

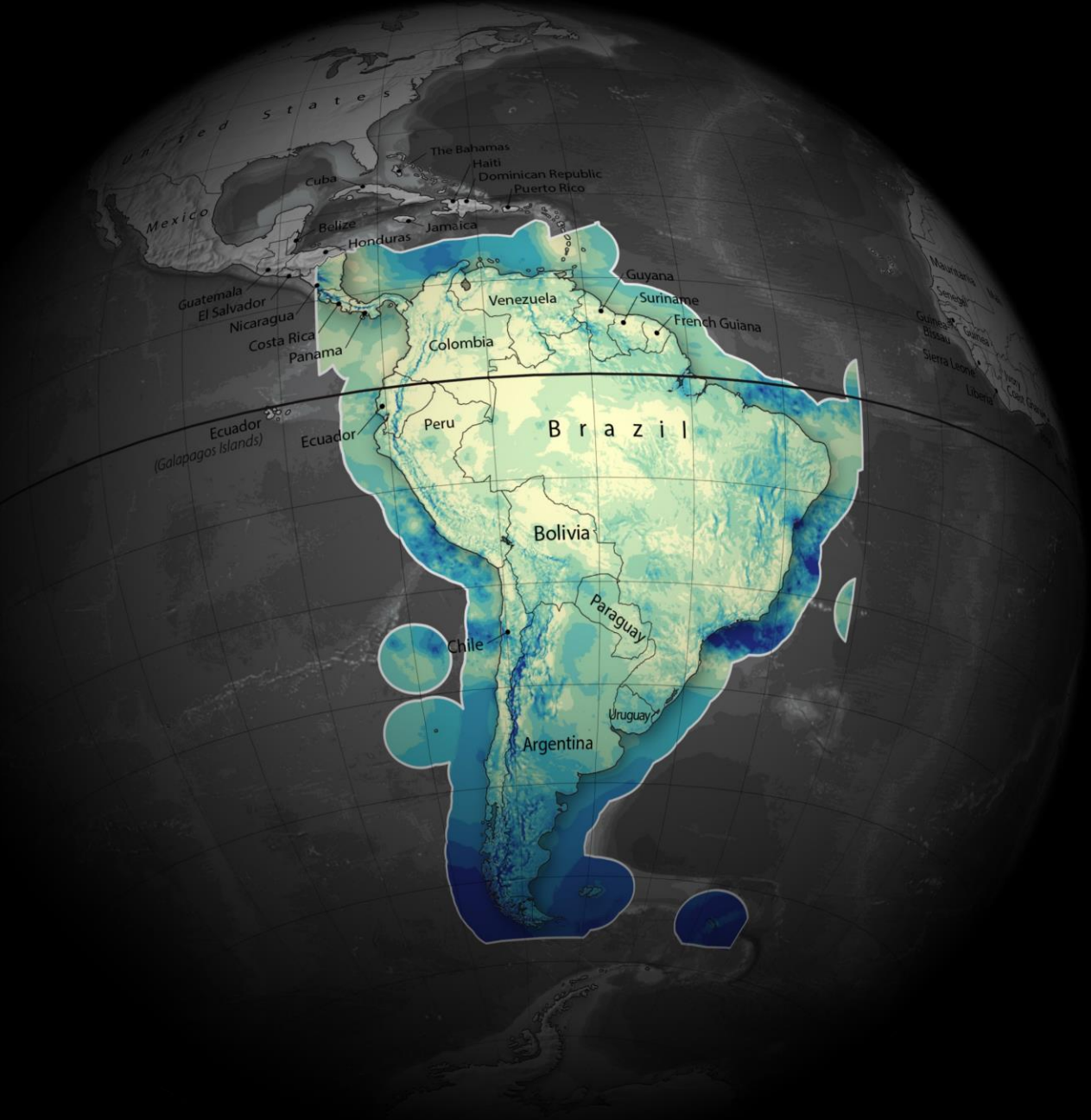
# Datos y Herramientas para el Modelado de Sistemas Eléctricos

Galen Maclaurin  
Director de Grupo, Ciencia de Datos Geoespaciales  
Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL)

3 de octubre 2025

# Preguntas Claves:

1. ¿Cómo vamos a operar el sistema eléctrico del futuro y cuáles futuros debemos anticipar?
2. ¿Para América Latina, cuáles son los grandes retos de datos y el modelado de sistemas eléctricos?
3. ¿Cómo avanzamos la comunidad de elaboración de modelos energéticos para superar estos grandes retos?





# Los Grandes Retos: Datos sobre recursos solares y eólicos

## Energy Resources of South America

products of Sup3rWind and the  
National Solar Radiation Database

August 25, 2025 version 1  
Cartography by Billy J. Roberts



Datos  
sincronizados  
de alta  
resolución  
espacial y  
temporal,  
históricos y  
previsiones  
(ej. 6-hour,  
day-ahead)

Wind

Wind Speed (meters/sec)



Dec 19, 2024 at 12:00:00 AM

Solar

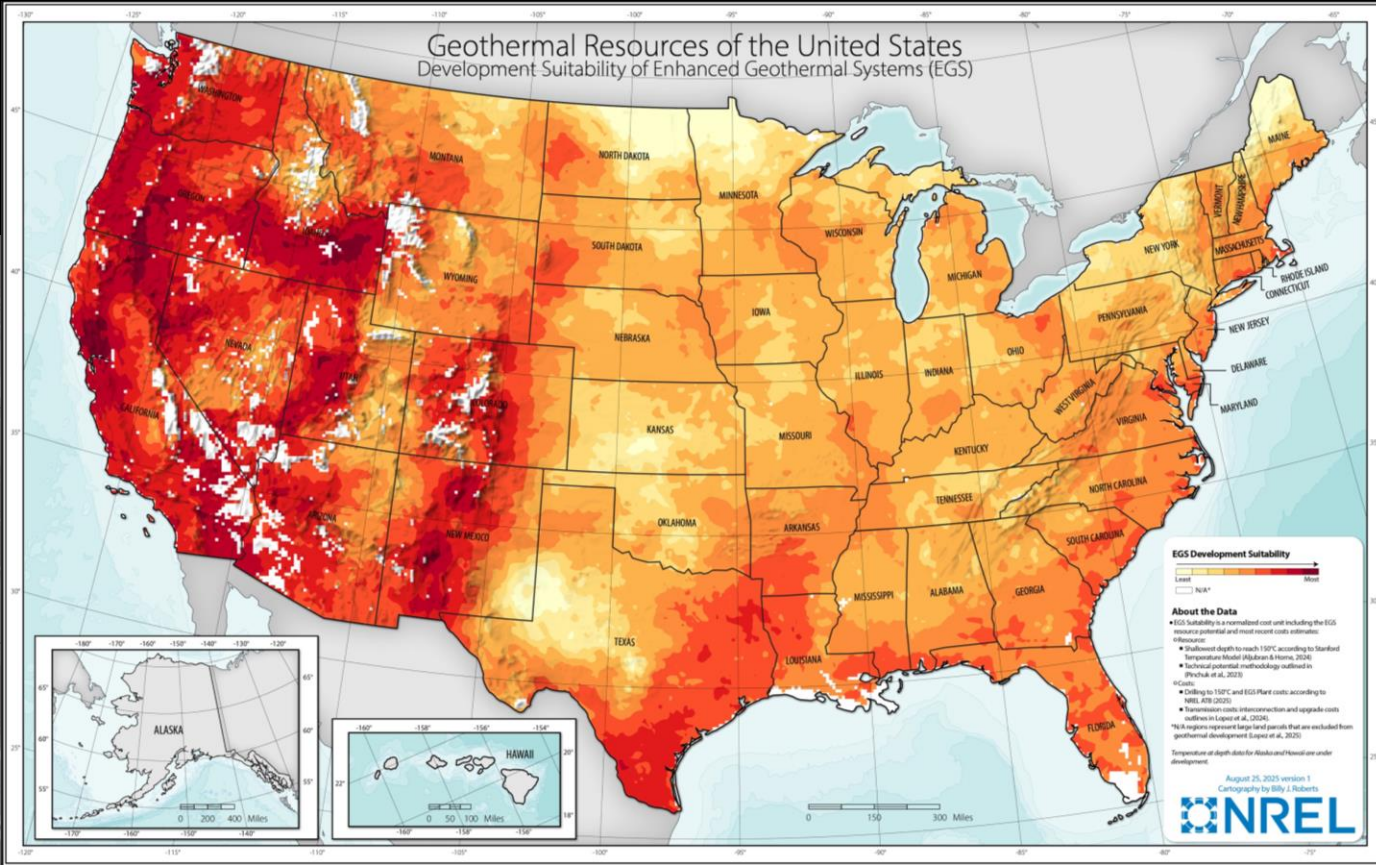
Global Horizontal Irradiance (kWh/m<sup>2</sup>/day)



# Los Grandes Retos: Datos sobre recursos hidroeléctricos y geotérmicos

Datos históricos de precipitación y recurso hídrico (y su correlación).

Datos geotérmicos sobre características del subsuelo (temperatura, gradiente), y representación de incertidumbre.



## WORLD AVERAGE RAINFALL ANNUAL AVERAGE RAINFALL, 1970-2000



Fuente: Billy Roberts (NREL)

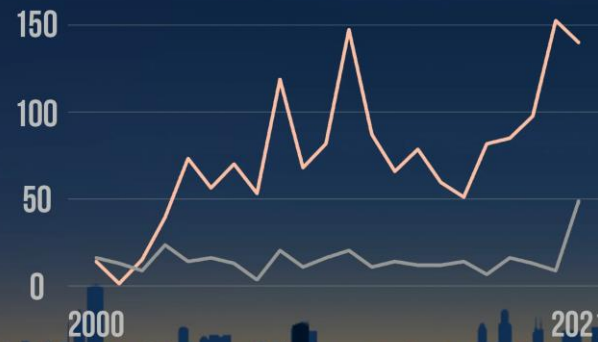
# Los Grandes Retos:

## Datos sobre Proyecciones Climáticas y Fenómenos Extremos

Modelos de Sistemas Terrestres  
(Earth Systems Models-ESMs)  
funcionan a baja resolución  
(100km, diario).

### MAJOR U.S. POWER OUTAGES

— Weather-Related — Non Weather-Related

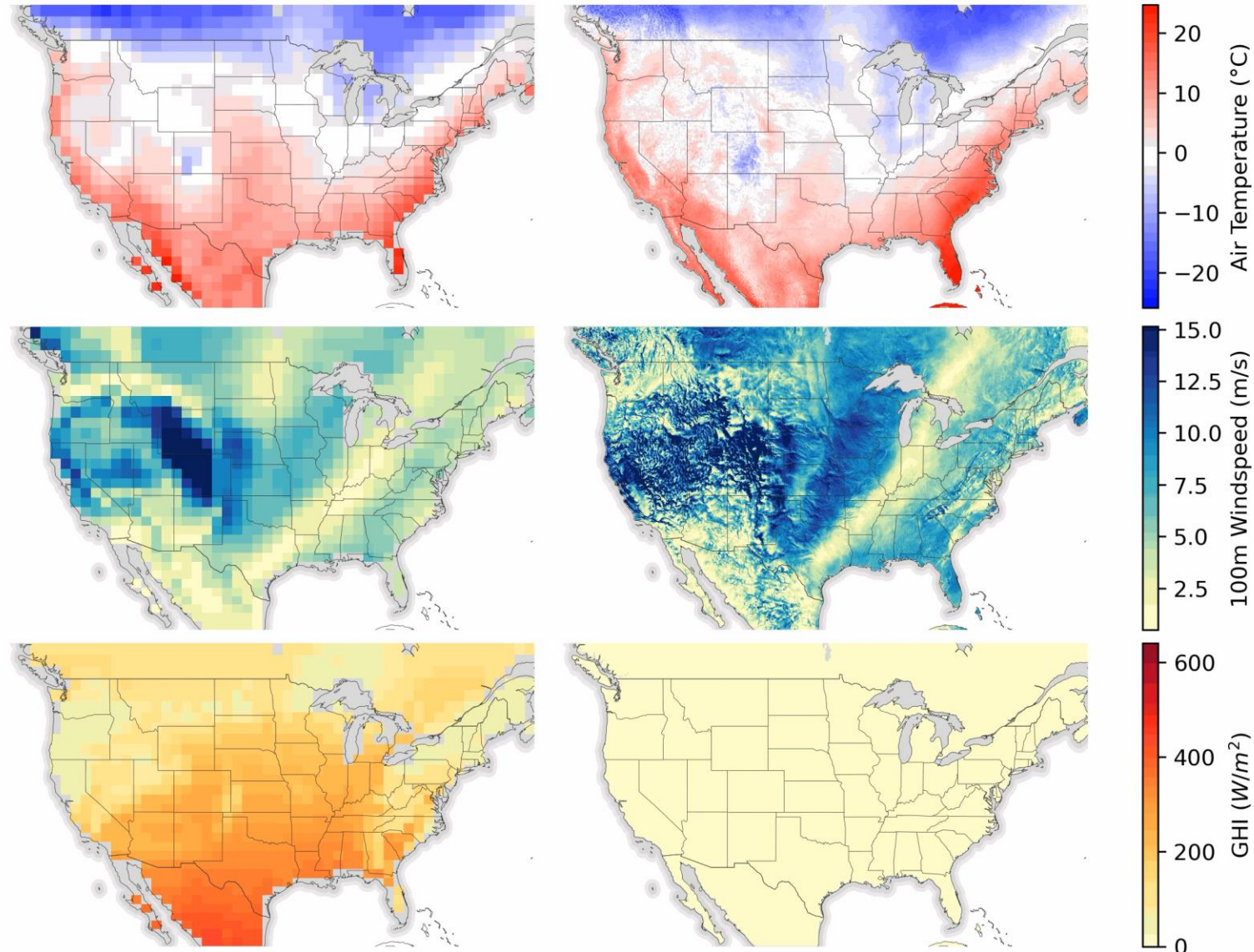


Fenómenos meteorológicos causaron más de 80% de los apagones severos en los EEUU entre 2000-2021.

Fuente: [Climate Central](#)

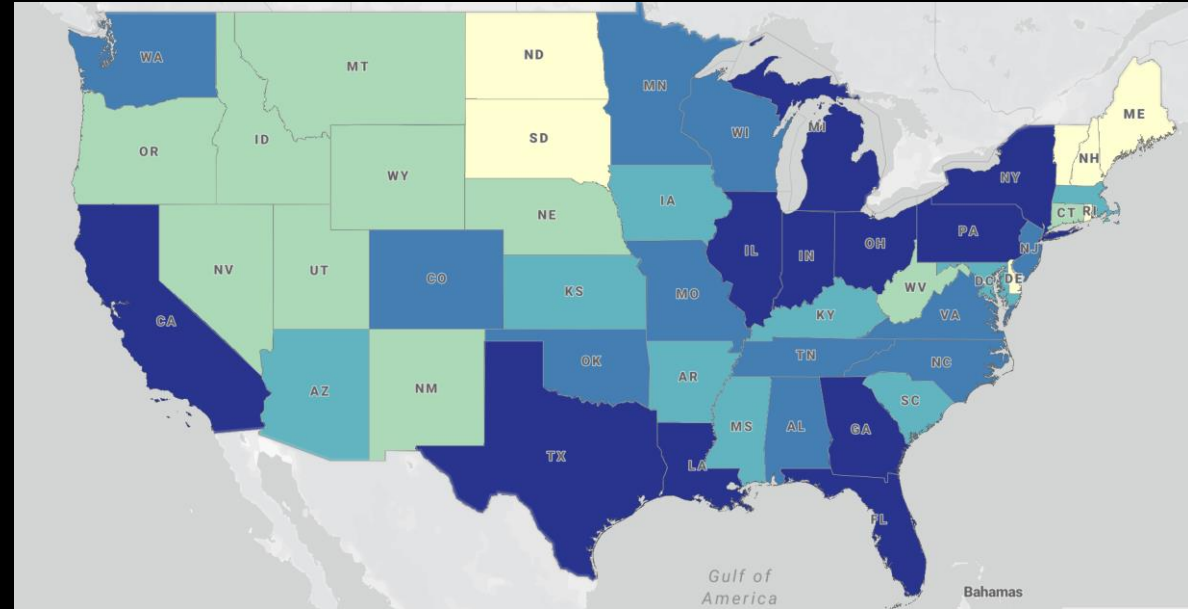
Sup3rCC v0.2.2 TaiESM1 SSP2-4.5  
00:00 January 10, 2052 (MST) (001/120)

Fuente: Grant Buster (NREL)

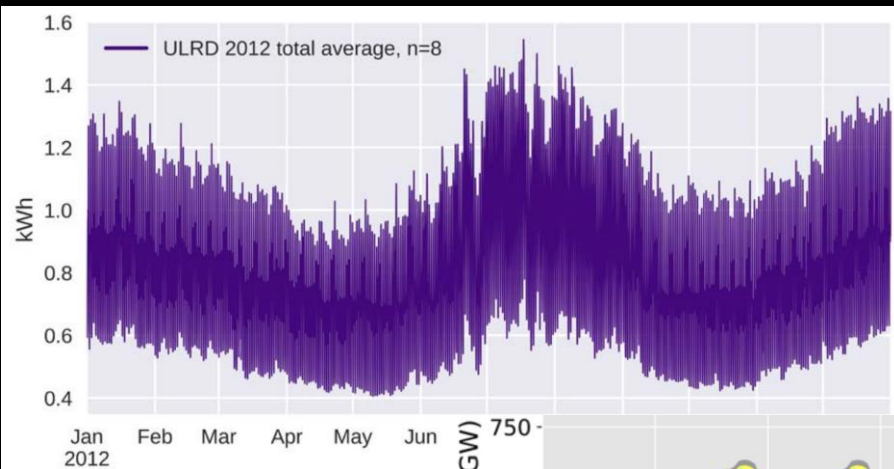


# Los Grandes Retos: Datos Desagregados sobre la Carga Eléctrica

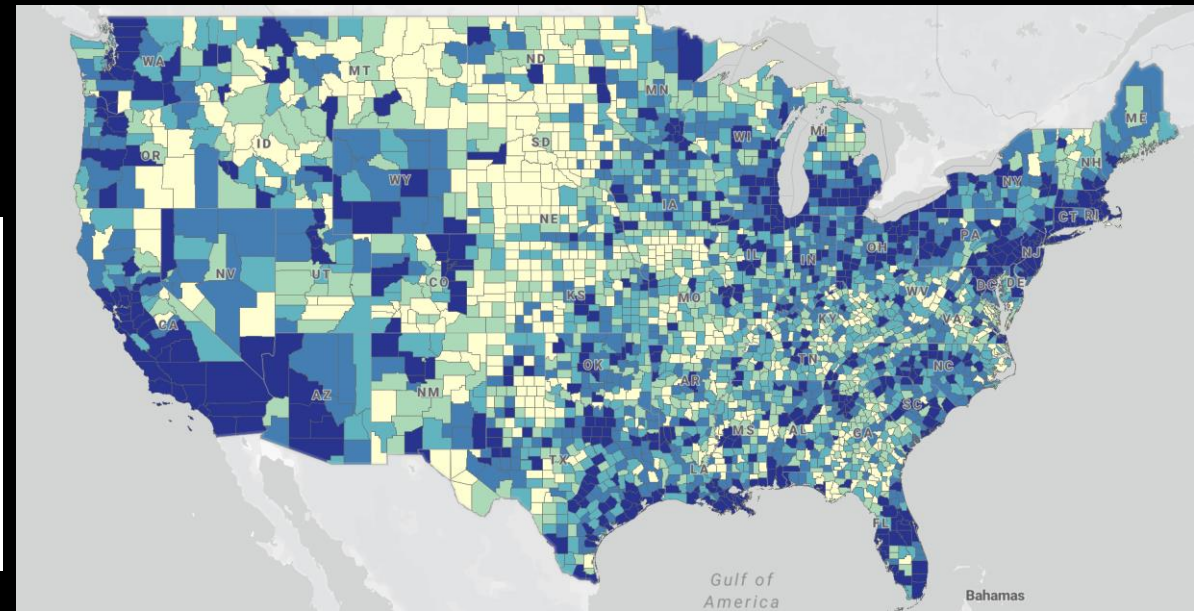
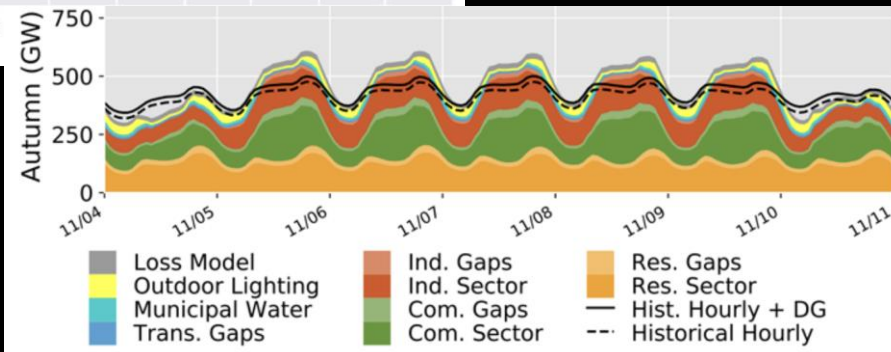
Datos Desagregados  
Especialmente,  
Temporalmente,  
y por Sector.



Fuente: [SLOPE \(NREL\)](#)

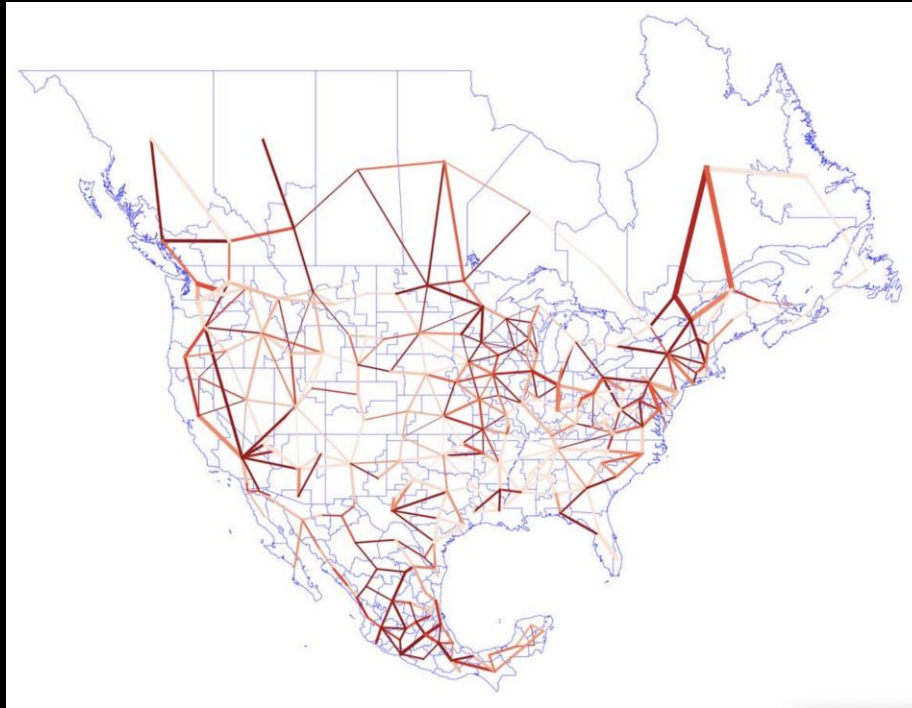


Fuente: [DSGRID \(NREL\)](#)



# Los Grandes Retos: Datos de Transmisión – Representaciones de Topología

Diferentes análisis  
requieren diferentes  
representaciones y  
granularidad.



Fuente: NREL



Fuente: ENERGYDATA.INFO/Open Street Maps

# Los Grandes Retos: Digitalización de Datos y Acceso Abierto

Datos con acceso abierto por  
medio de *Dashboards* y APIs

Fuente: [OLADE Electricity Generation Dashboard](#)

## Filters

### Date Range:

Start Date:

2020-01

End Date:

2025-07

### Country:

(all)



### Region:

(all)



### State:

(all)



### Generation Source:

(all)



### Machine Type:

(all)



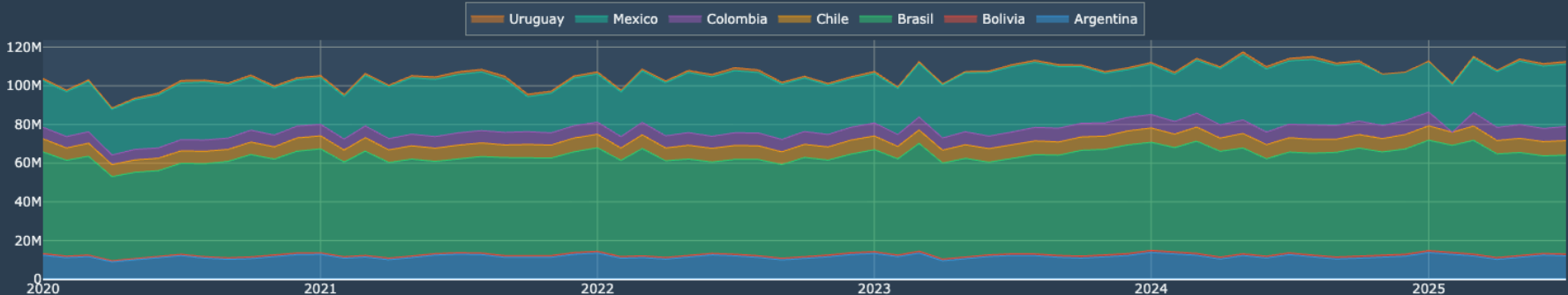
### Technology:

(all)



## Electricity Generation

Generation by Country (MWh) - Stacked Area Chart



Monthly Generation (MWh)



# Los Grandes Retos: Flexibilidad e Interoperabilidad de Modelos

Cada sistema eléctrico es diferente, cada uno tiene diferentes combinaciones de generadores, diferentes recursos potenciales, y diferentes mercados energéticos.

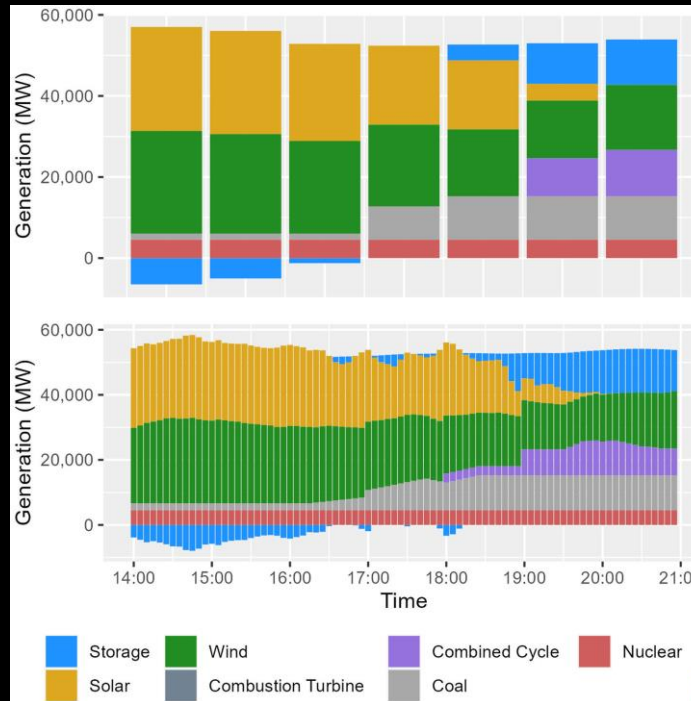


Fuente: [Camargo-Bertel, AA, et al. "Analyzing trends in energy modeling tools in Latin America: A comprehensive review." Energy Reports 12 \(2024\): 3075-3095.](#)

# Los Grandes Retos: Fidelidad, Resolución, y Amplitud de Modelos

¿Cuánto 'cabe' en un modelo?

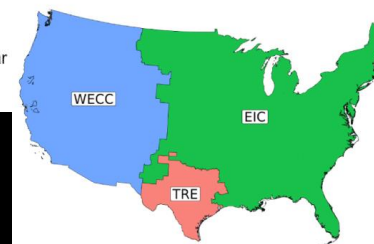
- Cobertura geográfica
- Representación geoespacial
- Tipos de generadores y almacenamiento
- Resolución temporal de despacho
- Horizonte de planificación
- Entre otros



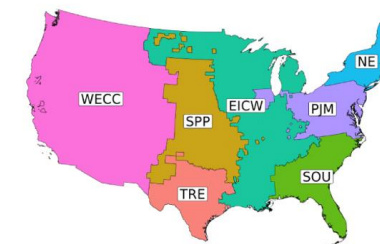
Fuente: [Levin, Todd, et al. 2024 Renewable and Sustainable Energy Transition 5 100072.](#)

Despacho por hora, 15-minutos, 5-minutos

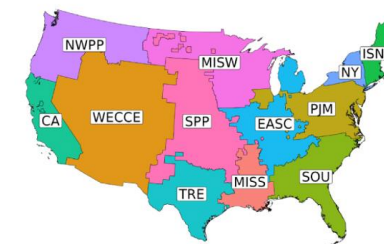
Fuente: [Anna F Jacobson et al 2024 Environ. Res.: Energy 1 035009](#)



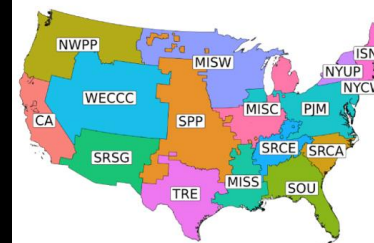
(a) 3-zone system



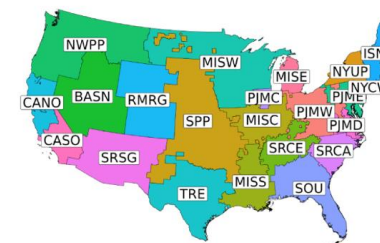
(b) 7-zone system



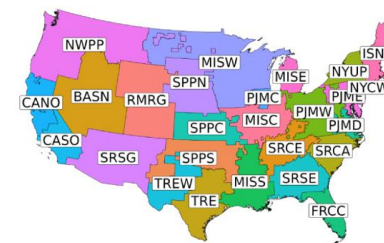
(c) 12-zone system



(d) 16-zone system



(e) 22-zone system



(f) 26-zone system

Número de Regiones

# Los Grandes Retos: Transparencia, Validación, y Confianza de Modelos

- Modelos de código abierto y comunidades grandes de usuarios
- Principio de análisis reproducible
- Costo y accesibilidad



[opensource.org](https://opensource.org)

The Foundation Model Transparency Index



Stanford University, [crfm.stanford.edu/](https://crfm.stanford.edu/)

# ¿Cómo Avanzamos la Comunidad?

**Cerrar la brecha entre sectores privados y públicos, y entre investigadores y operadores.**

**Crece la capacidad técnica, fomentar la colaboración, y mejorar la comunicación técnica a los responsables de tomar decisiones.**

**Datos y modelos que representan a todos y mejoran la confiabilidad, flexibilidad, y asequibilidad de los sistemas eléctricos.**



Fuente: Michael Owens

A satellite view of Earth at night, showing the Western Hemisphere. The Americas are visible, with city lights glowing across the continents. The sun is visible on the left horizon, creating a bright glow and lens flare.

# iGracias!

[www.nrel.gov](http://www.nrel.gov)

[Galen.Maclaurin@nrel.gov](mailto:Galen.Maclaurin@nrel.gov)

