grupo Consultivo. Gráfico del ORNL.**

# Consideraciones clave

## Justicia Energética



- La justicia energética implica dar **prioridad al acceso a una electricidad asequible y resistente y a puestos de trabajo y oportunidades económicas de alta calidad en el sector energético para los clientes más vulnerables de las empresas de servicios públicos**, como los habitantes de zonas rurales, remotas, con bajos ingresos y las personas con discapacidades.
- Una forma importante de trabajar por la justicia energética es desarrollar un proceso que **garantice una participación amplia y significativa de las partes interesadas en la planificación, la toma de decisiones y la implementación del camino hacia una energía 100% renovable.**

Presentación durante la reunión del Grupo Asesor de híbridos celebrada en San Juan, Puerto Rico, en octubre de 2022.  
Foto de Marisol Bonnet, DOE.



# Conclusiones preliminares y Consideraciones Clave: Escenarios factibles

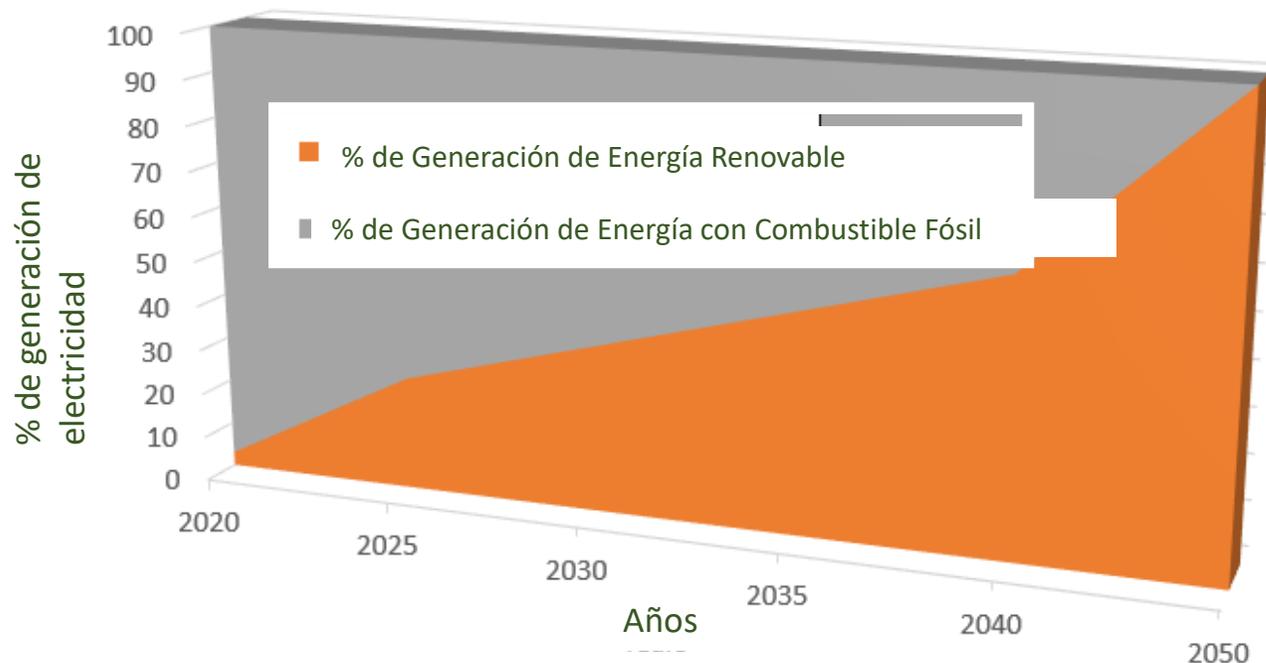
---

Nate Blair, NREL



# ¿Qué es un Escenario?

**Un escenario es un posible camino hacia un futuro energético limpio impulsado por un conjunto de insumos.**



## Ejemplos de insumo variable:

### Demanda Energética

¿Cómo evolucionará la demanda de electricidad a lo largo del tiempo?

- Insumo Económico
- Eficiencia energética prevista y adopción del VE
- Valor de la energía de reserva.

### Suministro de Energía

¿Cómo se cubrirá la demanda con energía 100% renovable?

- Energía solar distribuida y almacenamiento
- Energía solar, eólica, etc. a gran escala
- Políticas públicas (como la Ley 17)
- Requisitos de resistencia
- Costo de transmisión.

# Definiciones de los Escenarios Iniciales



- Se trabajó en estrecha colaboración con el Grupo Consultivo para definir cuatro escenarios iniciales que modelar basándose en estas prioridades:
  - Acceso a la energía y asequibilidad
  - Fiabilidad y resistencia (en condiciones meteorológicas normales y extremas)
  - Emplazamiento, uso del suelo y efectos sobre el medio ambiente y la salud.
  - Desarrollo económico y de la mano de obra.
- La principal distinción entre los cuatro escenarios son los distintos niveles de recursos energéticos distribuidos, como la energía solar instalada en los techos y el almacenamiento de energía.
- En cada escenario se incorporan variaciones de la carga eléctrica y del uso del suelo, así como la expansión de la transmisión y la distribución.

# Escenarios Iniciales basados en Energía Solar Distribuida y Almacenamiento

Escenario #	Nombre del Escenario	Descripción	Nombre corto (en función del nivel de adopción de DER)
1	Adopción <b>económica</b> de los recursos energéticos distribuidos	La adopción de recursos energéticos distribuidos se basa en el ahorro económico para los propietarios de los edificios.	<b>Económico</b>
2	Despliegue de recursos energéticos distribuidos para servicios <b>críticos</b>	La instalación de recursos energéticos distribuidos se prioriza más allá del Escenario 1 para servicios críticos como hospitales, parques de bomberos y tiendas de comestibles.	<b>Crítico</b>
3	Despliegue <b>equitativo</b> de los recursos energéticos distribuidos	La instalación de recursos energéticos distribuidos se prioriza más allá del Escenario 2 para los hogares remotos y de ingresos bajos y moderados.	<b>Equitativo</b>
4	Despliegue <b>máximo</b> (prescrito) de recursos energéticos distribuidos	La energía solar distribuida y el almacenamiento se añaden a todos los techos adecuados.	<b>Máximo</b>

# Modelización de la Adopción de Recursos Energéticos Distribuidos

La adopción de la energía solar en techos se modela utilizando el [Modelo de Demanda de Mercado de Generación Distribuida \(dGen™\) del NREL](#) mediante un enfoque basado en agentes que incluye cuatro pasos:

1. **Generar agentes** (es decir, clientes potenciales) y asignarles atributos basados en una representación probabilística de los tipos de clientes individuales.
2. Aplicación de **restricciones técnicas y de ubicación**, como la calidad de los recursos, la disponibilidad de techos (solares) y la calidad de cada agente.
3. Realizar **cálculos económicos** utilizando el análisis de flujo de caja, incorporando los costos del proyecto, las tarifas minoristas vigentes, los incentivos y las consideraciones de medición neta
4. Estimar el despliegue total de energía solar en techos aplicando estimaciones de **difusión del mercado** (es decir, no se desplegarán todos los lugares con potencial económico).



# Escenarios iniciales basados en energía solar distribuida y almacenamiento

Escenario #	Nombre del Escenario
1	Adopción <b>económica</b> de los recursos energéticos distribuidos
2	Despliegue de recursos energéticos distribuidos para servicios <b>críticos</b>
3	Despliegue <b>equitativo</b> de los recursos energéticos distribuidos
4	Despliegue <b>máximo</b> (prescrito) de recursos energéticos distribuidos

- Todos los escenarios dan lugar a un aumento significativo de la energía solar fotovoltaica (FV) en techos y de los sistemas de almacenamiento de energía en baterías asociados.
- La modelización preliminar muestra que el escenario 1 da lugar a un aumento de 6 veces en los sistemas solares distribuidos y de almacenamiento entre 2022 y 2050, mientras que el escenario 4 da lugar a un aumento de 16 veces.
- Este escenario "máximo" se alcanzaría aumentando el ritmo actual de despliegue en aproximadamente 4 veces.
- Los resultados preliminares arrojan una horquilla de entre 3 GW y casi 7 GW de fotovoltaica sobre tejado y capacidad de almacenamiento asociada para 2050.

**Conclusiones preliminares:** Se prevé que la adopción de energía solar distribuida y almacenamiento aumente considerablemente en todos los escenarios.

# Tres Escenarios Factibles

## Escenarios 1 & 2. Económico & Crítico



La adopción de recursos energéticos distribuidos se basa en el ahorro económico para los propietarios de edificios y servicios críticos como hospitales, parques de bomberos y tiendas de comestibles.

## Escenario 3. Equitativo



Instalación de recursos energéticos distribuidos para hogares remotos y de ingresos bajos y moderados, más allá de la adopción económica vista en los Escenarios 1 y 2.

## Escenario 4. Máximo

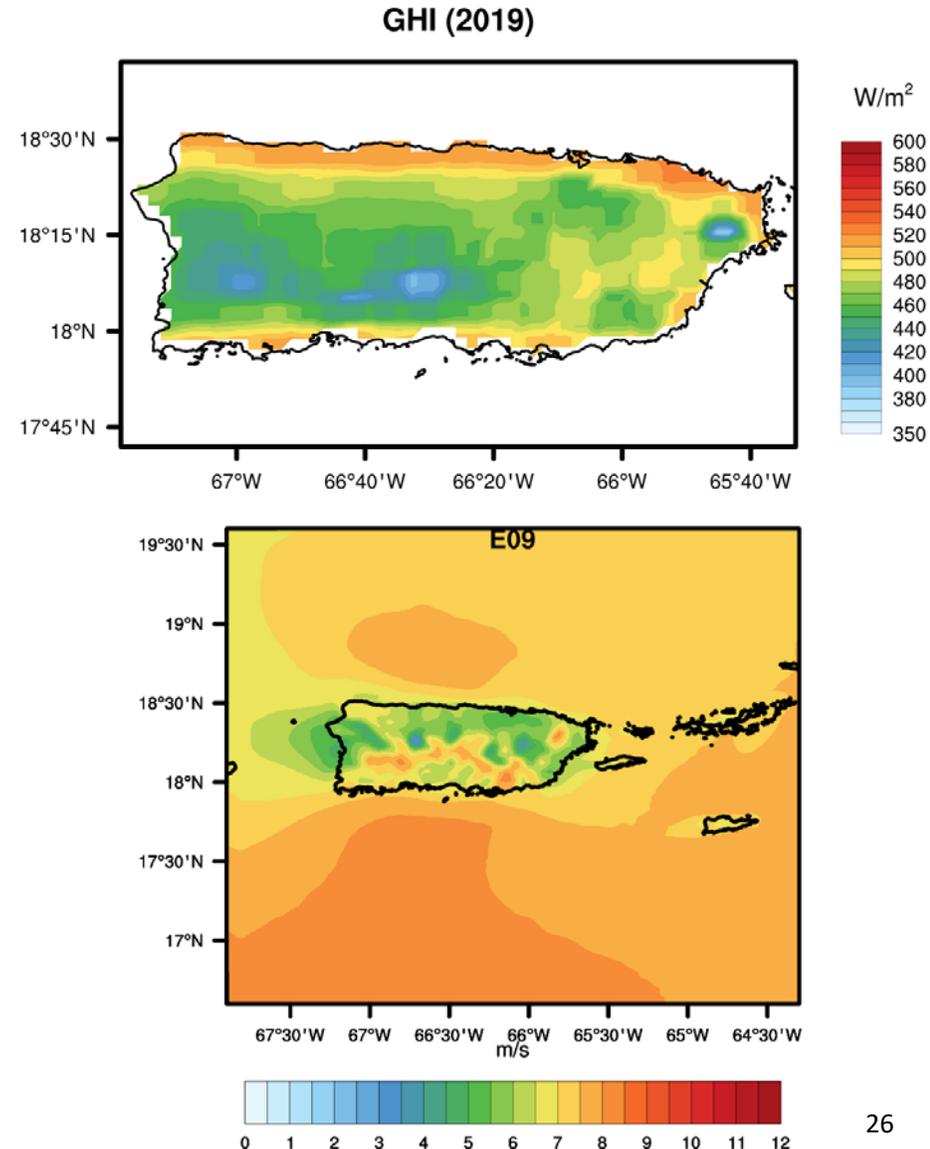


La energía solar distribuida y el almacenamiento se añaden a todos los techos adecuados.

# Potencial de Energía Renovable en Puerto Rico

- Evaluación del potencial de energías renovables de diversos recursos en Puerto Rico.
- Se generaron conjuntos de datos multi-anales de alta resolución sobre recursos eólicos terrestres, eólicos marinos y solares, así como datos de previsiones eólicas y solares:
  - Datos de recursos solares de 1998-2021: <https://nsrdb.nrel.gov>
  - Datos de recursos eólicos de 2000-2021: <https://www.nrel.gov/grid/wind-toolkit.html>.
- Se están realizando evaluaciones de los recursos marinos, hidroeléctricos y de almacenamiento por bombeo; los datos se pondrán a la disposición.
- Se tendrán en cuenta otros recursos (ya sea por la producción local o por el costo de importación) a medida que vayan apareciendo en el estudio.

Irradiancia horizontal global (GHI) solar media para 2019 (a la derecha, arriba);  
Velocidad media del viento de 1 año a 80 m en 2019 (a la derecha, abajo). Gráficos por NREL.



# Encuesta Pregunta #2



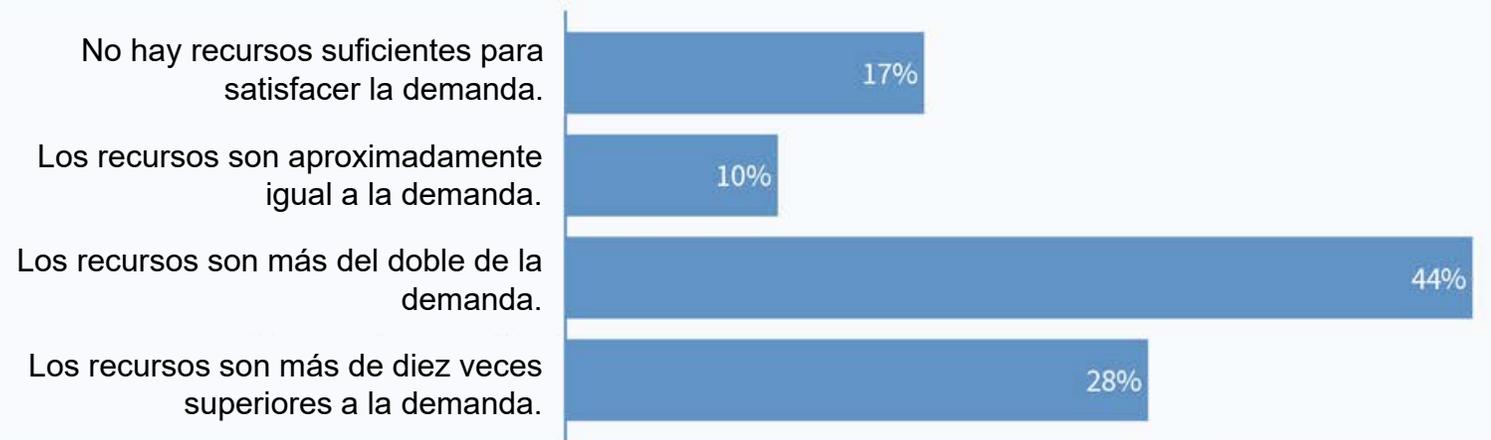
Haz clic en el enlace del chat.

¿Cuál es su mejor estimación sobre la cantidad de recursos energéticos renovables potenciales en Puerto Rico en comparación con la demanda energética local?

- No hay recursos suficientes para satisfacer la demanda.
- El recurso es aproximadamente igual a la demanda.
- Los recursos son más del doble de la demanda.
- Los recursos son más de diez veces superiores a la demanda.

# Pregunta #2

¿Cuál es su mejor estimación sobre la cantidad de recursos energéticos renovables potenciales en Puerto Rico en comparación con la demanda energética local?



Total resultados: 184

**Respuesta correcta:** Los recursos son más de diez veces superiores a la demanda

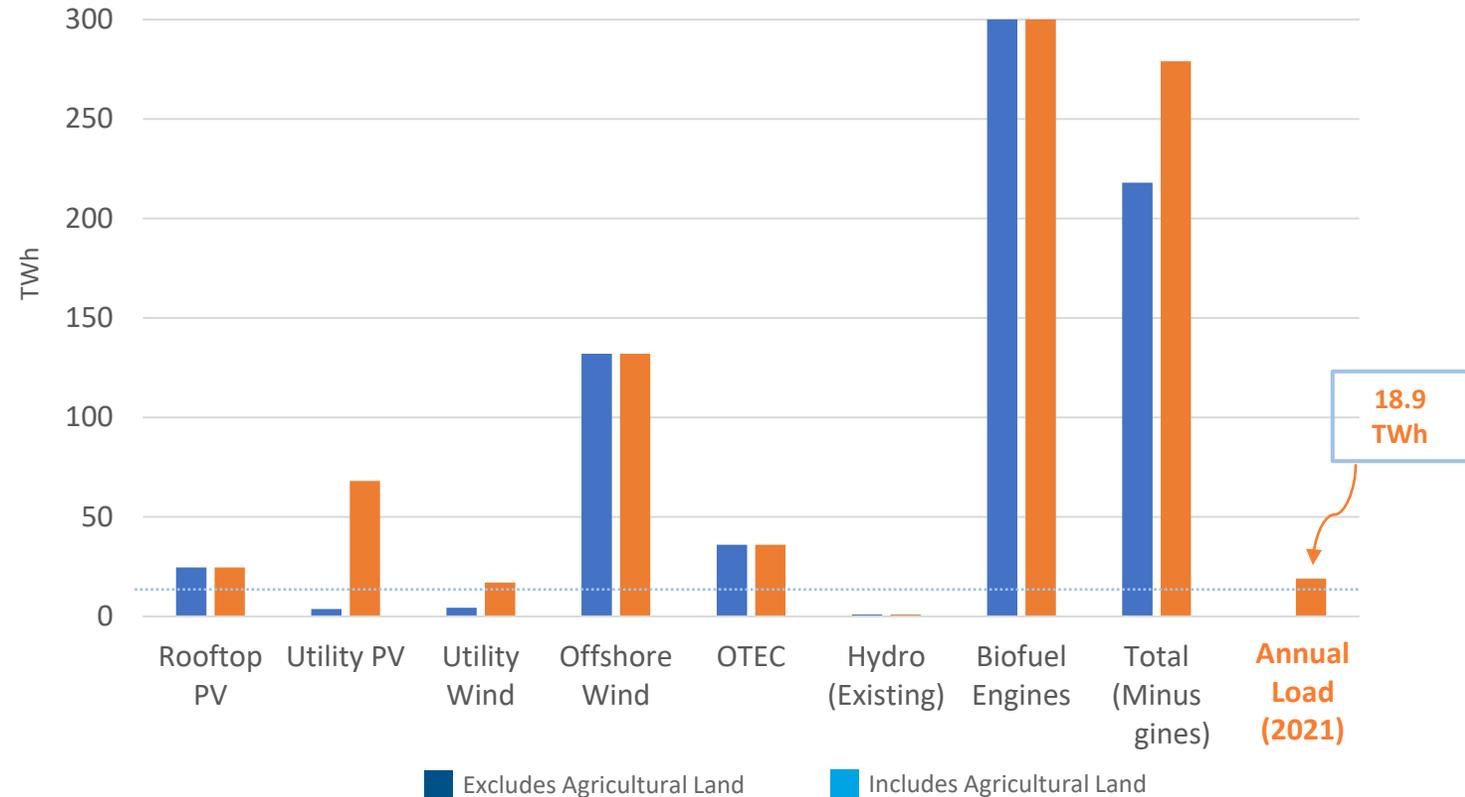
# Hallazgos Preliminares del *Potencial de Energía Renovable y Adopción de Recursos Energéticos Distribuidos*

## Respuesta:

- Los recursos son más de diez veces superiores a la demanda.

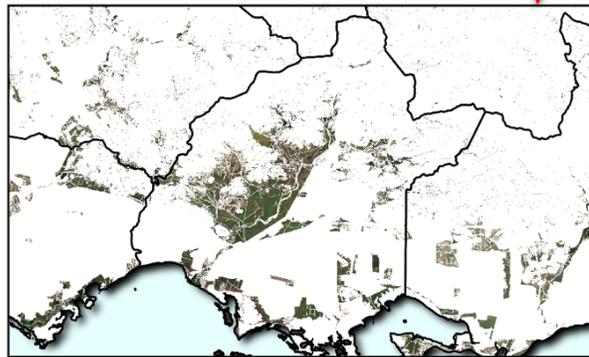
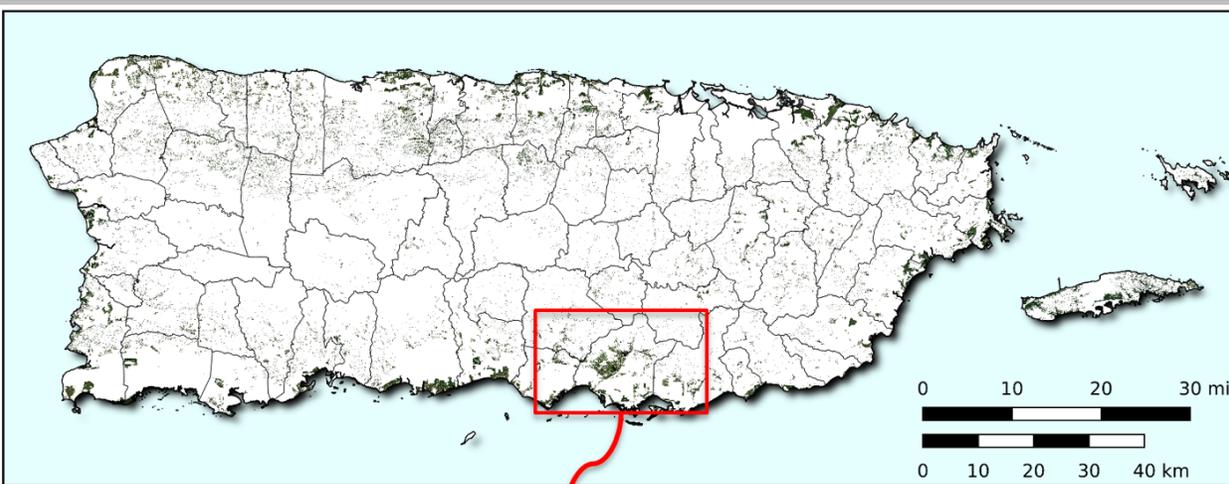
## Hallazgos Preliminares:

- El recurso técnico de energía renovable en Puerto Rico supera **significativamente** las cargas anuales totales actuales y proyectadas hasta 2050.
- Se prevé que la adopción de **energía solar distribuida y almacenamiento aumente considerablemente** en todos los escenarios.



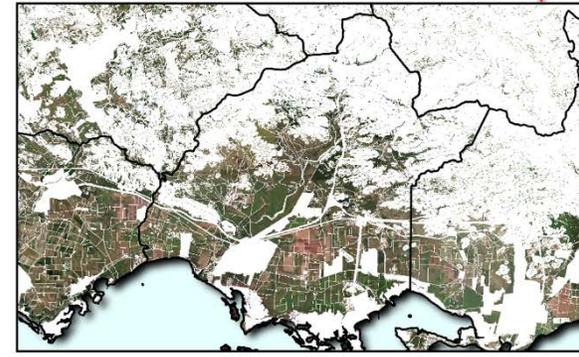
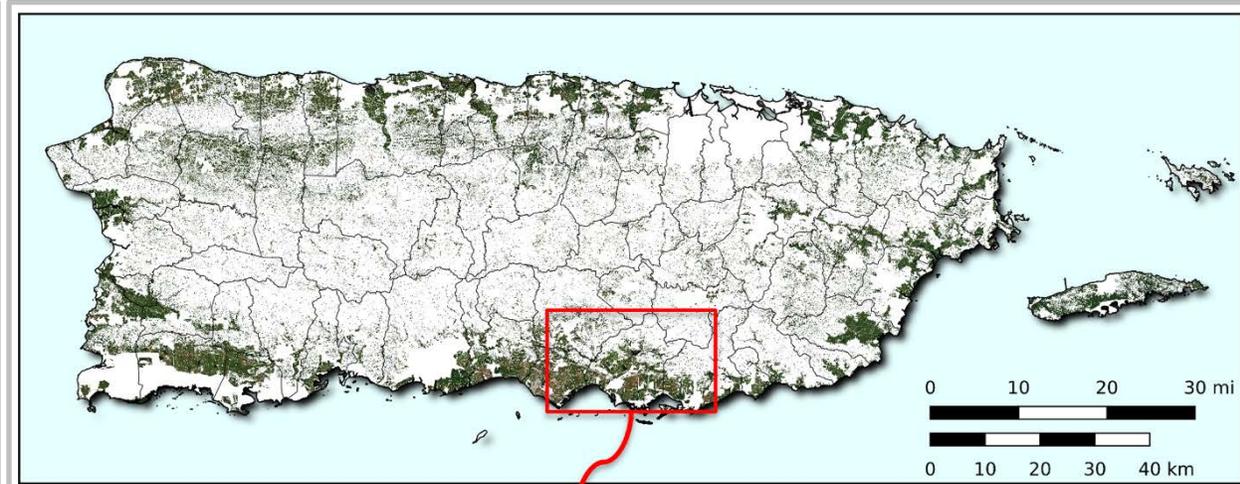
Potencial de generación anual en TWh de diversas tecnologías renovables comparado con la carga (en 2021). Gráfico de NREL.

# Disponibilidad de Terrenos: Despliegue Solar



**FV a escala comercial** menos superficie

Excluye terrenos para la agricultura

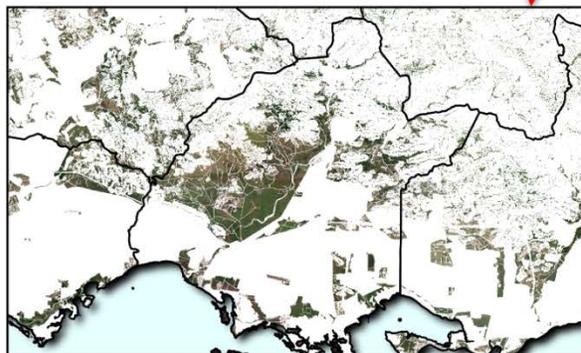
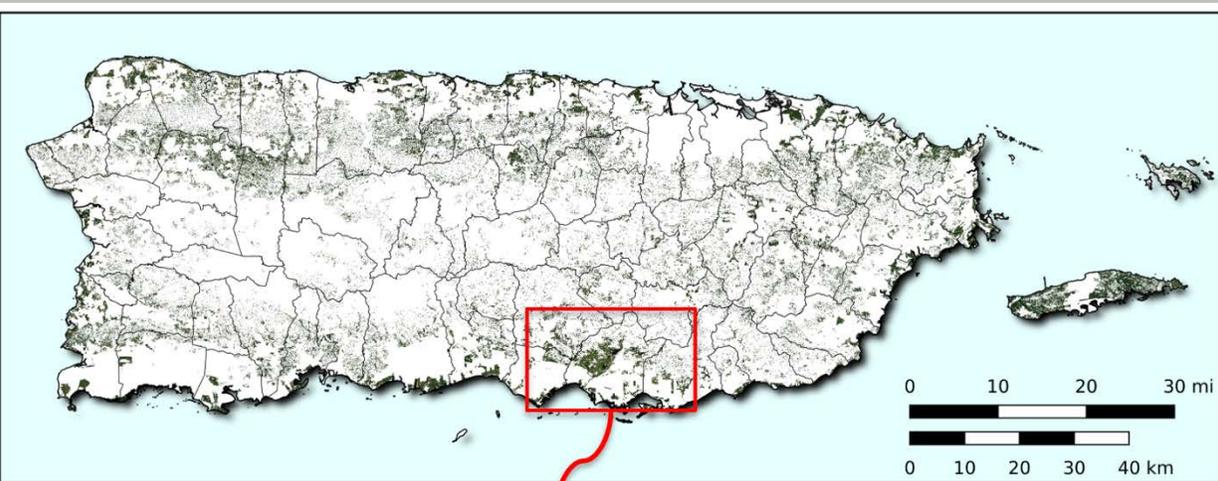


**FV a escala comercial** con más superficie

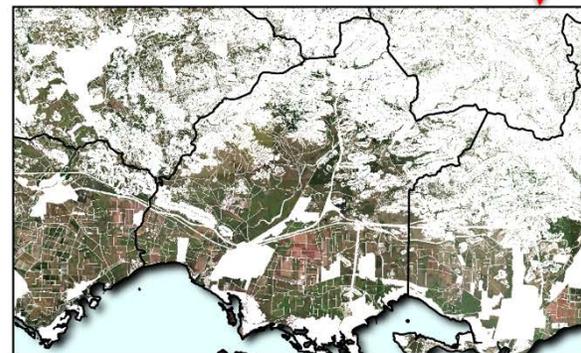
Incluye terrenos para la agricultura

**Leyenda: Blanco = zona excluida; verde = zona urbanizable**

# Disponibilidad de Terreno: Despliegue Eólico en Tierra



**Energía eólica a escala comercial**  
menos superficie  
Excluye terrenos para la agricultura



**Energía eólica a escala comercial**  
menos superficie  
Incluye terrenos para la agricultura

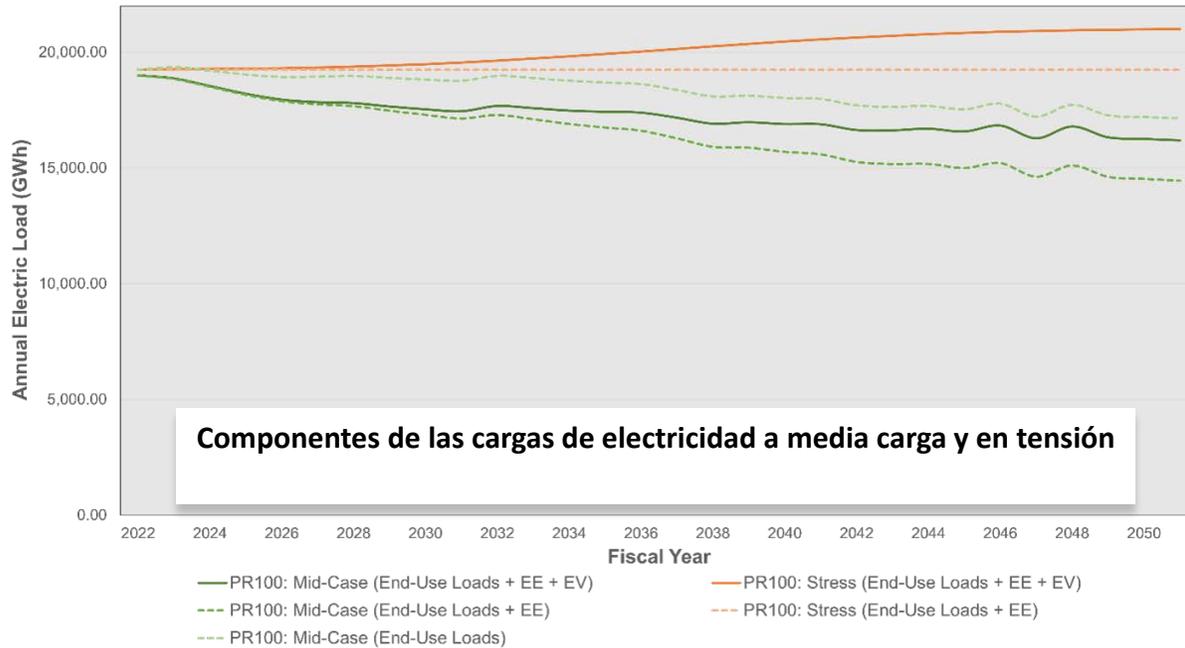
**Leyenda: Blanco = zona excluida; verde = zona urbanizable**

# Conclusiones Preliminares sobre la Disponibilidad de Terrenos

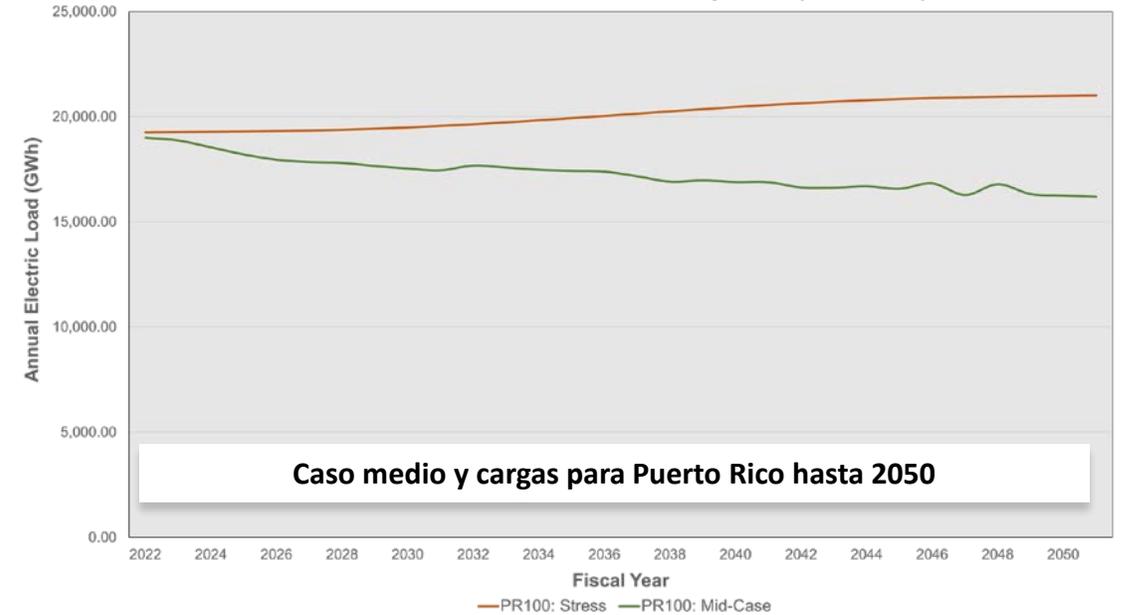
- Si sólo se desplegaran recursos solares y eólicos terrestres a escala de servicios públicos, Puerto Rico no podría cumplir sus objetivos de capacidad renovable, dada la cantidad de terreno disponible cuando se excluyen las tierras agrícolas.
- Por lo tanto, la identificación de configuraciones de sistemas alternativos para el despliegue en áreas especializadas más pequeñas podría aumentar la superficie urbanizable para proyectos de energía renovable de moderada a gran escala.

# Conclusiones preliminares sobre la demanda de electricidad (carga)

PR100: Electric Load Projections (FY22 - FY51)



PR100: Mid-Case vs. Stress Electric Load Projections (FY22 - FY51)



- ↔ El consumo eléctrico final se basa en métodos anteriores con datos actualizados.
- ↓ El consumo eléctrico se reducirá mediante mejoras de la eficiencia energética.
- ↑ El consumo eléctrico aumentará con la adopción de vehículos eléctricos
- ↔ El consumo eléctrico restante (neto) se cubrirá con generación distribuida y fuentes renovables a escala comercial.

**Conclusión preliminar:** Es probable que la carga neta, o la combinación de los aumentos y disminuciones de carga previstos, disminuya hasta 2050.

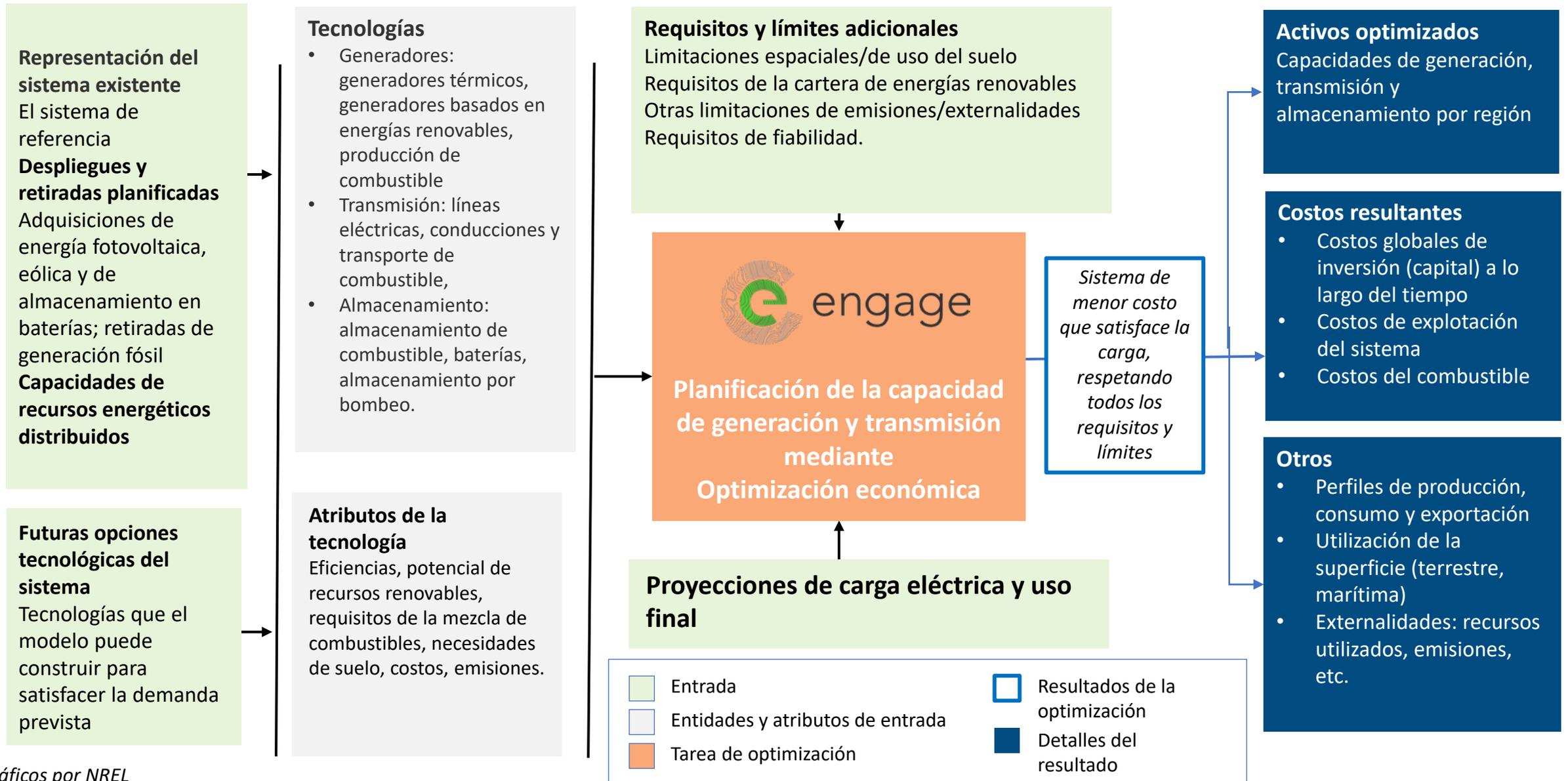
# Conclusiones Preliminares y Consideraciones Clave: Modelización de Escenarios

---

Tom Harris, NREL



# Modelización de la Ampliación de Capacidad



# Resultados Preliminares de la Modelización de Escenarios

Además de modelar la generación distribuida, hemos realizado modelos para encontrar el sistema de red futuro de menor costo para cada escenario, cumpliendo al mismo tiempo los requisitos de fiabilidad y resistencia.

Resultados preliminares:

- Si sólo se desplegaran recursos solares y eólicos terrestres a escala de servicios públicos, **Puerto Rico no podría cumplir sus objetivos de capacidad renovable, dada la cantidad de terreno disponible si se excluyen las tierras agrícolas.**
- **Se necesita capacidad de generación adicional de inmediato** -a escala de cientos de megavatios- para mantener los estándares de fiabilidad.

# Consideraciones Clave

## Despliegue Acelerado



- Debido a la resiliencia a nivel de edificio que proporcionan la fotovoltaica sobre los techos y el almacenamiento, es probable que **acelerar el despliegue de la fotovoltaica sobre techo y el almacenamiento** aumente la fiabilidad y la resiliencia a nivel local.
- Dado que los agregadores y las centrales eléctricas virtuales permiten a un operador de red enviar almacenamiento en batería para apoyar el sistema en general, priorizar el **despliegue de más centrales eléctricas virtuales** apoyaría una mayor fiabilidad y proporcionaría resiliencia en todo el sistema.
- **El despliegue acelerado de energía solar y eólica** a escala de servicio público reducirá la inversión en el sistema a corto plazo y los costos operativos, ya que la construcción de nueva energía solar y eólica a escala de servicio público es menos costosa que la operación de la capacidad existente alimentada por combustibles fósiles, dados los costos actuales y previstos del combustible.
- El despliegue de tecnologías de energía renovable solar y eólica y de almacenamiento tiene el potencial de proporcionar o contribuir a **beneficios económicos, de adecuación de recursos, de estabilidad del sistema y de resiliencia.**

# Consideraciones Clave

## Planificación de inversiones



- **El rápido despliegue de los proyectos de energía solar fotovoltaica y almacenamiento aprobados en el Tramo 1 del plan** de adquisiciones de la AEE comenzaría a abordar, pero no aliviaría por completo, la necesidad inmediata de capacidad adicional en el sistema.
- **Los tramos previstos son insuficientes para alcanzar el 40% de generación de energía renovable en 2025**, suponiendo que se trate de energía fotovoltaica a escala comercial o similar.
- **Definir los tramos en unidades de generación (MWh) en lugar de capacidad (MW) aportaría mayor claridad al proceso de contratación** (los factores de capacidad varían entre el 20% y el 90% según las tecnologías de los tramos). Ambas son necesarias en las propuestas, pero fijar los objetivos en MWh sería más independiente de la tecnología.
- Las decisiones de inversión basadas en una planificación del sistema a largo plazo son fundamentales, ya que el **rápido despliegue actual de las tecnologías de combustibles fósiles y renovables podría dar lugar a activos bloqueados** si la generación distribuida se adopta más lentamente pero acaba dominando el suministro energético.

# Conclusiones preliminares y Consideraciones Clave: Análisis del Sistema Eléctrico

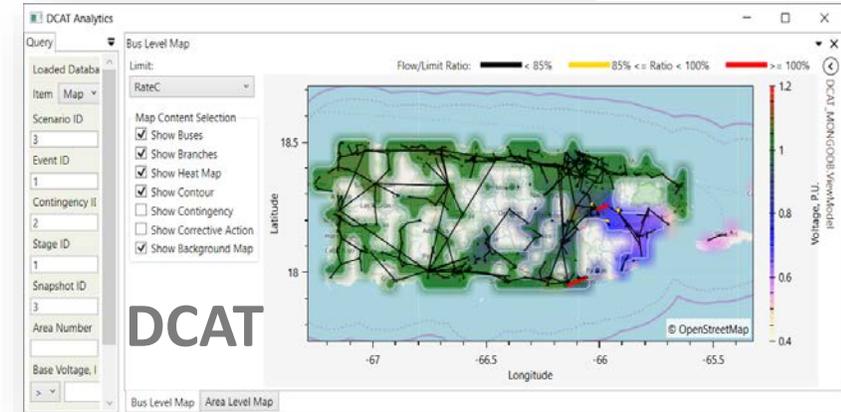
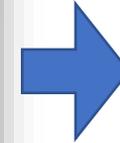
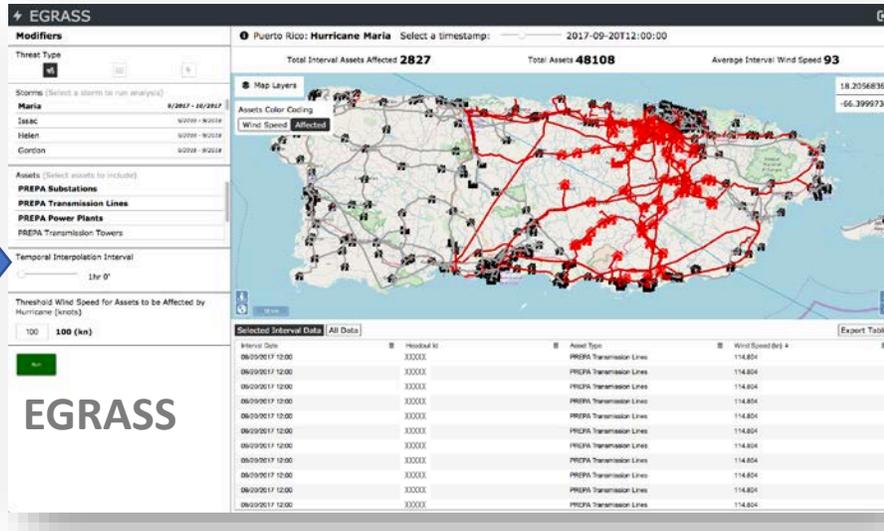
---

Marcelo Elizondo, PNNL



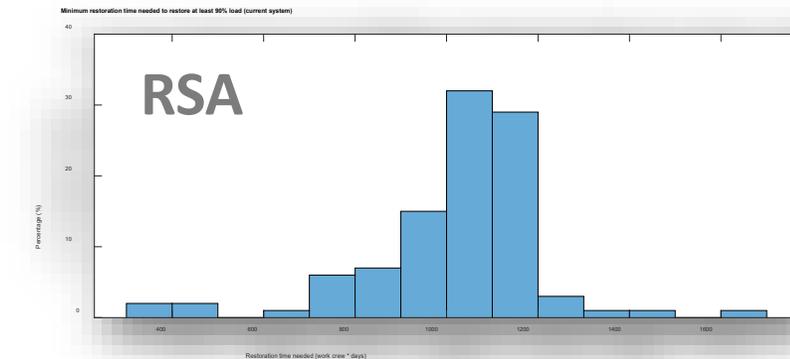
# Análisis de la Resistencia de la Transmisión

Datos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) (NOAA) Centro Nacional de Huracanes



Herramienta de análisis dinámico de contingencias (DCAT)

- Análisis dinámico de fallos en cascada
- Vulnerabilidad con múltiples secuencias N-k.



Simulador y análisis de recuperación (RSA)  
**Tiempo y esfuerzo** estimados para recuperar el sistema  
Últimas subestaciones a recuperar.

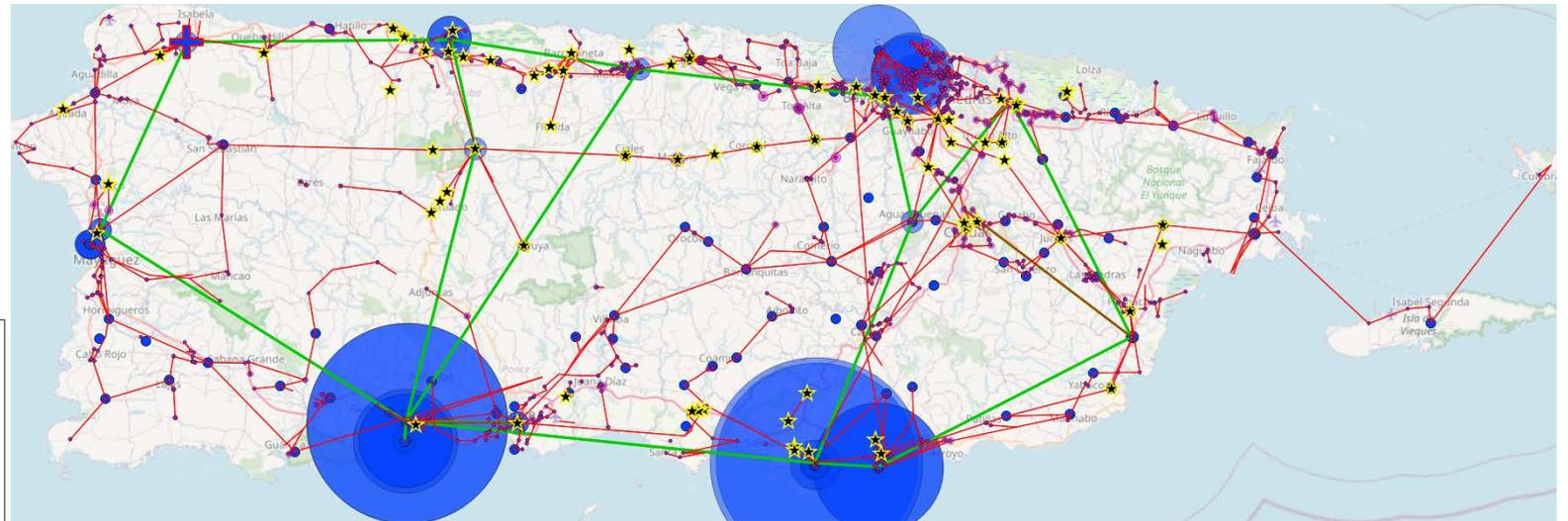
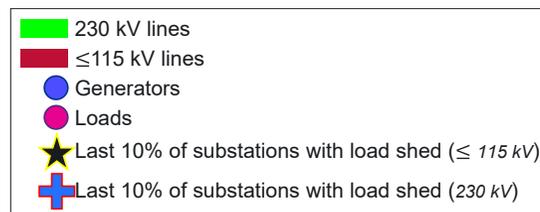
Sistema de Evaluación y Resistencia de la Red Eléctrica (EGRASS):

- Probabilidad de fallo de la infraestructura
- Generación Monte Carlo de secuencias N-k

- EGRASS-DCAT-RSA utilizado para Puerto Rico:
  - Evaluación de la resiliencia de las nuevas opciones de generación
  - Evaluación de la resistencia de la transmisión subterránea frente a la aérea.

# Conclusiones preliminares del *Análisis de Impacto*

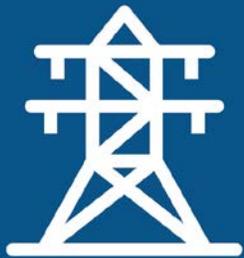
- El sistema futuro modelado, con recursos renovables más pequeños repartidos por todo el sistema, tiende a **recuperar la energía más rápidamente que el sistema actual**, que consta de menos centrales eléctricas y de mayor tamaño.
- **Las últimas cargas recuperadas** en todas las simulaciones tienden a estar en regiones montañosas y rurales, así como en las zonas donde un huracán toca tierra.
- **La capacidad de arranque en negro** de los inversores puede reducir significativamente el tiempo de recuperación, hasta 3 veces.



**Las subestaciones de transmisión que más tardan en recuperarse se encuentran principalmente en zonas montañosas/rurales y donde toca tierra un huracán.**

# Consideraciones Clave

## Mejora de la red y Almacenamiento



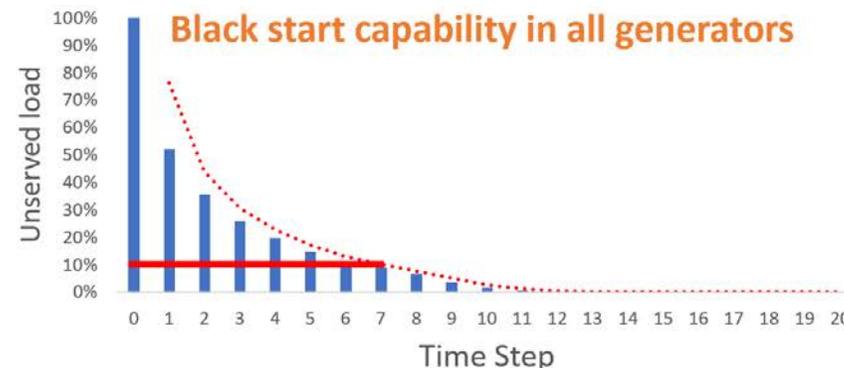
- A corto plazo (los próximos 5-15 años), **la red de transmisión puede absorber el crecimiento previsto de las energías renovables**; a largo plazo, **se necesitan mejoras para dar cabida a recursos adicionales de generación a gran escala** en la red eléctrica general, especialmente para la energía eólica marina.
- **Las mejoras de los alimentadores de distribución son necesarias** para dar cabida al crecimiento previsto de la producción de energía distribuida, el almacenamiento distribuido y la adopción de vehículos eléctricos, así como para permitir un mayor flujo de energía en determinadas líneas, perfiles de tensión variable adicionales y esquemas de control más complejos.
- El despliegue de baterías de almacenamiento de **energía a escala comercial** a muy corto plazo **puede contribuir a la resiliencia del sistema eléctrico** ante fenómenos meteorológicos extremos, así como a la fiabilidad cotidiana, si se dimensionan adecuadamente y se dotan de capacidad de arranque en seco.
- **La mejora de la protección del sistema proporcionaría una mayor estabilidad durante los fallos graves.** Los controles de los inversores, como las baterías con inversores formadores de red, podrían mejorar significativamente la fiabilidad del sistema de forma inmediata.

# Consideraciones Clave

## Modernización de la Red



- **La implementación de sistemas de medición en red de alta resolución en tiempo real** puede facilitar la validación de modelos y contribuir a proporcionar un conocimiento crítico de la situación.
- **Aumentar la precisión de los modelos de regulador del generador** puede incrementar la estabilidad del sistema y mejorar la fiabilidad del sistema actual.
- **Los modelos de alta fidelidad**, como los de los programas de simulación electromagnética, pueden **ayudar a los planificadores de redes eléctricas a simular con confianza escenarios con recursos basados en inversores**, como las energías renovables y los sistemas de almacenamiento de energía en baterías.



**Comparación del tiempo de recuperación del sistema con la capacidad de arranque en negro de múltiples generadores. Gráficos por PNNL.**

# Encuesta Pregunta #3



Haz clic en el enlace del  
chat.

¿Qué organizaciones  
cree que deben  
participar en la  
implementación de la  
transición energética de  
Puerto Rico?



# Panel de Discusión sobre la Implementación

---



**Agustín Carbó**

Director DOE del Puerto Rico Grid Modernization and Recovery Team



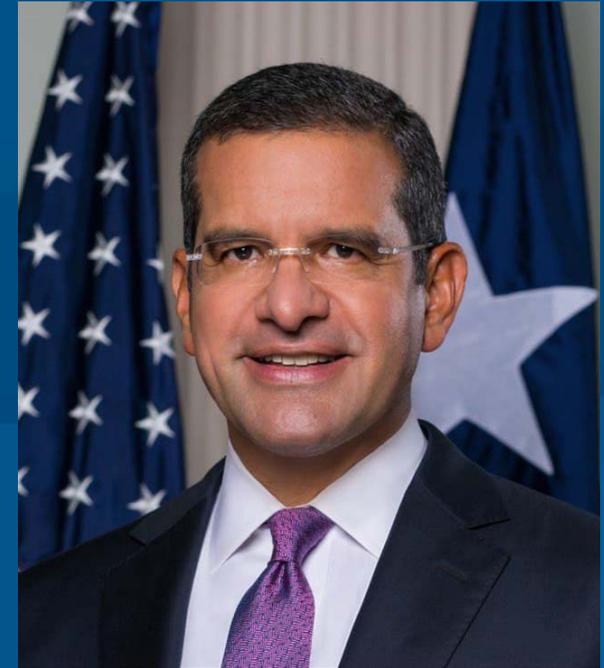
**Jennifer Granholm**

Secretaria del Departamento de Energía



**Deanne Criswell**

Administradora de FEMA



**Pedro Pierluisi**

Gobernador de Puerto Rico

# Q&A

- Escriba sus preguntas en el cuadro de preguntas y respuestas.



A nighttime photograph of a cityscape, likely San Juan, Puerto Rico, showing illuminated buildings and a view of the ocean under a dark sky.

# Contáctenos

- Únase a la comunidad en línea Mobilize para conectar con el equipo PR100 y la red de planificación energética de RR : <https://pr-energy.mobilize.io/registrations/groups/49360>.
- Inscríbese para recibir actualizaciones : [DOE Grid Deployment Office \(govdelivery.com\)](http://govdelivery.com)
- Si tiene preguntas o desea conocer nuestra labor en Puerto Rico, puede contactarnos en [prprojects@nrel.gov](mailto:prprojects@nrel.gov).

# Recursos Adicionales

- **Informes de progreso**

- PR100 Six-Month Progress Update ([English Version](#)) ([Español Versión](#)).

- **Eventos Recientes**

- PR100 Webinar: [6-month Progress Update](#) (July 21, 2022)
- PR100 Webinar: [Public Launch](#) (February 16, 2022)
- DOE Press Release: [DOE, DHS, HUD Launch Joint Effort with Puerto Rico to Modernize Energy Grid](#) (February 2, 2022)
- MOU among DOE, DHS, HUD and the Government Of Puerto Rico, [Collaboration for the Recovery and Resilience of Puerto Rico's Energy Sector](#) (February 2, 2022).

- **Páginas Web**

- DOE: [Puerto Rico Grid Recovery and Modernization](#)
- DOE: [PR100 Study](#)
- NREL: [Multilab Energy Planning Support for Puerto Rico](#).

# Muchas Gracias



NREL/PR-7A40-85201

Este trabajo ha sido elaborado por el Laboratorio Nacional Argonne (ANL), el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley (LBNL), el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL), el Laboratorio Nacional Oak Ridge (ORNL), el Laboratorio Nacional del Pacífico Noroeste (PNNL) y los Laboratorios Nacionales Sandia para el Departamento de Energía de EE.UU. (DOE) en virtud del contrato nº HSFE02-20-IRWA-0011. La financiación corrió a cargo de la Agencia Federal de Gestión de Emergencias de EE.UU. y se llevó a cabo bajo la dirección técnica de la Oficina de Despliegue de Redes del Departamento de Energía. Las opiniones expresadas en este documento no representan necesariamente las opiniones del DOE, FEMA o el Gobierno de EE.UU.. El Gobierno de EE.UU. conserva una licencia no exclusiva, pagada, irrevocable y mundial para publicar o reproducir la forma publicada de este trabajo, o permitir que otros lo hagan, para fines del Gobierno de EE.UU.

# Autores

Decenas de investigadores de talento de los seis laboratorios nacionales participantes contribuyen al Estudio PR100. Los autores de esta presentación son:

- **Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL)** Nate Blair, Robin Burton, Murali Baggu, Haiku Sky, Tom Harris, Clayton Barrows, Vahan Gevorgian, Jeremy Keen, Manajit Sengupta, Cameron Weiner, James Morris, Paritosh Das, James Elsworth, Prateek Joshi, Joseph McKinsey, Surya Dhulipala
- **Laboratorio Nacional Argonne (ANL):** Lawrence Paul Lewis, John Murphy
- **Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley (LBNL):** Peter Cappers, Sydney Forrester, Jeff Deason, Margaret Pigman
- **Laboratorio Nacional de Oak Ridge (ORNL):** Ben Ollis, Thomaz Carvalhaes
- **Laboratorio Nacional del Noroeste del Pacífico (PNNL):** Marcelo Elizondo, Xiaoyuan Fan, Patrick Maloney, Vishvas Chalishazar
- **Laboratorio Nacional Sandia:** Matthew Lave, Amanda Wachtel
- **Universidad de Colorado:** Harvey Cutler and Martin Shields
- **Michele Chait LLC:** Michele Chait