

2da Parte: El Uso de Productos de la NASA para un Sector Energético Más Resiliente al Clima

June 8, 2021



BATTELLE

Esquema de la Capacitación

- 1^{ra} Parte: Introducción a las Observaciones de la Tierra (EO por sus siglas en inglés) para la Gestión Energética
 - 1^{ro} de junio
- 2^{da} Parte: El Uso de los Productos de la NASA para un Sector Energético Más Resiliente al Clima
 - 8 de junio
- 3^{ra} Parte: Recursos de la NASA para la Energía Renovable y la Formulación de Aplicaciones para la Energía Eficiente
 - 15 de junio
- 4^{ta} Parte: Acceso a Datos: el Proyecto NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (Predicción de Recursos Energéticos a Nivel Mundial) o POWER
 - 22 de junio



Logística del Curso

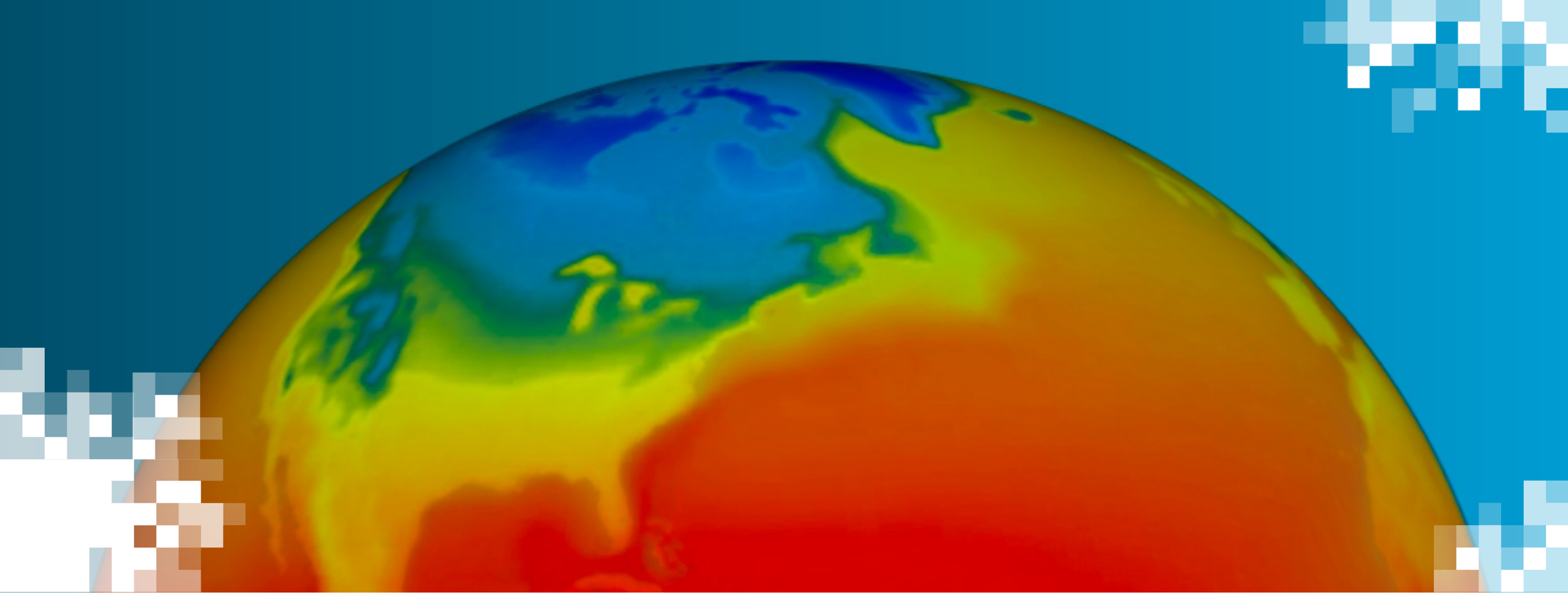
- Cuatro presentaciones de una hora con sesión para preguntas y respuestas
 - Las grabaciones de las presentaciones estarán disponibles en la [página web de la capacitación](#)
- **Tarea:**
 - Se asignará una tarea después de la 4^{ta} parte
 - Debe enviar sus respuestas vía Formularios de Google
 - **Fecha límite para entregar la tarea: martes, 6 de julio**
- **Certificado de Finalización de Curso:**
 - Asista a las cuatro sesiones en vivo
 - Complete la tarea asignada dentro del plazo estipulado (acceso desde la página de ARSET)
 - Recibirán sus certificados aproximadamente tres meses después de la conclusión del curso de : marines.martins@ssaihq.com
- **Prerrequisitos:**
 - [Fundamentos de la Percepción Remota \(Teledetección\)](#)



2^{da} Parte- Esquema

- Presentar la resiliencia climática y las amenazas ambientales al sector energético
- Presentar ejemplos de la vida real:
 - Potencial de incendios forestales en tiempo casi real y prevención de impactos en la infraestructura energética y provisión de servicios
 - Evaluación en base a satélites de campañas de restauración de servicios eléctricos en Puerto Rico después del huracán María
 - Monitoreo de la fiabilidad de la hidroenergía en Malawi usando datos satelitales y machine learning (aprendizaje automático)





Resiliencia Climática y el Sector Energético

La Importancia de la Resiliencia

- **Resiliencia:** la capacidad de prepararse, responder y recuperarse de las interrupciones.
 - *"La resiliencia del sector energético se refiere a la capacidad de este para anticipar, prepararse y adaptarse a las condiciones cambiantes y resistir, responder y recuperarse rápidamente de las interrupciones"*.
- **Los efectos del cambio climático** requerirán el endurecimiento de la infraestructura energética para mitigar la interrupción del servicio.
 - Es probable que haya peligros más frecuentes e intensos durante más tiempo.
 - La infraestructura energética es cada vez más vulnerable, incluso si es construida para resistir condiciones históricas.
- **Los esfuerzos de resiliencia** benefician económicamente a una empresa de energía (gasto gradual planificado versus gasto grande no planificado durante un evento).
 - También existen beneficios auxiliares, como una mayor fiabilidad y diversidad del suministro de energía.



Vulnerabilidades

- **Infraestructura:**
 - Infraestructura envejecida construida para resistir amenazas y tendencias históricas (no es adecuada para las tendencias actuales y las proyecciones de las amenazas en el futuro)
 - Falta de agua de enfriamiento
 - Vegetación o tiempo/ clima que provocan interrupciones
 - Diseño de infraestructura (falta de redundancia, embotellamientos, líneas en entornos con mucho viento/ temperaturas altas)
 - Infraestructura ubicada en áreas cada vez más susceptibles a los peligros relacionados con el clima
- **Suministro inadecuado** para la demanda de generación, especialmente durante las cargas de demanda máxima (por ejemplo, olas de calor, frío extremo) que provocan caídas de tensión o apagones
- **Escasez de personal** (y personal capacitado en respuesta a desastres y preparación para emergencias) para responder a emergencias
 - Los eventos compuestos complican la preparación y la respuesta



Amenazas para el Sector Energético Relacionados con el Clima

• Eventos Catastróficos

- Derrumbes, incendios forestales, huracanes, monzones, tornados, inundaciones, tormentas (de lluvia o nieve)

• Cambios Graduales

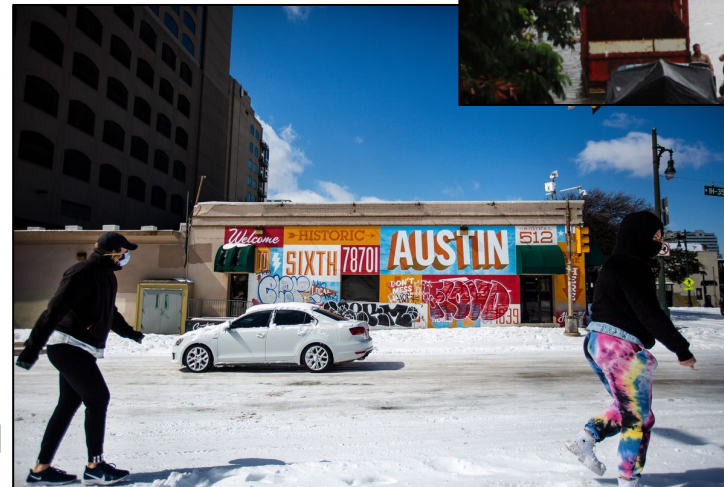
- Cambios en la cepa freática, aumento del nivel del mar, patrones de precipitación
 - Disponibilidad de agua para enfriamiento?
- Aumento de la temperatura del aire y el agua
 - Mayor demanda en las temperaturas altas, agua para enfriamiento demasiado caliente
- Cambios en los vientos
 - Incendios forestales, energía eólica



Fuente: Getty Images



Fuente: Getty Images



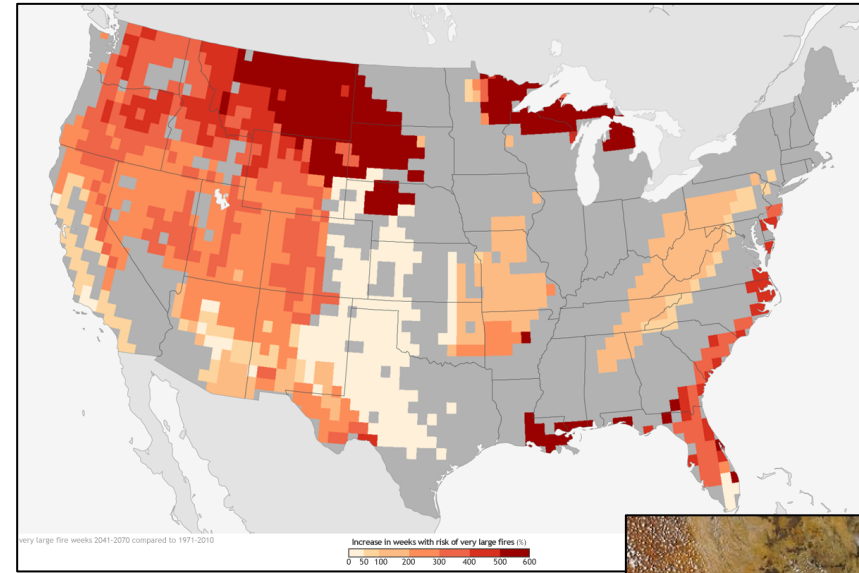
Peatones caminan por una calle cubierta de nieve el 15 de febrero de 2021, en Austin, Texas. Fuente: Montinique Monroe/Getty Images



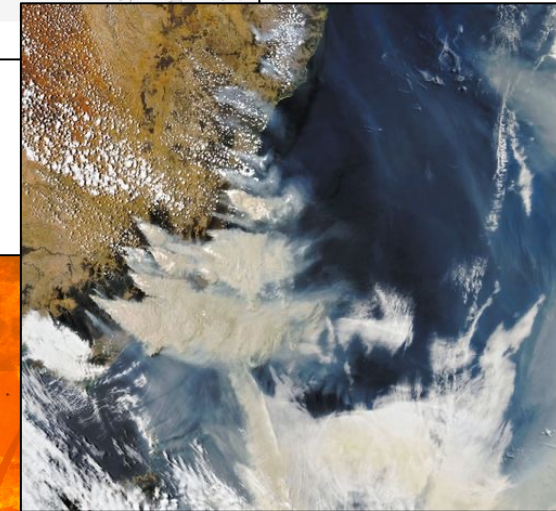
Amenazas par el Sector Energético

Ejemplo: Incendios Forestales

- En muchas regiones del mundo, se prevé que los incendios forestales duren más en áreas más amplias a medida que el clima se vuelve más cálido y seco con patrones de viento cambiantes
 - Las temporadas de incendios comienzan antes, los incendios antrópicos accidentales se propagan rápidamente
 - Incendios ocurridos en áreas previamente rurales que han experimentado un crecimiento poblacional
 - Las pérdidas por incendios forestales aseguradas a nivel mundial alcanzaron los \$ 20 mil millones de dólares en 2018
- Mitigadores:
 - Gestión de la vegetación, conductores recubiertos, drones, planificación de la resiliencia, mejor planificación del uso del suelo



El riesgo de incendios mayores podría aumentar seis veces para mediados del siglo en EE.UU. Fuente: NOAA Climate.gov



Humo sobre Australia. Fuente: Physics Today (Imagen de la NASA)



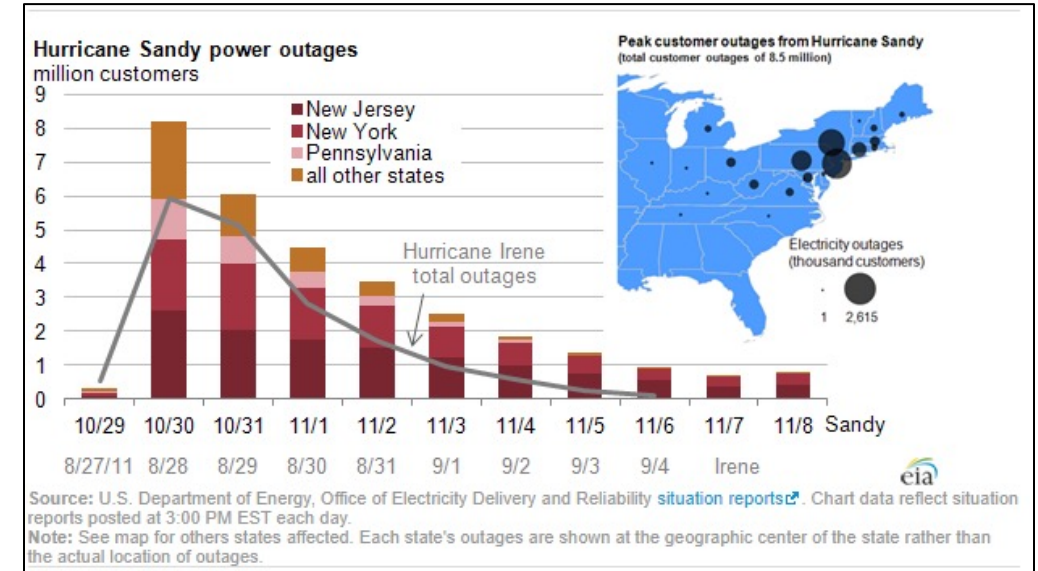
Fuente: New York Times, 10 de diciembre de 2020



Amenazas para el Sector Energético

Ejemplo: Huracanes (p.ej., La supertormenta Sandy, EE.UU.)

- La proporción de tormentas de categoría 4 y 5 se duplica o triplica según la región
 - Los vientos, las inundaciones y las marejadas ciclónicas dañan la infraestructura e interrumpen el servicio
- Huracán Sandy
 - La tormenta afectó a aproximadamente 8.5 millones de clientes en el Atlántico Medio, Noreste y el Valle del Ohio.
 - Las inundaciones, especialmente en la ciudad de Nueva York (donde la mayoría de las líneas son subterráneas), demostraron que la infraestructura de transmisión y distribución subterránea no es inmune a los daños.
- Mitigadores:
 - Equipo sumergible
 - Conversión a líneas subterráneas
 - Interruptores inteligentes



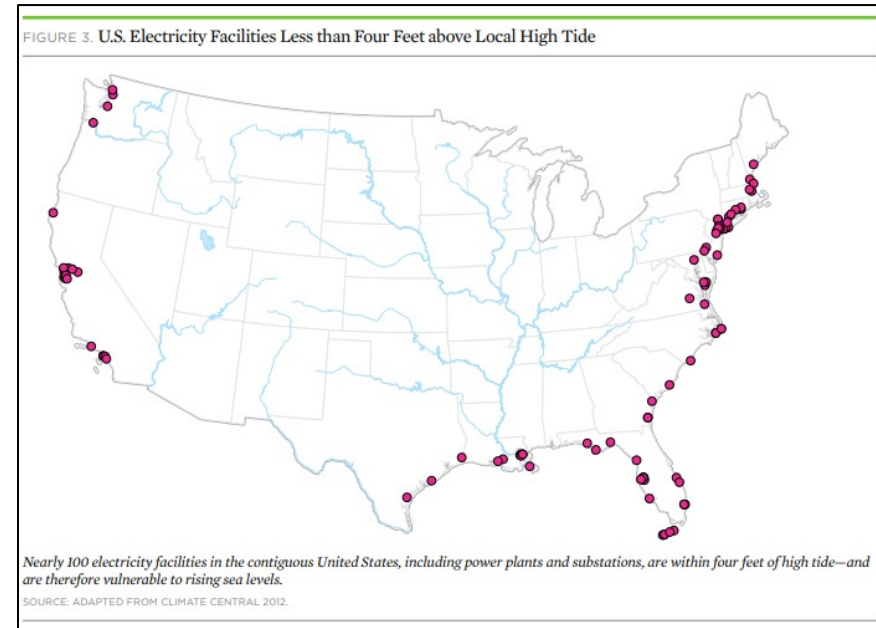
El huracán Sandy sobre la costa Este de EE.UU. Fuente: NASA, GOES-13.



Amenazas para el Sector Energético

Ejemplo: Aumento del Nivel del Mar y Marejada Ciclónica

- Se espera que el aumento del nivel del mar y las inundaciones por marejadas ciclónicas aumenten en magnitud y severidad
 - Un estudio reciente de la NASA proyecta un aumento promedio del nivel del mar de 65 pulgadas (165 cm) para el año 2100
- Las centrales eléctricas de baja altitud y la infraestructura costera corren un mayor riesgo
 - Más de 100 centrales nucleares estadounidenses, europeas y asiáticas fueron construidas a solo unos metros sobre el nivel del mar
 - Se ven amenazadas por graves inundaciones causadas por el aumento acelerado del nivel del mar y marejadas ciclónicas más frecuentes
- Mitigadores:
 - Barreras contra marejadas ciclónicas
 - Estructuras de protección costera
 - Microrredes



La planta de energía nuclear Doel en Amberes, Bélgica.
Fuente: Hakai Magazine, August 21, 2018.



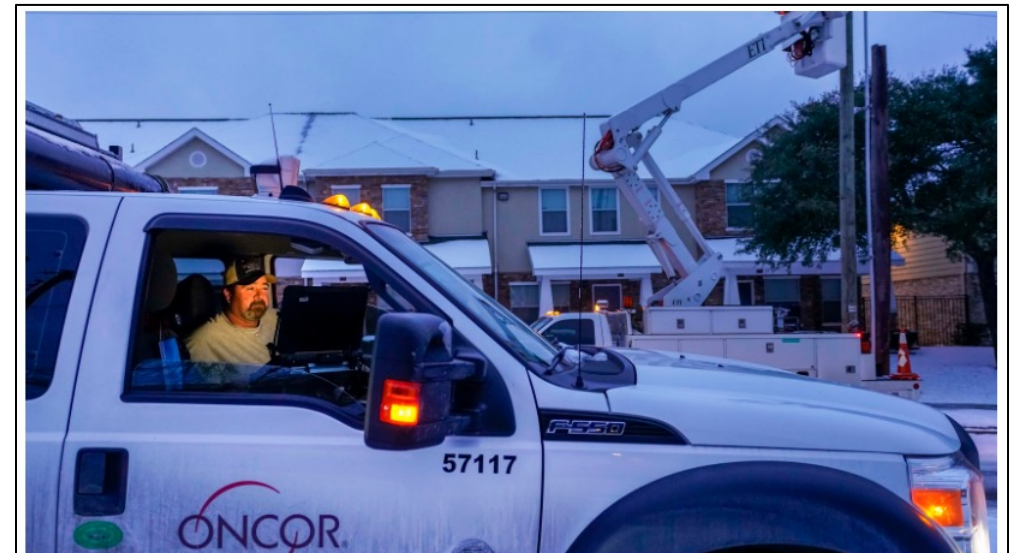
Amenazas para el Sector Energético

Ejemplo: Tiempo Invernal Severo

- Aparte del aumento de la prevalencia y la gravedad de los eventos catastróficos, el rango geográfico se expandirá
 - Febrero de 2021: históricas nevadas y hielo en Texas que dejan a millones sin electricidad y provocan la pérdida de vidas debido a las gélidas condiciones.
 - En invierno de 2017: Europa enfrentó una escasez de carga eléctrica después de un frío extremo que aumentó la demanda residencial
- Mitigadores:
 - Vincular la red de Texas con otras en el Medio Oeste
 - Mantener diversas fuentes de energía (por ejemplo, en Europa)
 - Equipo de preparación para el invierno para soportar temperaturas bajo cero



Fuente: CBS, Dallas/Fort Worth, 2021.



Un equipo de Oncor trabaja para restaurar la luz después de la tormenta invernal en Texas. Fuente: Smiley N. Pool/Staff Photographer/Dallas Morning News



Amenazas para el Sector Energético

Ejemplo: Sequía y Aridificación en África

- Energía hidroeléctrica: promedio del 17% de la generación de electricidad en África; más del 80% en ciertos países
 - Se espera que África meridional y oriental más que dupliquen su capacidad hidroeléctrica para 2030
 - Impactos en la disponibilidad de agua → mayor potencial de apagones y escasez
 - Ejemplo: escasez de agua en Ciudad del Cabo para beber y generar energía entre 2015 y 2018
- Mitigadores:
 - Medidas suaves: regulaciones para mejorar la gestión de los recursos hídricos, medidas de confianza incentivadas, uso de modelos para predecir condiciones climáticas y meteorológicas cambiantes en la planificación y financiación de nuevos proyectos.
 - Medidas difíciles: aumento de la capacidad de reservorios, control de sedimentos, aumento de la altura de represas



La represa hidroeléctrica en Costa de Marfil. Fuente: The Independent, 30 de agosto de 2018



Bajos niveles de agua en la represa Theewaterskloof, Sudáfrica Africa. Fuente: Universidad de Birmingham



Amenazas para el Sector Energético

Ejemplo: Monzones y Tifones en Asia

- Los tifones se intensificaron entre un 12 y un 15 por ciento en los últimos 40 años, lo que afecta la generación de energía renovable y de combustibles fósiles.
 - Las inundaciones/ precipitaciones aumentarán un 10% en algunas áreas para el año 2030
- En India, los monzones impactan la generación de energía y la demanda de energía
 - Temporada de monzones: vientos fuertes, lluvias intensas, temperaturas más bajas → menor demanda de energía + menor generación de energía solar, mayor generación de energía eólica
 - Temporada seca: viento bajo, temperaturas más altas → alta demanda de energía + mayor energía solar, menor generación de viento
- Mitigadores:
 - Medidas suaves: uso de modelos para predecir condiciones climáticas y meteorológicas cambiantes en la planificación de la oferta/ demanda, incentivos y regulaciones para mejorar la gestión
 - Medidas estrictas: mezcla de generación más diversa: fuentes de energía que siguen la demanda para mantener el equilibrio entre oferta y demanda (energías renovables combinadas con otras fuentes), bombas de desagüe para energía hidroeléctrica, inspecciones de compuertas de aliviadero, uso de baterías para almacenar energía



Inundación causada por un monzón en Bangladesh. Fuente: Phys.org, 14 de julio de 2020.



Paneles solares instalados en Bombay, India. Fuente: Getty Images.



Amenazas para el Sector Energético

Ejemplo: Derrumbes en América Latina

- América Latina está cerrando la brecha de acceso a la energía pero enfrenta nuevos desafíos debido al cambio climático
 - Tormentas extremas, huracanes y lluvias más intensas que causan un mayor riesgo de deslizamientos de tierra e inundaciones, que afectan la infraestructura energética, como líneas eléctricas o sitios hidroeléctricos.
 - Otras partes de América Latina se enfrentan a la sequía, con otros impactos en la infraestructura energética, como la escasez de agua para la generación de energía hidroeléctrica
- Mitigadores:
 - Medidas suaves: uso de modelos para predecir el riesgo de deslizamientos de tierra / sequía e identificar la infraestructura en riesgo
 - Medidas estrictas: cartera de fuentes de energía más diversa, incluidas las energías renovables



El proyecto hidroeléctrico Ituango en Colombia, valorado en \$4 mil millones, fue azotado por dos derrumbes significantes en 2018. Fuente: bnamericas, 28 de mayo de 2018.



Derrumbes después de la tormenta Eta en Guatemala. Fuente: The Guardian, 7 de noviembre de 2020.



¿Cómo Se Ve la Resiliencia?

- Flexibilidad para reasignar recursos (personal, fondos, suministros)
- Preparación (a través de infraestructura y equipo, contratación de personal, capacitación, reservas de dinero etc.) para eventos catastróficos y cambios graduales a lo largo del tiempo
- Diversificación de fuentes de generación según el tipo y ubicación de fuentes
- Microrredes
- Líneas de distribución subterráneas y el fortalecimiento de líneas de alta tensión
- Elevación de subestaciones



Portable flood-mitigation equipment surrounds a Duke Energy Corp. substation in North Carolina following Hurricane Florence. Duke Energy



Entergy Corp. elevated a substation in Texas that was damaged during Hurricane Harvey. Entergy



Esfuerzos para la Resiliencia al Clima en el Sector Energético

- Endurecimiento de Redes
 - ConEd - \$1 mil millones para endurecimiento en caso de tormentas después del Huracán Sandy
 - Florida Power & Light (FPL) – Fortaleció su infraestructura después del Huracán Wilma en 2005
- Opciones No Relacionadas con Cables
 - Cambios en la generación (FPL)
 - Baterías
 - Microrredes y energía distribuida
 - Gestión ambiental – humedales
- Mitigación de Incendios Forestales
- Mayor acceso a financiamiento para infraestructura de energía verde
- ***Datos disponibles, accesibles y accionables para informar decisiones sobre la resiliencia al clima***

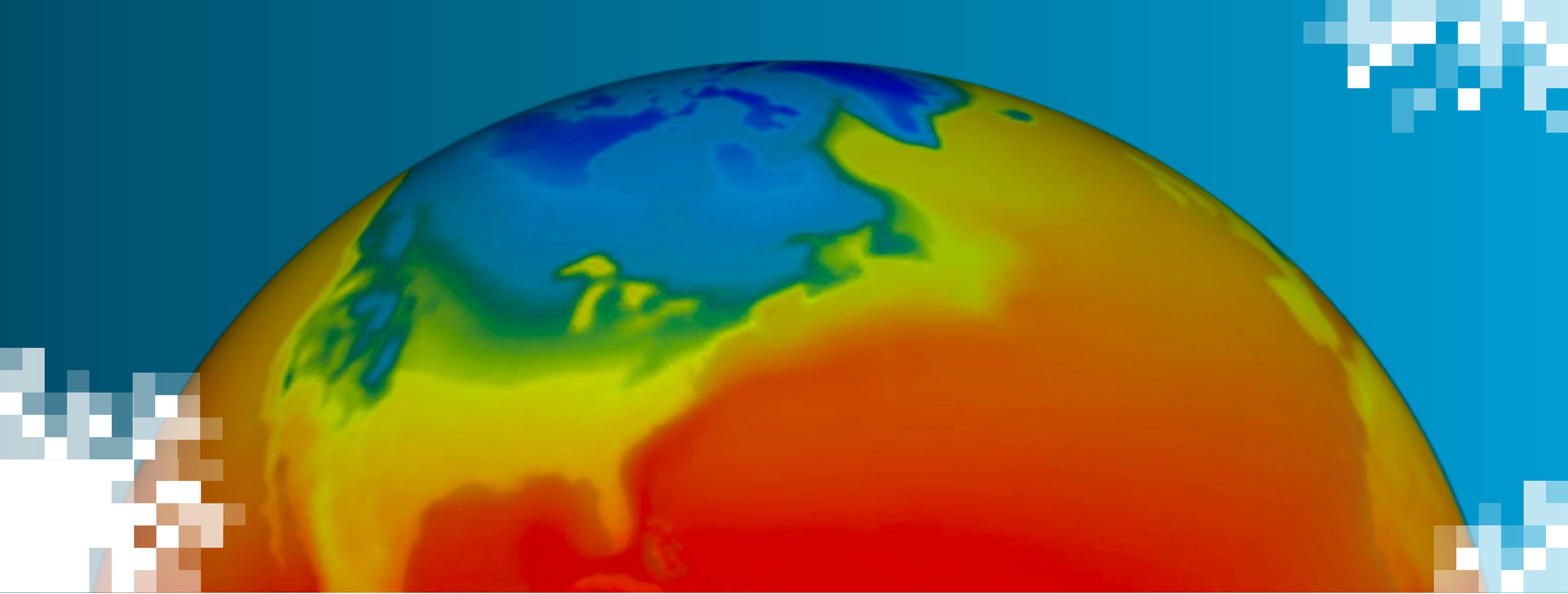


Parque eólico Hornsdale, Australia, Fuente: Consolidated Power Projects



Planta generadora a gas AES Huntington Beach. Foto de Paul Bersebach, Fuente: Orange County Register/SCNG

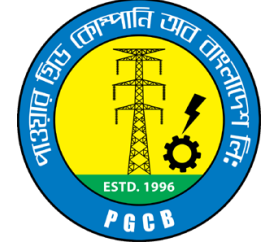




¿Cómo Pueden las Herramientas de la NASA
Promover la Resiliencia Energética?
Ejemplos Ilustrativos

Uso de Datos de la Observación de la Tierra por Parte de las Centrales Eléctricas

- **PG&E:** Medición de la subsidencia del suelo en el área de servicio
- **India Lights:** Luces nocturnas (NTL vía DMSP-OLS), planificación de la electrificación rural, datos históricos
- **Power Grid Company of Bangladesh:** Planificación de la ruta de las líneas de transmisión
- **Powerhive East Africa, Ltd.:** Selección de sitios para microrredes
- **India Central Electricity Authority:** Uso de información sobre el uso y la geología del suelo
- **Isagen Productive Energy:** Restauración del paisaje
- **Kenya Electricity Generating Company:** Puntos de calor geotérmico
- **Sistema de Interconexión Eléctrica para Países de América Central:** Estudios de impacto ambiental y geotécnicos
- **Energisa:** Gestión de la vegetación, condiciones meteorológicas
- **Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.:** Pronósticos meteorológicos



powerhive



ETEJA
Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.



KenGen
Energy for the nation



Potencial de Incendios Forestales en Tiempo Casi Real y Prevención de Impactos en la Infraestructura Energética y la Provisión de Servicios

- **Problema:**

- Un sistema de detección de incendios para mitigar fallas en los cables (corriente anormal)

- **Solución:**

- Sistema de alerta e incendios móvil iniciado en 2004 en Sudáfrica
- Datos:
 - MODIS (Satélites NASA Aqua y Terra)
 - Latencia de 1 hora, alta resolución espacial, 4 veces al día
 - Puede detectar incendios en llamas y humeando $<1 \text{ km}^2$
- Sensor “Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager” (SEVERI) (Meteosat 2^{da} Generación)
 - Datos cada 15 minutos, resolución espacial baja
- Datos a nivel del suelo sobre la infraestructura



Figure 1: A cane fire causes a flashover on an electricity transmission line in South Africa [photo courtesy of R. Evert, Eskom]



Potencial de Incendios Forestales Casi en Tiempo Real y Prevención de Impactos en la Infraestructura Energética y la Provisión de Servicios

- **Solución:**

- Una notificación de incendio enviada por SMS a los supervisores de campo de Eskom
- Alta credibilidad de las alertas de incendios, aunque se observaron algunas detecciones erróneas cuando el algoritmo de detección de incendios estaba en sus etapas iniciales.
- A veces, los incendios no se detectaron: el fuego era demasiado pequeño, demasiado frío, o quemaba fuera de la ventana temporal de MODIS
- Se encontró que los datos de MSG eran más útiles, ya que la resolución temporal era mayor
- Casos únicos en los que el fuego no fue detectable: fuegos de cañaverales que comienzan en las primeras horas de la mañana
- Aportes de las partes interesadas: supervisores y propietarios de Eskom

- **Beneficio:** las EO se pueden utilizar para monitorear incendios forestales casi en tiempo real



Ejemplo de un mensaje de texto enviado a un celular en Sudáfrica. Fuente: Davies et al., 2008



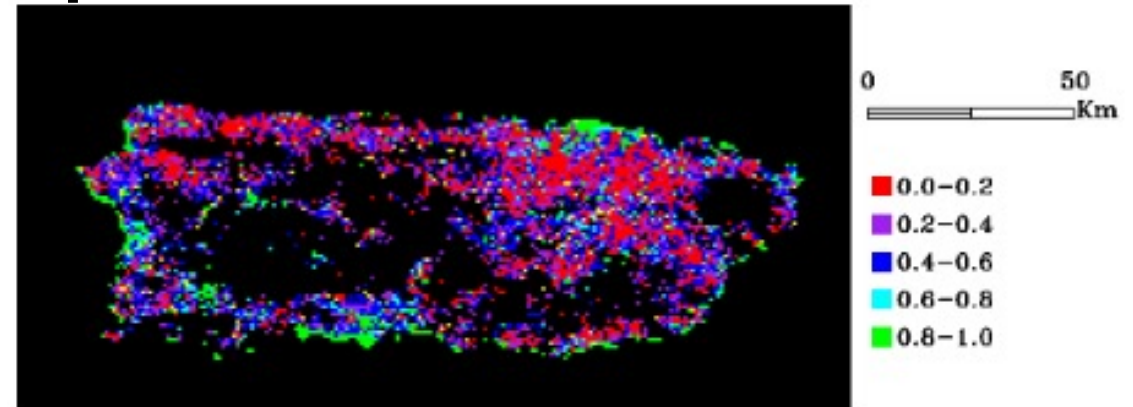
Evaluación Basada en Satélites de los Esfuerzos de Restauración de la Electricidad después del Huracán María

- **Problema:**
 - La necesidad del monitoreo oportuno y preciso de apagones y la restauración de la energía eléctrica en Puerto Rico (PR) después del huracán María en 2017
- **Solución:**
 - El uso de datos de luces nocturnas (NTL) para monitorear las campañas de restauración de la energía eléctrica
 - Datos y Herramientas:
 - Producto de luces nocturnas Black Marble, imágenes a nivel de vecindad
 - Sensor de banda Diurna/Nocturna del Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) etc.
 - Minimización de luces extrañas y sesgos

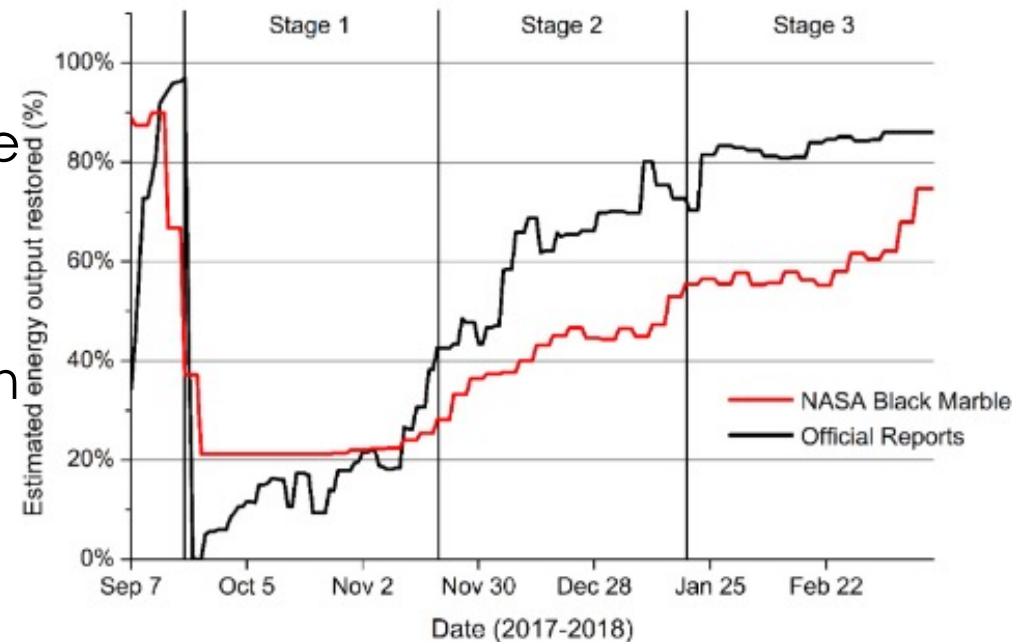


Evaluación Basada en Satélites de los Esfuerzos de Restauración de la Electricidad Después del Huracán María

- Observaciones del monitoreo de la restauración de servicios eléctricos vía Black Marble
 - Una reducción de luces nocturnas del 80% después del huracán María
 - En el 90% de los municipios, PR siguió el protocolo de recuperación
 - Los apagones de duración larga (>120 días) ocurrieron con mayor frecuencia en áreas rurales
 - Las diferencias en la restauración de servicios en las mismas áreas urbanas se debieron a la densidad poblacional, según el plan de recuperación
- Recuperación Post-Huracán:
 - Las luces nocturnas informaron, sirvieron para hacerle un seguimiento a la restauración de servicios eléctricos informada por la central estatal



The percent of normal NTL power outage spatial extent. The NTL on September 30 is used for post hurricane. Fuente: Román et al., 2019



Productos satelitales de NTL con informes oficiales de la generación de electricidad después del huracán María en PR ($R=0.839$, $SE=0.1601$, $P<0.0001$, $n=195$ días. Fuente: Roman et al., 2019



Evaluación Basada en Satélites de los Esfuerzos de Restauración de la Electricidad Después del Huracán María

- Además del producto estándar de Black Marble, producto de alta definición (HD) en proceso
 - Las imágenes HD se podrán ver en Google Earth Engine, fecha de lanzamiento por determinar
- Capacitación de ARSET aparte sobre Black Marble disponible [aquí](#)
- Beneficio: Black Marble se puede utilizar para monitorear la restauración de energía en un área grande, complementando los esfuerzos en el suelo

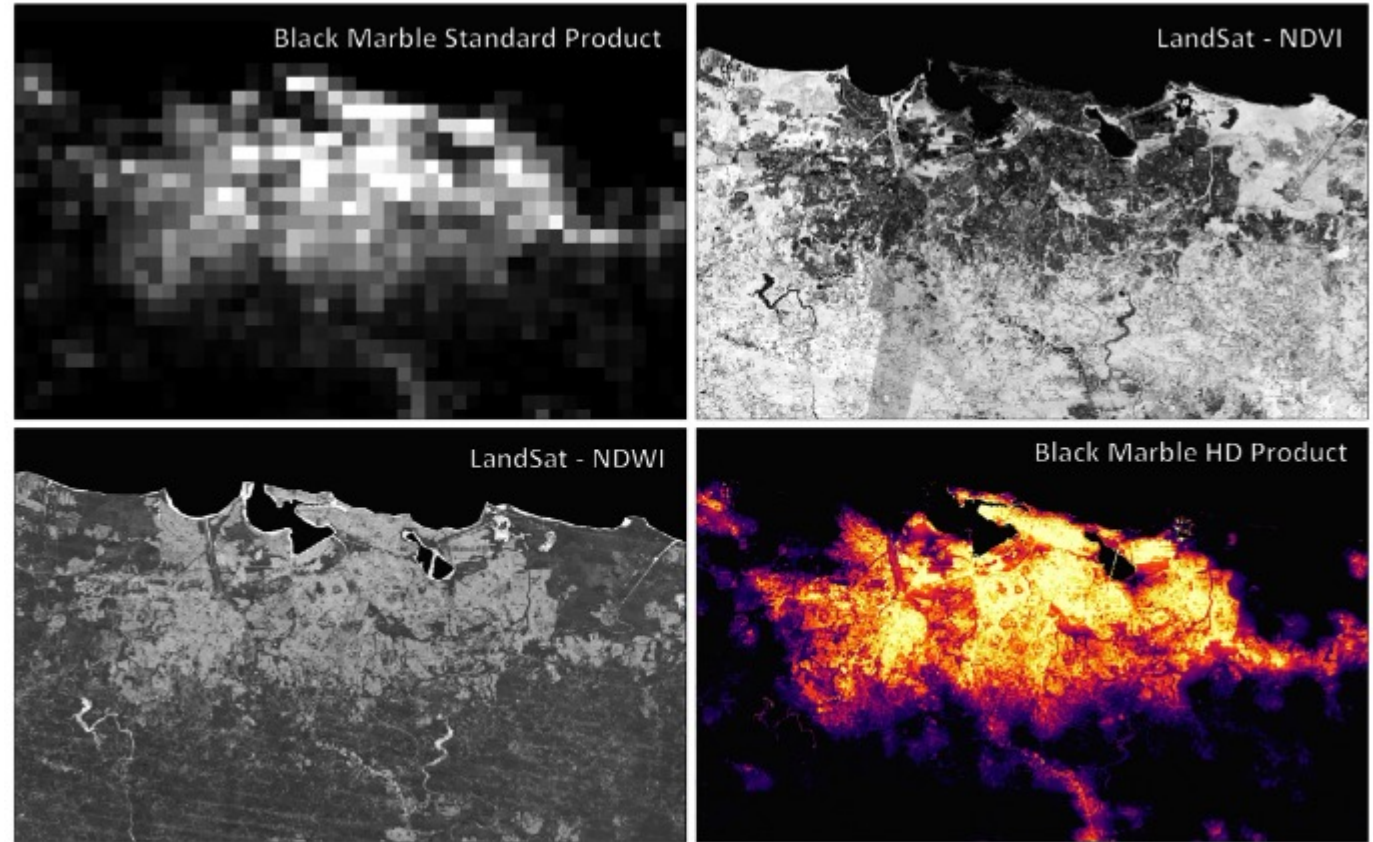


Fig 1. Data inputs for the production of the Black Marble HD Product to measure Puerto Rico neighborhood level electricity access. (Top right) 500m Black Marble VNP46 product (Top left) Landsat 8/Sentinel 2 NDVI (Bottom left) Landsat 8/ Sentinel 2 NDWI (Bottom right) Black Marble HD 30m Product.

Fuente: Roman et al., 2019



Modelado de la Fiabilidad de la Hidroelectricidad en Malawi Usando Datos Satelitales y Machine Learning

- **Problema:**
 - La dependencia casi exclusiva de la energía hidroeléctrica y los extremos hidroclimáticos (retraso en la temporada de lluvias, sequía, inundaciones) provocan caídas de tensión, apagones y pérdida de carga.
- **Solución:**
 - El marco energía-clima-agua que incluye datos de teledetección, observaciones de campo y aprendizaje automático (machine learning)
 - Modelo para comprender el impacto de los extremos secos/ húmedos en el uso de electricidad
 - Uso de aprendizaje automático e imágenes satelitales para llenar las lagunas de datos
 - Datos (acceso vía Google Earth Engine):
 - TOPEX/POSEIDON
 - OSTM/Jason, VIIRS, MODIS, TMPA, AMSR-E
 - Luces nocturnas (NTL)

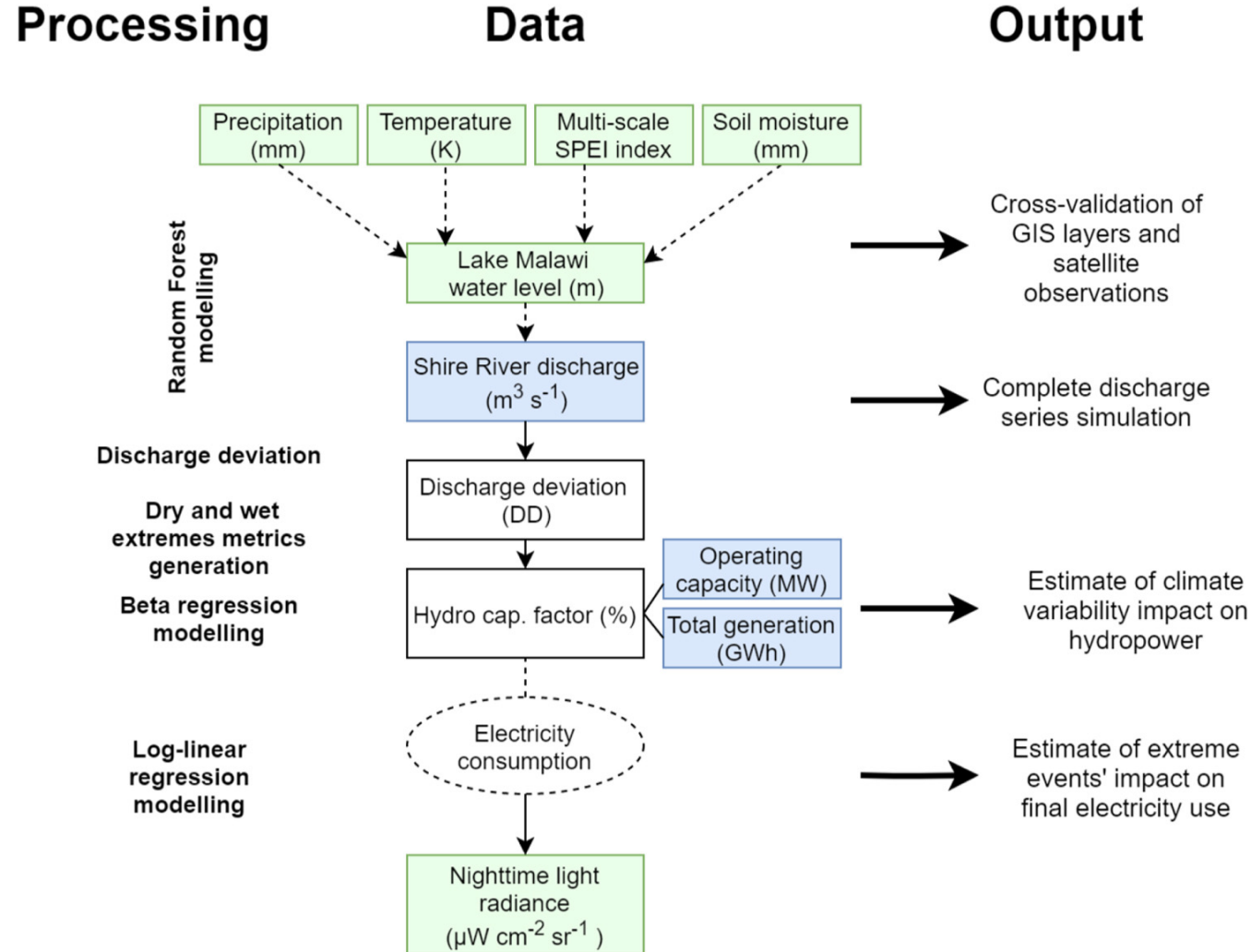


Mapa de recursos hidroeléctricos en Malawi. Fuente: Falchetta et al., 2020



Modelado de la Fiabilidad de la Hidroelectricidad en Malawi Usando Datos Satelitales y Machine Learning

El sombreado verde denota conjuntos de datos de teledetección o geoprocesados, disponibles abiertamente y actualizados periódicamente; el sombreado azul denota variables de calibre de campo, que se utilizan para validar el modelo; el sombreado blanco se refiere a variables calculadas mediante una combinación de fuentes de datos de entrada; Las flechas discontinuas indican un proceso de simulación llevado a cabo para llenar los vacíos en la serie de tiempo, mientras que los cuadros discontinuos representan variables aproximadas no observadas.

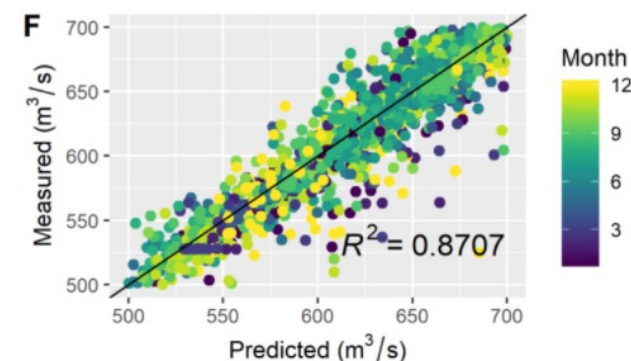
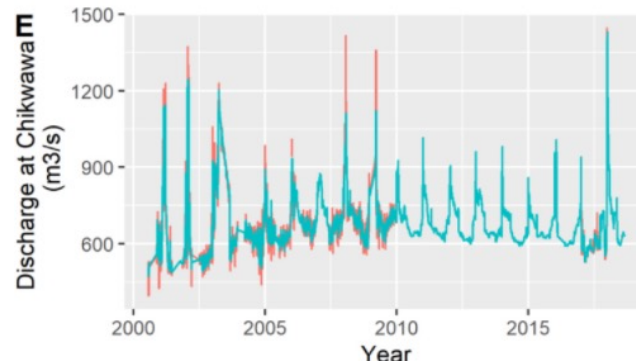
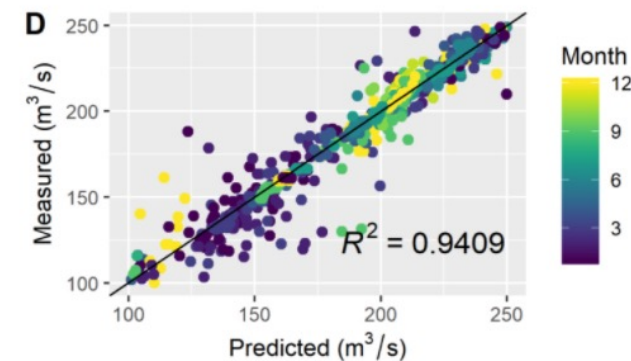
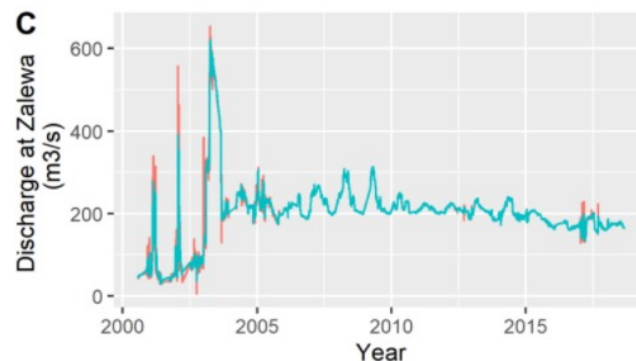
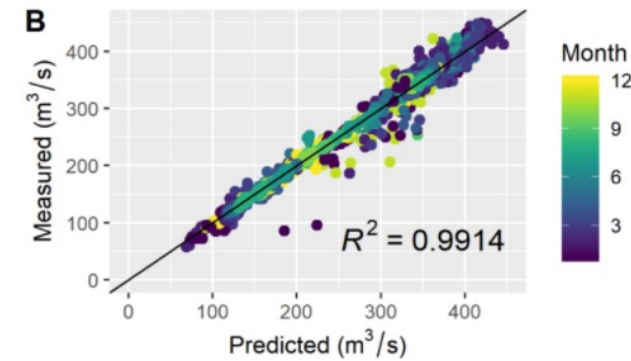
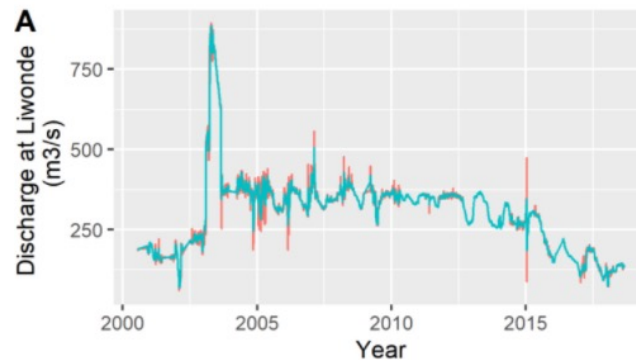


Falchetta, G., Kasamba, C., & Parkinson, S. C. (2020). Monitoring hydropower reliability in Malawi with satellite data and machine learning. *Environmental Research Letters*, 15(1).



Modelado de la Fiabilidad de la Hidroelectricidad en Malawi Usando Datos Satelitales y Machine Learning

- Hallazgos notables del modelo:
 - Los datos satelitales tenían un poder explicativo casi completo del nivel del agua en el lago Malawi
 - Se encontró que los extremos secos reducen las NTL en áreas urbanas en un 31% y hasta en un 150% en algunas áreas de Malawi
 - Factor de capacidad hidroeléctrica reducido en un 9,4% durante los extremos secos
 - Los extremos húmedos no están asociados con una reducción de NTL
- Beneficio: el modelado y las EO se pueden utilizar para llenar con precisión los vacíos de datos



Comparación y evaluación estadística de descarga modelada y medida en Liwonde (a), (b), Matope (c), (d) y (e), (f). Paneles izquierdos: representación de series temporales. Paneles derechos: diagramación y resultados de R^2 del análisis de regresión Random Forest.. Fuente: Falchetta et al., 2020

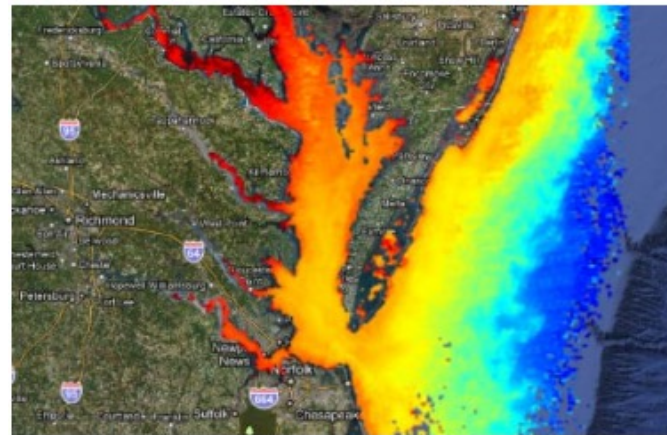


Tendencias en las EO para la Gestión Energética en el Futuro

- Acceso a datos abierto, más fácil y mayor interoperabilidad
- Imágenes hiperespectrales
- Machine learning/Inteligencia artificial
- Un aumento de observaciones de la tierra de satélites incluso de servicios privados
 - Drones en la recolección de datos
- El uso de EOs para monitorear la energía verde/renovable
 - Disminución del impacto del sector energético sobre el cambio climático



Fuente: Igor Ivanov, AgFunder, 2017



Hyperspectral Imagery of U.S. East Coast (by NOAA)



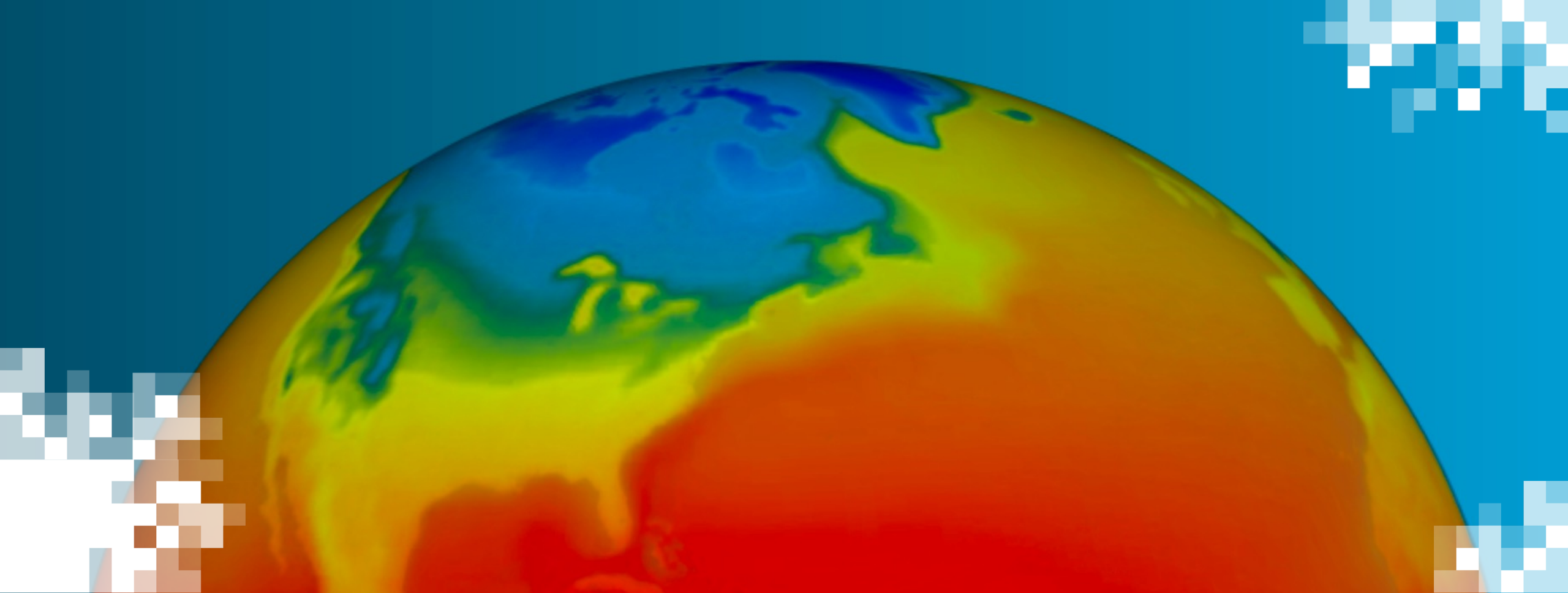
Cortesía de Brandi Jewett, Grand Forks Herald



Vacíos de Datos y Limitaciones para la Toma de Decisiones Sobre la Gestión Energética

- Se necesitan más datos en tiempo real y modelos de pronóstico
 - Idealmente, modelos que miren 100 años en el futuro
- Herramientas que predicen el riesgo (incendios, flujos de escombros)
- Resolución más fina, latencia más baja, frecuencia más alta
- Productos para el manejo de la vegetación (salud de los árboles, árboles muertos, invasión)
- Para los datos que no son de código abierto, el costo puede ser prohibitivo
 - La creación de algoritmos requiere recursos dentro de la empresa de electricidad o a través de un administrador de terceros
- Tutoriales para incorporar las EO de la NASA en modelos de las empresas de energía o la toma de decisiones para la gestión energética o la resiliencia





Para Concluir

Resumen

- La necesidad de una infraestructura y planificación de energía resiliente aumentará a medida que cambie el clima
 - La red eléctrica debe adaptarse a cambios graduales en el clima, así como a eventos climáticos severos.
- Las vulnerabilidades del sector energético incluyen la falta de agua para el enfriamiento, la escasez de personal, el envejecimiento de la infraestructura y otras.
- Hay muchas formas en las que una empresa de servicios públicos puede prepararse para condiciones extremas, incluso subestaciones elevadas, endurecimiento por tormentas y diversificación fuentes de generación.
- Los investigadores y las empresas de servicios públicos han utilizado datos de la NASA para comprender cómo hacer que el suministro de electricidad sea más confiable/ menos propenso a cortes



Datos de Contacto y Recursos Adicionales

- Equipo de Estudio de Battelle
 - Natasha Sadoff, Amy Leibrand, Meredith Fritz, Tanya Maslak
 - sadoffn@battelle.org
- ARSET
 - Ana Prados y Brock Blevins
 - aprados@umbc.edu, brock.blevins@nasa.gov
- [StoryMap](#) con recursos de la NASA para entes generadores de electricidad
- Electric Power Research Institute (EPRI)
 - [Eyes in the Sky: Satellite Remote Sensing and Data Analytics for Electric Utilities](#)



Referencias para Estudios de Caso

- Davies, D. K., Vosloo, H. F., Vannan, S. S., & Frost, P. E. (2008, February). Near real-time fire alert system in South Africa: from desktop to mobile service. In *Proceedings of the 7th ACM conference on designing interactive systems* (pp. 315-322).
- Falchetta, G., Kasamba, C., & Parkinson, S. C. (2020). Monitoring hydropower reliability in Malawi with satellite data and machine learning. *Environmental Research Letters*, 15(1), 014011.
- Román, M. O., Stokes, E. C., Shrestha, R., Wang, Z., Schultz, L., Carlo, E. A. S., ... & Enenkel, M. (2019). Satellite-based assessment of electricity restoration efforts in Puerto Rico after Hurricane Maria. *PloS one*, 14(6), e0218883.
- Wang, Z., Román, M. O., Sun, Q., Molthan, A. L., Schultz, L. A., & Kalb, V. L. (2018). Monitoring disaster-related power outages using NASA black marble nighttime light product. *ISPRS Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci*, 1853-1856.



Otras Referencias

- In the Wake of the Great Winter Storm, How Can Texas Create a More Resilient Power Grid?
 - <https://news.utexas.edu/2021/03/12/in-the-wake-of-the-great-winter-storm-how-can-texas-create-a-more-resilient-power-grid/>
- Texas Winter Storm: What to Know
 - <https://www.nytimes.com/2021/02/20/us/texas-winter-storm-explainer.html>
- ‘We know this is hard’: 1.7 million homes remain dark as ERCOT continues to restore power
 - <https://www.dallasnews.com/news/weather/2021/02/17/widespread-power-outages-continue-as-north-texans-endure-second-winter-storm-warming/>
- Entire State Of Texas Under Winter Storm Warning, Federal Emergency Declaration Approved
 - <https://dfw.cbslocal.com/2021/02/14/entire-state-of-texas-under-winter-storm-warning/>
- How Wildfires Have Sparked Change In The Power Industry
 - <https://theonebrief.com/how-wildfires-have-sparked-change-in-the-power-industry/>
- Out of Control: The Impact of Wildfires on our Power Sector and the Environment
 - <https://www.energypolicy.columbia.edu/research/testimony/out-control-impact-wildfires-our-power-sector-and-environment>
- Power Sector Resilience Guidebook
 - <https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/73489.pdf>
- Hornsdale Wind Farm Battery Energy Storage System
 - <http://www.conpower.com.au/our-projects/hornsdale-wind-farm-battery-energy-storage-system>
- Coastal power plants get dramatic upgrades, but how do they fit with California's renewable energy future?
 - <https://www.ocregister.com/2018/12/06/coastal-power-plants-get-dramatic-upgrades-but-how-do-they-fit-with-californias-renewable-energy-future/>



Otras Referencias

- Pacific Gas and Electric Company Climate Change Vulnerability Assessment and Resilience Strategies
 - https://www.pgecurrents.com/wp-content/uploads/2016/12/PGE_climate_resilience_report.pdf
- Texas Musicians on How They're Making It Through the Deep Freeze
 - <https://www.rollingstone.com/music/music-country/texas-musicians-winter-storm-freeze-power-1130593/>
- California wildfires have burned an area almost the size of Connecticut
 - <https://www.cnn.com/2020/09/14/us/california-wildfires-monday/index.html>
- Soaked substations trip up post-hurricane power restoration
 - <https://www.eenews.net/stories/1060100456>
- Regulations and standards: What it takes for utility vegetation managers to comply with state, county and municipal laws
 - <https://www.tdworld.com/vegetation-management/regulations-standards>
- Raytheon will Build NASA's First GEO Hyperspectral Imager
 - <https://www.satellitetoday.com/imagery-and-sensing/2019/08/26/raytheon-will-build-nasas-first-geo-hyperspectral-imager/>
- Workshop explores potential of machine learning for Earth observation and prediction
 - <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2020/workshop-explores-potential-machine-learning-earth-observation-and>
- Remote Sensing Market Map: 20 Remote Sensing Startups and the Varied Data That Fuels Them
 - <https://agfundernews.com/remote-sensing-market-map.html>
- Why, and how, utilities should start to manage climate-change risk
 - <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/why-and-how-utilities-should-start-to-manage-climate-change-risk#>





¿Preguntas?





¡Gracias!

