



Resiliencia y Recursos Energéticos Distribuidos-DER

Noviembre
2021



TABLA DE CONTENIDO

PARTE 1

Nuevos “drivers” que implican
el estudio de la Resiliencia

PARTE 2

Modelación de la Resiliencia
en infraestructuras críticas

PARTE 3

Los Recursos Energéticos
Distribuidos-DER
brindando servicios de
Resiliencia y Flexibilidad

PARTE 4

Ciberseguridad y riesgos
identificados en los DER



PARTE 1

Nuevos “drivers” que implican el estudio de la Resiliencia



In February 2021, as a result of deadly winter storm and record low temperatures in Texas, USA, 4.5 million people were cut off from power.

Parte 1



2021 European Floods – Extreme Event

Erfstadt, July 2021



What happened:

- A storm complex moved from France to Germany and brought excessive amount of rainfall

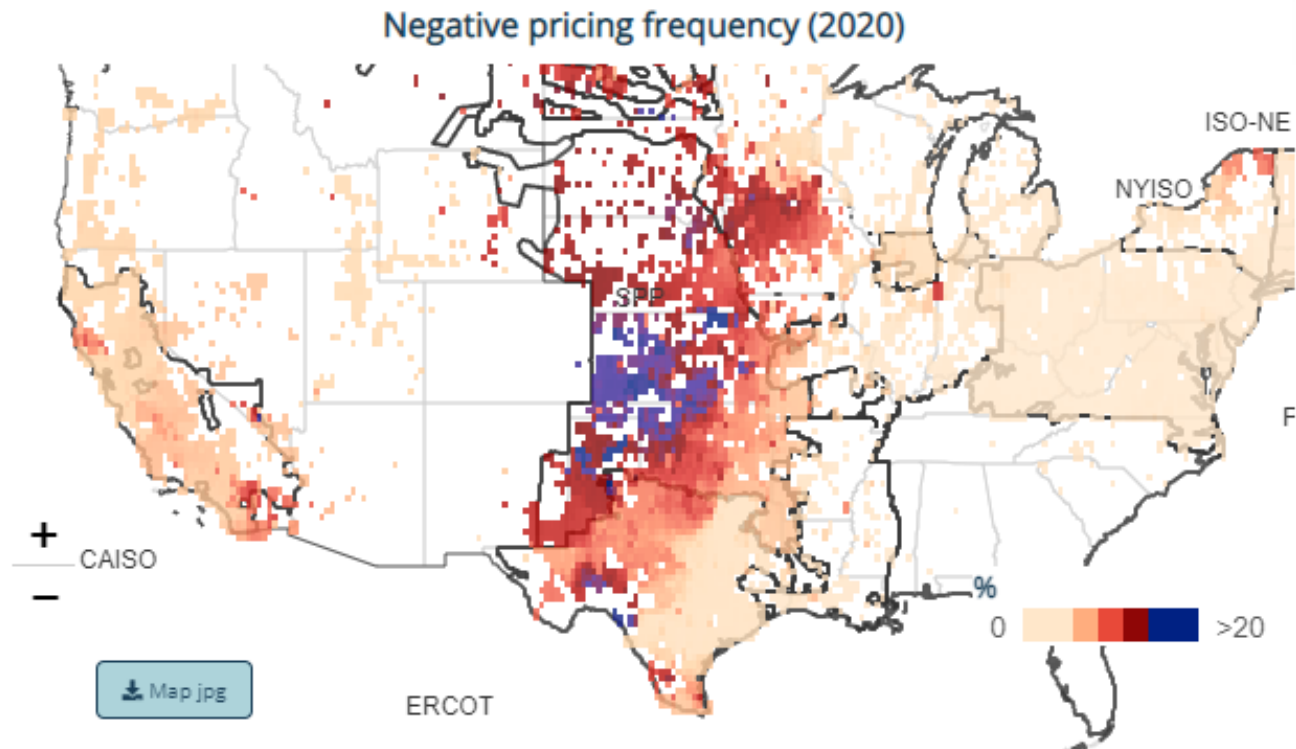
Losses:

- > 200 deaths
- > USD 3 billion

Key observations:

- Intense rainfall was forecasted for affected areas
- Not a Grey or Black Swan event

Fuente: Future Resilient Systems-FRS

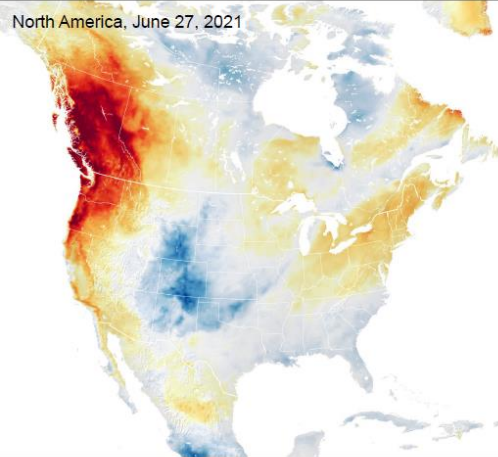


Fuente: <https://emp.lbl.gov/renewables-and-wholesale-electricity-prices-rewep>

2021 Western North America Heat Wave – Extreme Event

Parte 1

North America, June 27, 2021



Source: NASA Earth Observatory/Joshua Steven



What happened:

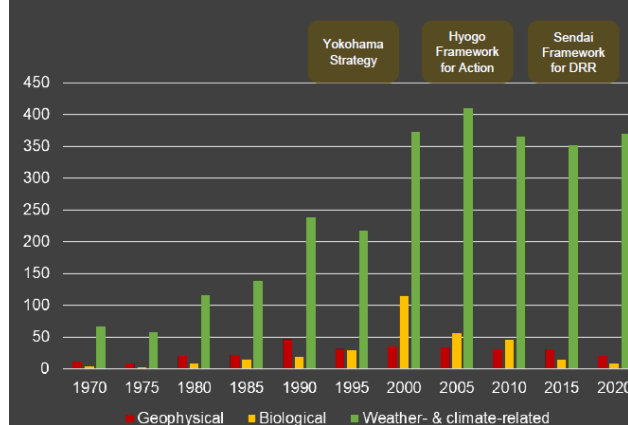
- High pressure area was sandwiched between two low pressure areas
- Anomalies relative to average daily temperatures (2014-2020) were up to 15°C higher for the same day

Losses:

- > 900 deaths, wildfires
- > USD 3 billion

(FRS) FUTURE
RESILIENT
SYSTEMS

Number of Disasters – Worldwide



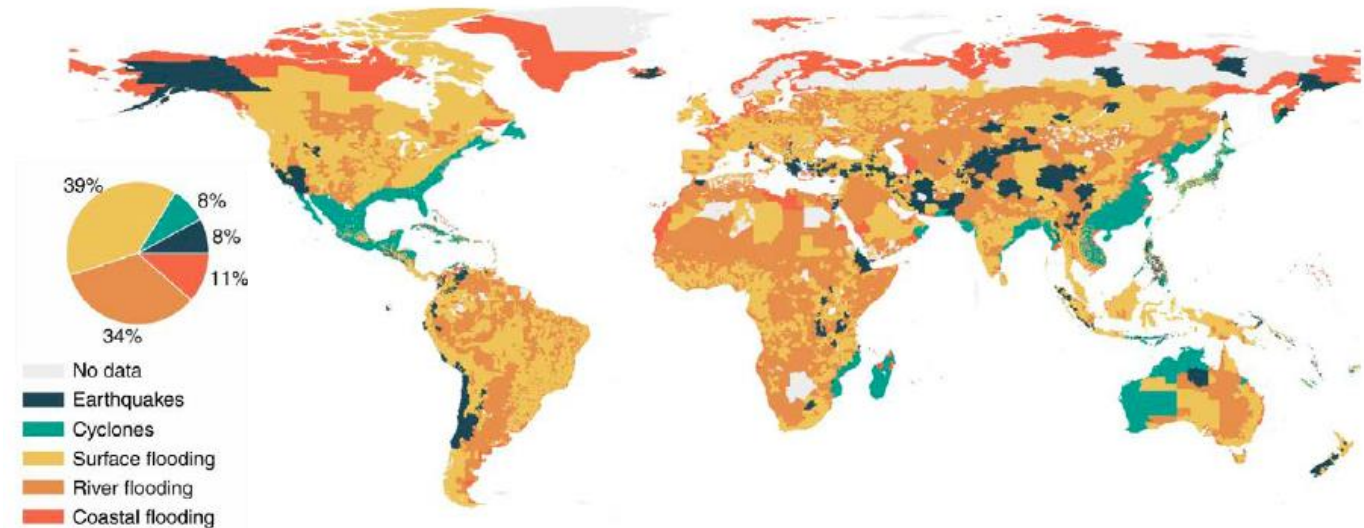
Trend:

- Number of weather-related disasters stabilised during the last two decades

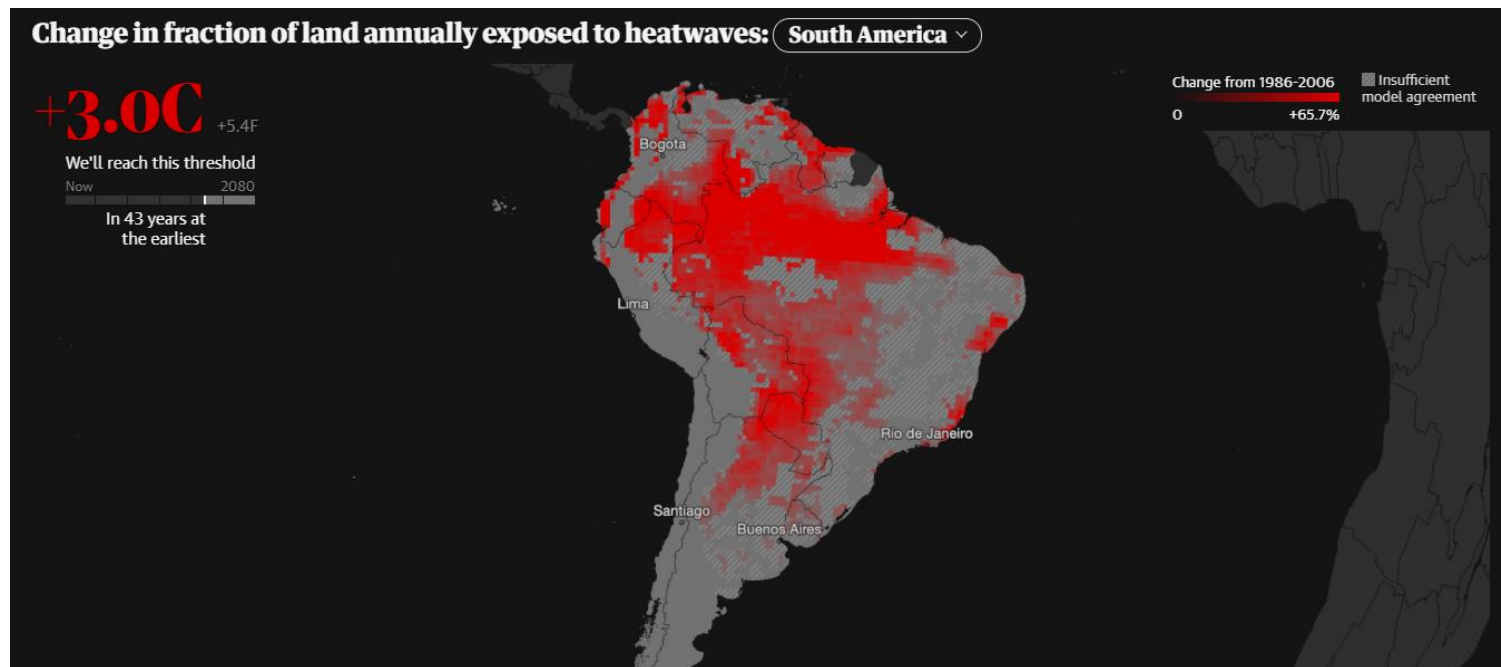
Fuente: Future Resilient
Systems-FRS

Transportation Infrastructures and disaster risks

Global dominant hazard exposure per region (Koks et al., 2019)

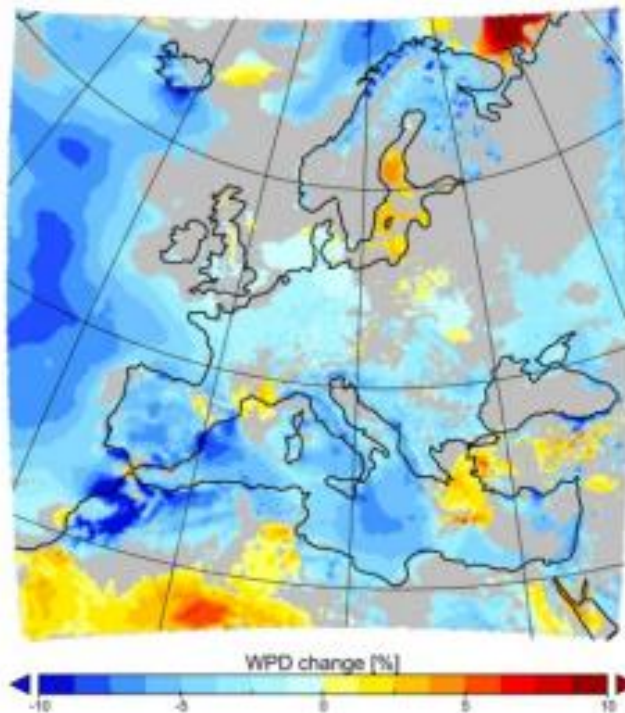




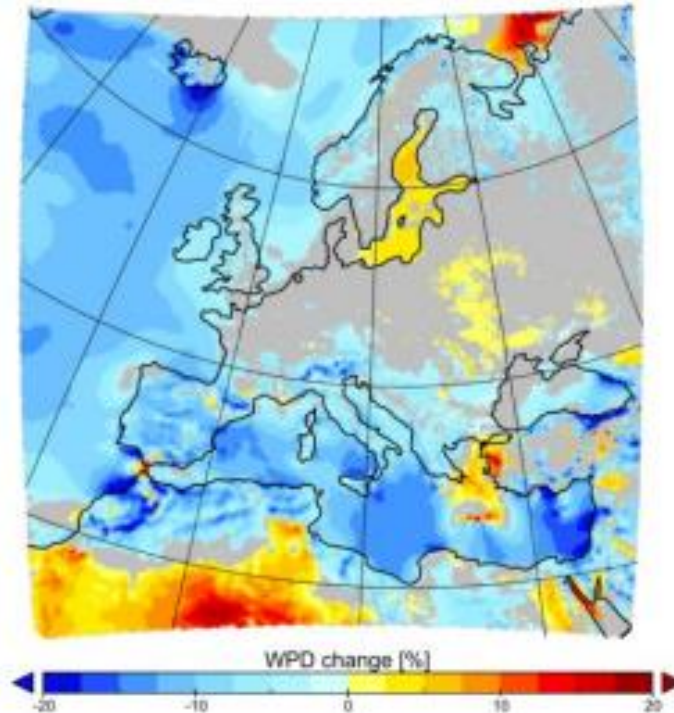


RCP 8.5

Future 1
2021-2050



Future 2
2061-2090



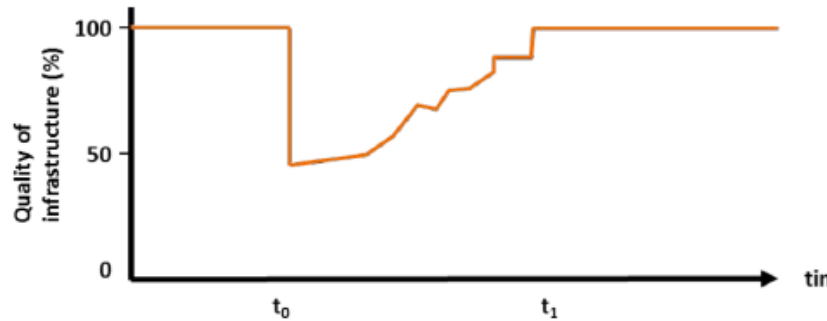


PARTE 2

Modelación de la Resiliencia en infraestructuras críticas



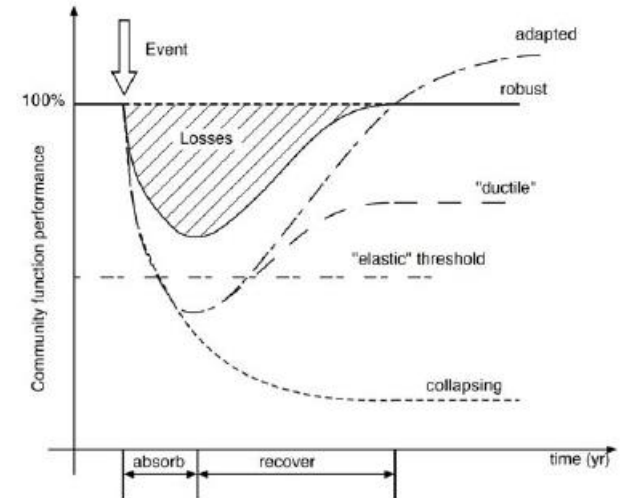
Resiliencia en infraestructuras críticas



Habilidad del Sistema para:

- Reducir las posibilidades de un evento disruptivo.
- Absorber un proceso disruptivo si este ocurre.
- Recuperarse rápidamente si un proceso disruptivo ocurre.

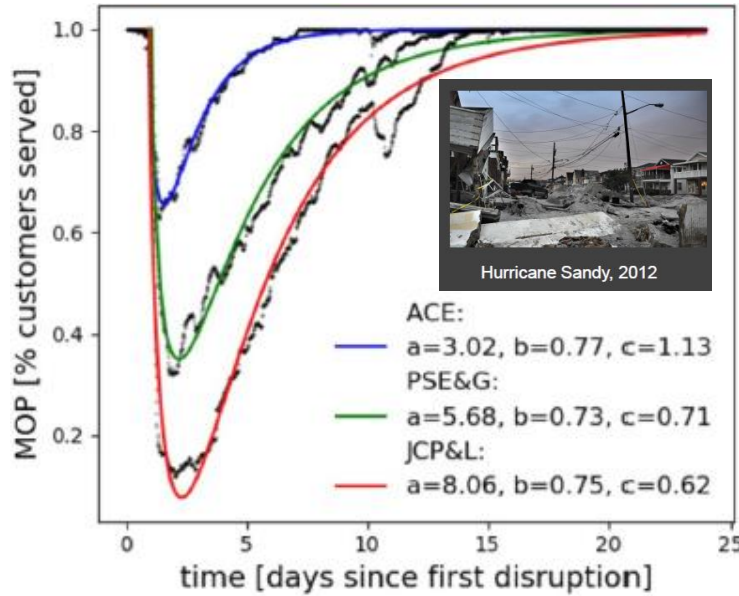
• Recovery behaviours



Fuente: A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities



Resiliencia en infraestructuras críticas-Modelación de la recuperación de suministro eléctrico



Metodología:

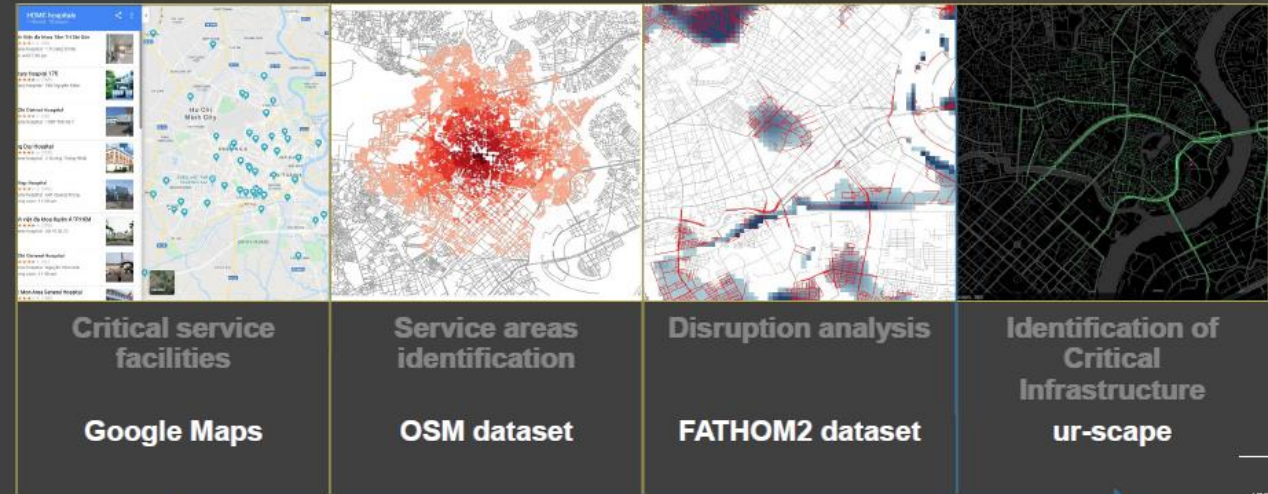
- Ajuste a una función Gamma para estimar los parámetros de recuperación del suministro eléctrico.
- a : Capacidad de absorción del evento disruptivo.
- b : Capacidad adaptativa y restaurativa (intrínseco del sistema).
- c : Tiempo de recuperación (depende de acciones remediales).

Fuente: Modeling the recovery process: A key dimension of resilience. Reliability Engineering and System Safety,



Resiliencia en infraestructuras-ejemplo identificación vías críticas

Based on network analysis identify **critical road links** for ensuring critical services, such as medical services and emergency response. Example: Ho Chi Minh City, Vietnam



Video from UR2020 presentation available: <https://www.ur2020.org/agenda/session/440043>

26

(FRS) FUTURE
RESILIENT
SYSTEMS

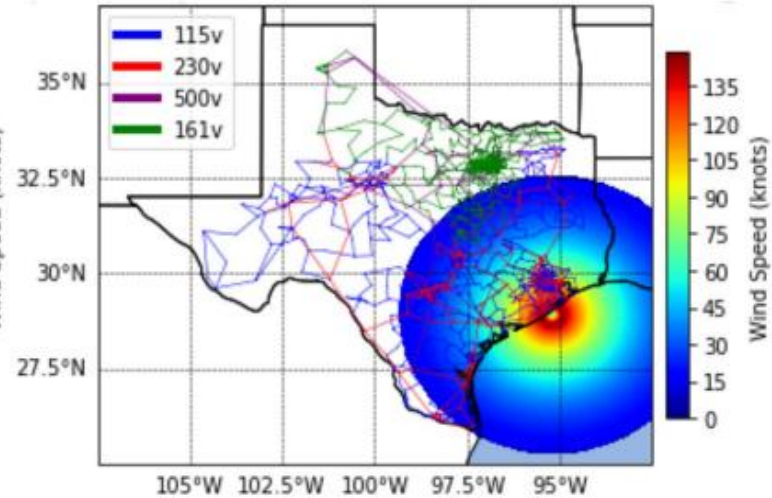
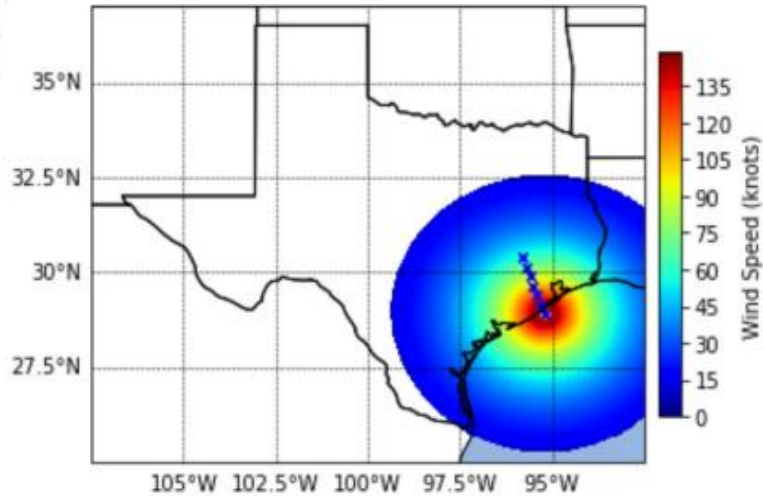


PARTE 3

Los Recursos Energéticos Distribuidos-DER brindando servicios de Resiliencia y Flexibilidad



DER proporcionando Resiliencia

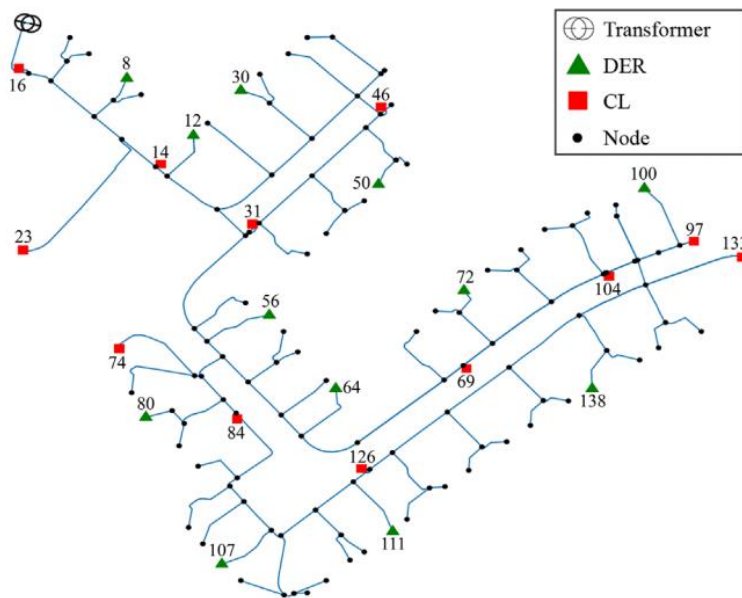


- Modelo de Huracán: Datos Administración Nacional Oceánica y Atmosférica.
- Modelo ERCOT Sistema de Potencia 200 Nodos.
- Valor Esperado de Energía No Suministrada calculada paso a paso en función del movimiento del Huracán.

Fuente: Distribution System Resilience: Modeling and Optimization. Anamika Dubey



DER proporcionando Resiliencia



$$\begin{aligned} & \text{maximise} \quad \Gamma(\mathbf{p}^{CL}) - \Phi(\mathcal{N}_{MG}) \\ & \quad \quad \quad p^{CL}, \mathcal{N}_{MG} \\ & \text{s.t.} \quad \Pr(p_{drop}^{CL}) \leq \epsilon. \end{aligned}$$

$\Gamma(\mathbf{p}^{CL})$ Función que proporciona la cantidad de potencia suministrada a las cargas críticas por la Microred.

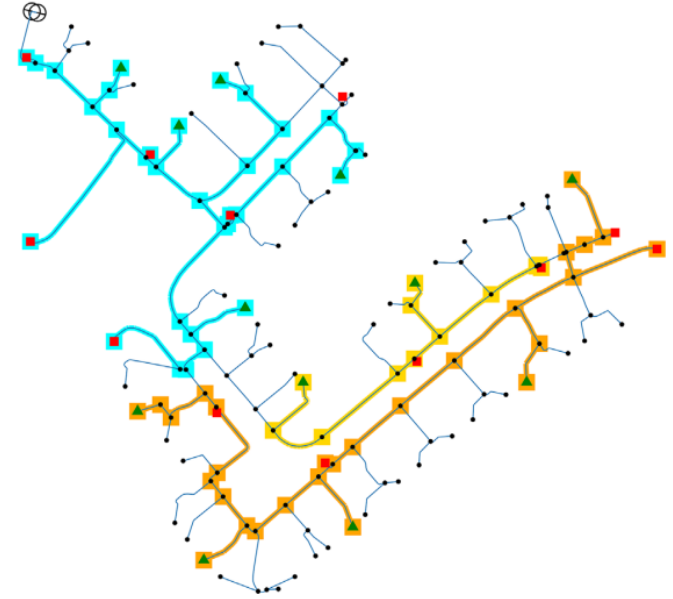
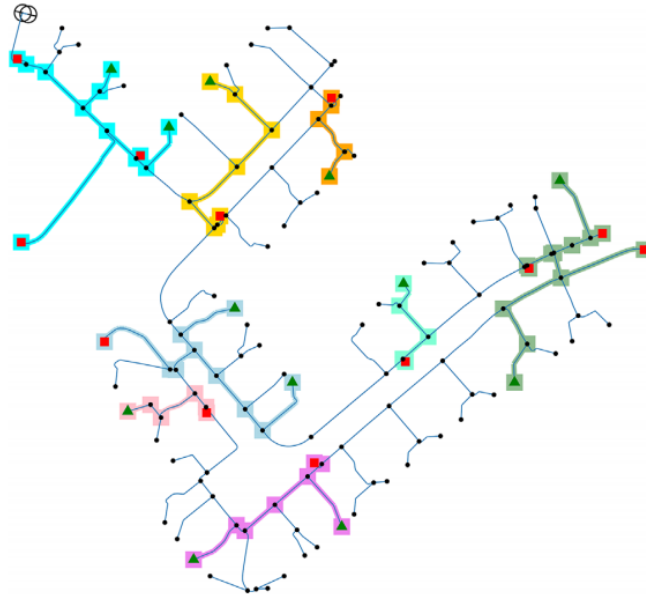
$\Phi(\mathcal{N}_{MG})$ Función que penaliza el tamaño de la Microred.

$\Pr(p_{drop}^{CL})$ Probabilidad de suministro insuficiente.

ϵ . Nivel de confianza.



DER proporcionando Resiliencia



La formación intencional de islas, contemplando las características de los DER, puede disminuir los tiempos de re-establecimiento después de un apagón total o parcial.

Fuente: Formation of ad hoc microgrids for prompt critical load pickup during blackouts by leveraging stochastic distributed energy resources

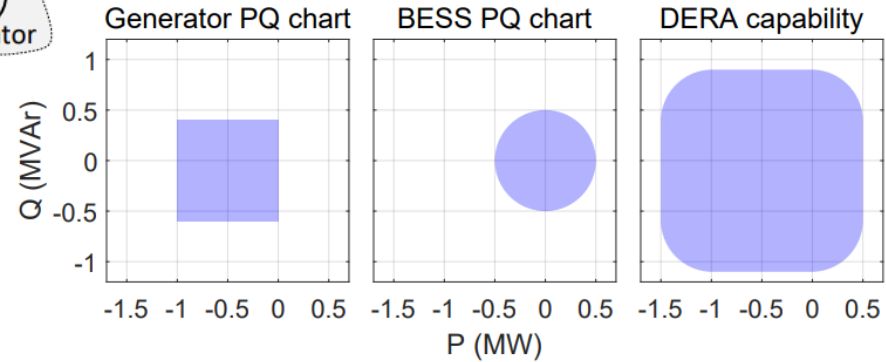
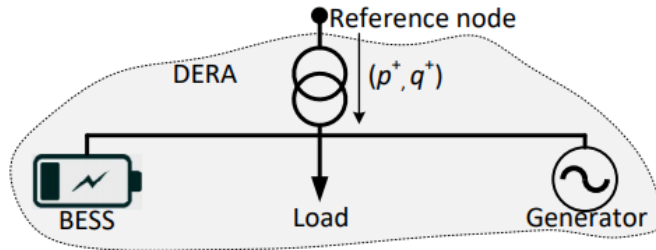
Resilient Restoration: GridAPPS-D Platform

*GridAPPS-D – open-source advanced distribution management platform (real-time operational environment)
Application to restore power system using distributed generators (deployed: <https://gridappsd-restoration.readthedocs.io/en/latest/>)





DER proporcionando Flexibilidad



La agrupación de DER (DERA) puede, bajo un mecanismo de coordinación DSO-TSO, brindar flexibilidad desde la distribución hacia la transmisión.



PARTE 4

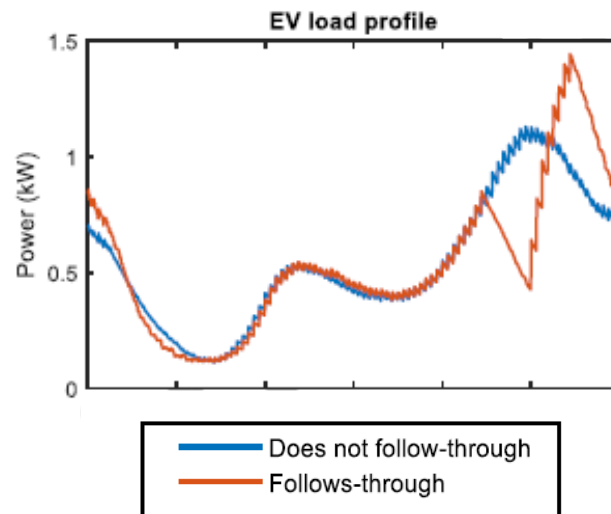
Ciberseguridad y riesgos identificados en los DER



Ataque cibernético (desinformación) en redes distribución



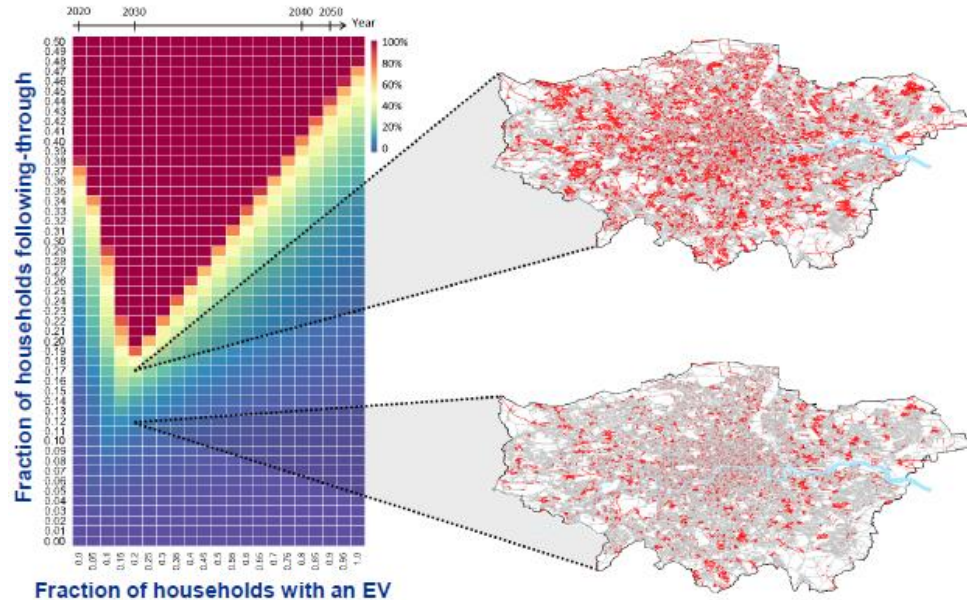
Disinformation notification
received by consumers



Fuente: How weaponizing disinformation can bring down a city's power grid



Ataque cibernético (desinformación) en redes distribución



- Se simula el ataque en una fracción de la red de distribución de Londres, asumiendo un límite de sobrecarga del 10 % en los alimentadores y transformadores.
- Para un mismo nivel de penetración de vehículos eléctricos, la evolución de los apagones es diferente en función del porcentaje de usuarios que siguen el ataque cibernético.

Fuente: How weaponizing disinformation can bring down a city's power grid



Conclusiones:

- Sugerimos al CND considerar en sus estudios de Resiliencia y Flexibilidad el aporte de los Recursos Energéticos Distribuidos-DER. En este sentido, el SAPE y el Comité de Distribución podrían colaborar en la estructuración de una metodología de cuantificación de dichos atributos.
- La evolución de los recientes eventos climatológicos nos indican que estos acontecimientos serán cada vez más frecuentes. Se debe tener en cuenta el cambio de enfoque por el actual estado del arte, donde se prioriza la reducción de los tiempos de restablecimiento en detrimento de la construcción de super estructuras.