

El Monitoreo de Tormentas Tropicales para la Preparación en Casos de Emergencia

Amita Mehta

3 de mayo de 2018



Objetivos de la capacitación

- Identificar datos por teledetección y herramientas relevantes a las tormentas tropicales
- Monitorear las condiciones antes, durante y después de una tormenta utilizando datos por teledetección
- Entender cómo se puede usar datos por teledetección en la toma de decisiones



Esquema del Curso

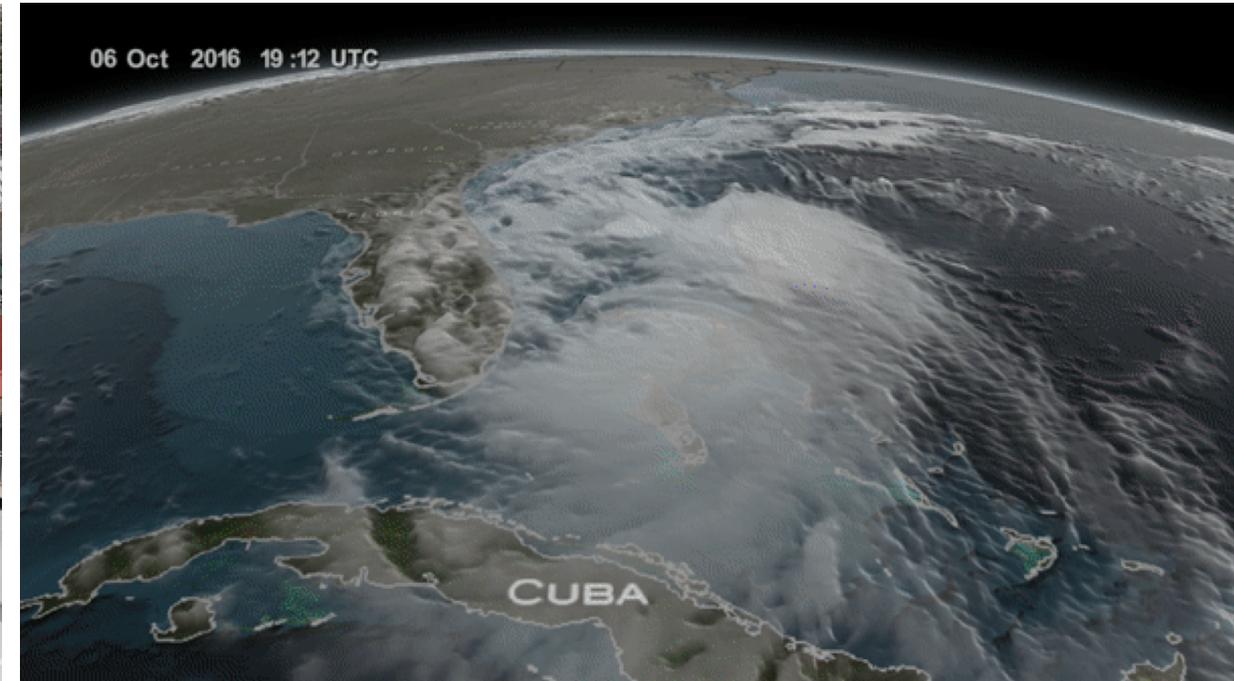
3 de mayo

Acerca de las Tormentas Tropicales y Sus Impactos



10 de mayo

El Monitoreo de las Condiciones durante y después de las Tormentas



En esta animación, el huracán Matthew recorre la costa este de EEUU desde Florida hasta Carolina del Sur y Carolina del Norte. El 8 de octubre de 2016, Matthew (todavía un huracán categoría 2) descarga cantidades masivas de lluvia a lo largo del sudeste empapando a los estados de Carolina del Norte y Carolina del Sur.



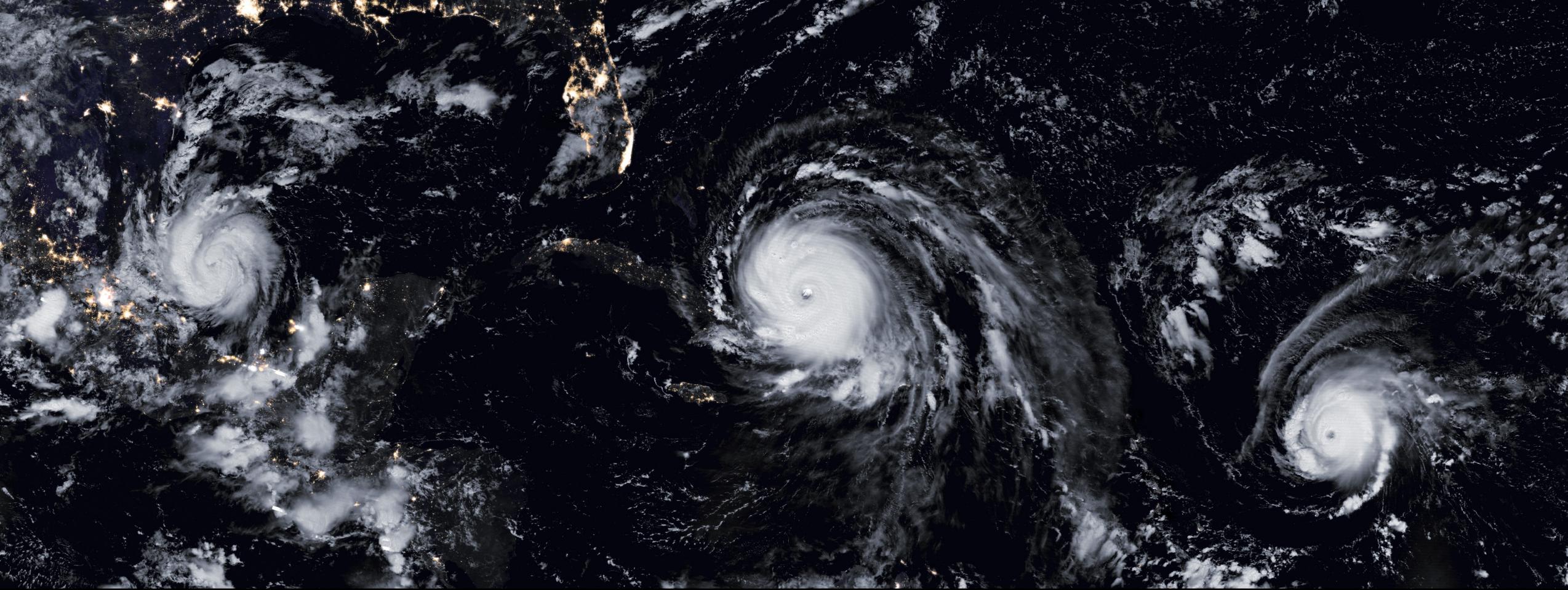
Tarea y Certificados

- La tarea estará disponible después de la Sesión 1 y la Sesión 2 en <https://arset.gsfc.nasa.gov/water/webinars/>
- **Debe enviar sus respuestas vía Google Form**
- Certificado de Satisfacción:
 - Asista a ambas sesiones en línea
 - Complete la tarea asignada antes del plazo estipulado (el 31 de mayo de 2018)
 - Recibirá su certificado aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: marines.martins@ssaihq.com

Esquema para la Sesión 1

- Acerca de ARSET
- Acerca de las Tormentas Tropicales
- Impactos de las Tormentas Tropicales
- Preparación en caso de Emergencias antes de una Tormenta
- El Monitoreo de Tormentas Inminentes con Datos por Teledetección y de Datos de Modelos de Sistemas Terrestres y Herramientas de la NASA
 - Datos : presión al nivel del mar, pronóstico de la velocidad del viento, precipitación, humedad del suelo, topografía, población e infraestructura
 - Herramientas: Worldview, Giovanni, GDACS
- Ejercicio: Monitorear una Tormenta





Acerca de ARSET

NASA Applied Remote Sensing Training Program (ARSET)

(Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada de la NASA)

<http://arset.gsfc.nasa.gov/>

- **Misión: Empoderar a la comunidad mundial a través de la capacitación de teledetección**
- Un equipo de 15 científicos de la NASA, estudiantes y demás personal de apoyo en 3 instalaciones de la NASA
- Parte del Programa de Ciencias Aplicadas/Fortalecimiento de Capacidad de la NASA
- Público objetivo: formuladores de políticas y profesionales ambientales en los sectores público y privado

Temas de las Capacitaciones de ARSET



Formatos de Capacitaciones ARSET



En Línea

- En vivo y grabadas
- 4 a 6 horas de instrucción
- Las capacitaciones avanzadas incluyen el procesamiento de imágenes

En-Persona

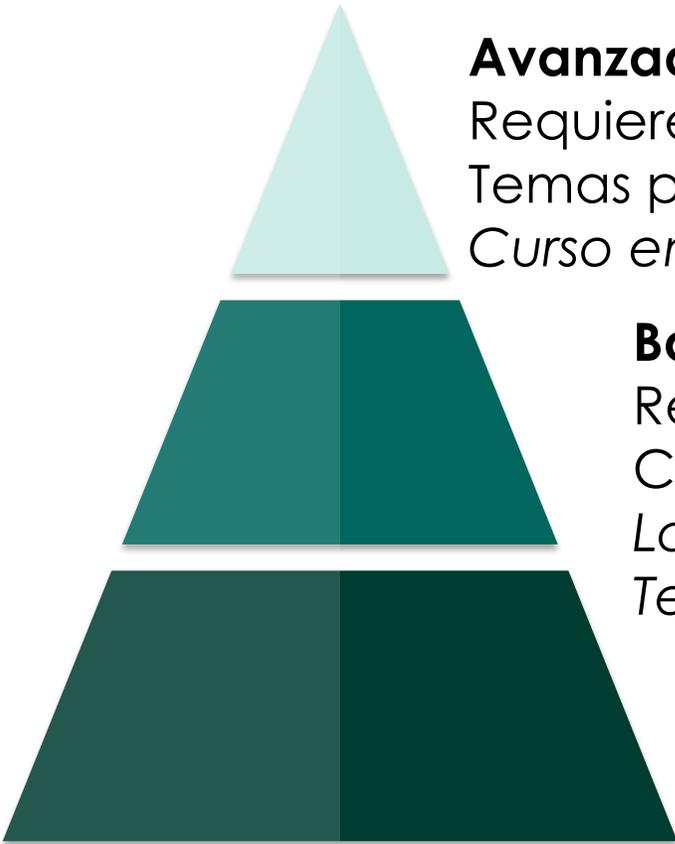
- 2 a 7 días de duración
- Se realizan en un laboratorio de computación
- Mezcla de presentaciones y ejercicios
- Estudios de caso localmente relevantes

Para los Capacitadores

- Cursos en línea y manuales de capacitación
- Para organizaciones que deseen desarrollar un programa de capacitación de teledetección



ARSET- Niveles de Capacitación



Avanzado (Nivel 2)

Requiere capacitación nivel 1 o conocimiento equivalente

Temas profundizados y enfocados

Curso en Línea Avanzado: La Teledetección de Sequías

Básico (Nivel 1)

Requiere capacitación nivel 0 o conocimiento equivalente

Cubre aplicaciones específicas

La Gestión de Recursos Hídricos Usando Datos de las Ciencias

Terrestres de la NASA

Fundamentos (Nivel 0)

No presupone ningún conocimiento acerca de la teledetección

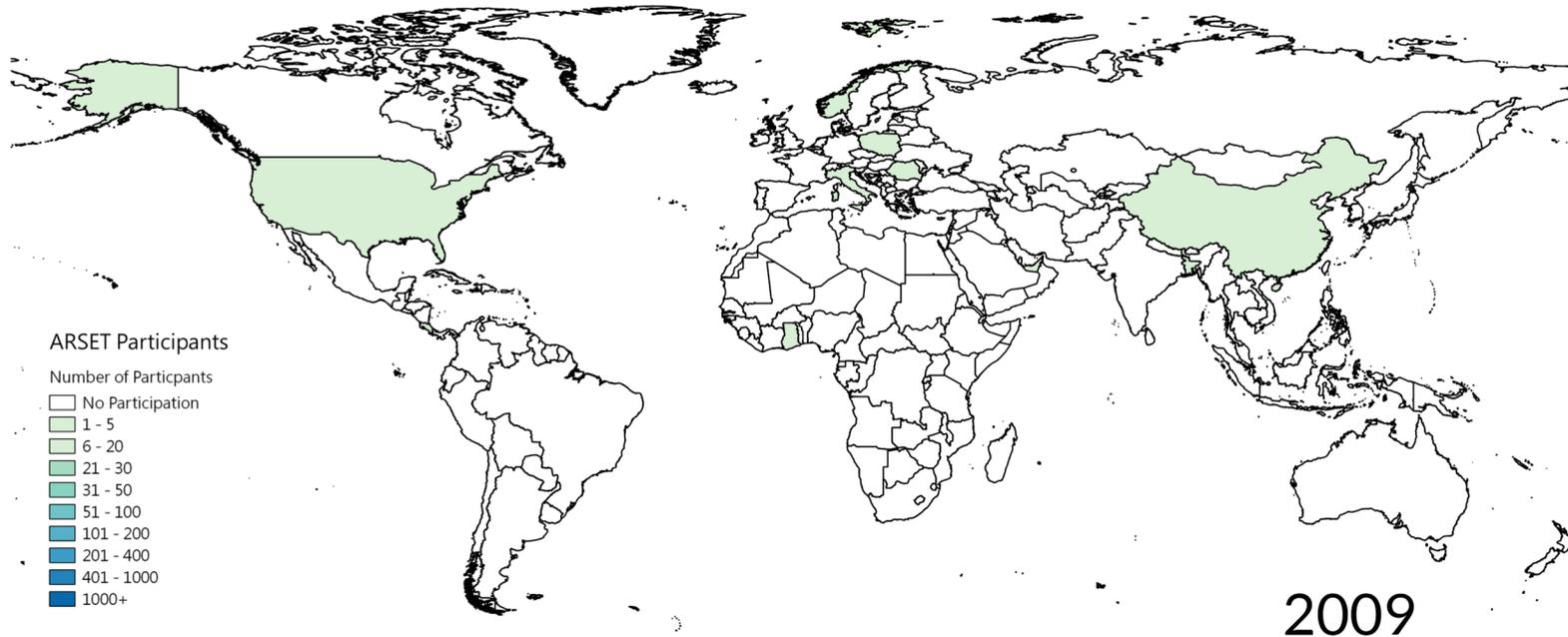
Fundamentos de la Teledetección (Percepción Remota)

Todas las presentaciones y ejercicios están libremente disponibles en inglés y español
Algunas grabaciones se dictan en ambos idiomas



Participación a Nivel Mundial

Número de participantes (2009-2017)



104 capacitaciones en total



+ de 13.000 participantes



160 países



+ de 3.700 organizaciones

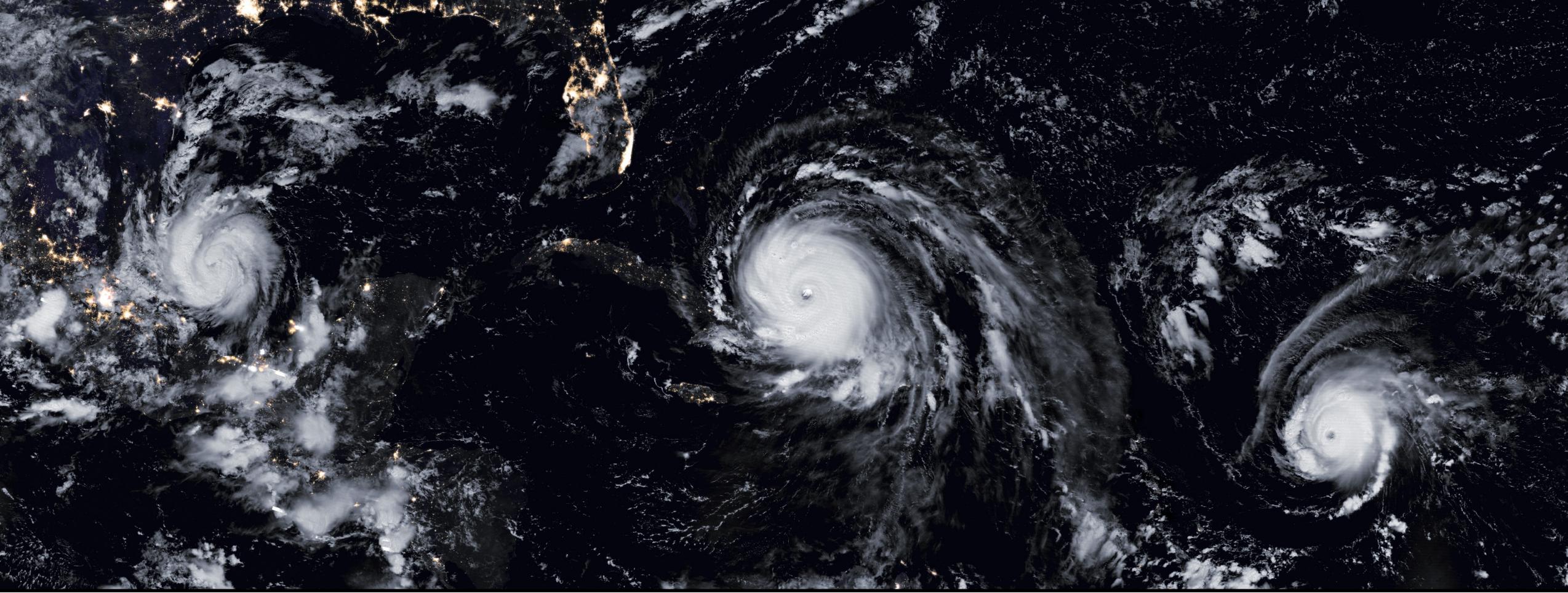


ARSET- Página en Línea y ListServ

<http://arset.gsfc.nasa.gov/>

The screenshot displays the ARSET website interface. At the top, there is a header with the NASA logo, the text "ARSET Applied Remote Sensing Training", and navigation links for "Earth Sciences Division", "Applied Sciences", and "ASP Water Resources". A search bar is located on the right side of the header. Below the header is a navigation menu with "Home", "About", and "Trainings" (which is expanded to show "Fundamentals", "Disasters", "Health & Air Quality", "Land", and "Water Resources"). The main content area features a large image of a satellite view of a coastal area with a greenish tint, overlaid with a dark box containing the text "Introduction to Remote Sensing of Harmful Algal Blooms" and "Tuesdays, Sep 5-26, 2017 11:00-12:00 or 21:00-22:00 EDT (UTC-4)". A "Register Now" button is positioned below the text. To the right of the main content is a sidebar with a list of links: "ARSET", "Online Trainings", "In-Person Trainings", "Sign up for the Listserv" (highlighted with a blue arrow), "Tools Covered", "Suggest a Training", "Personnel", and "Resources". Below the sidebar is a section titled "Upcoming Training" with a sub-section for "Water" and a link for "Satellite Observations of Water Quality for".



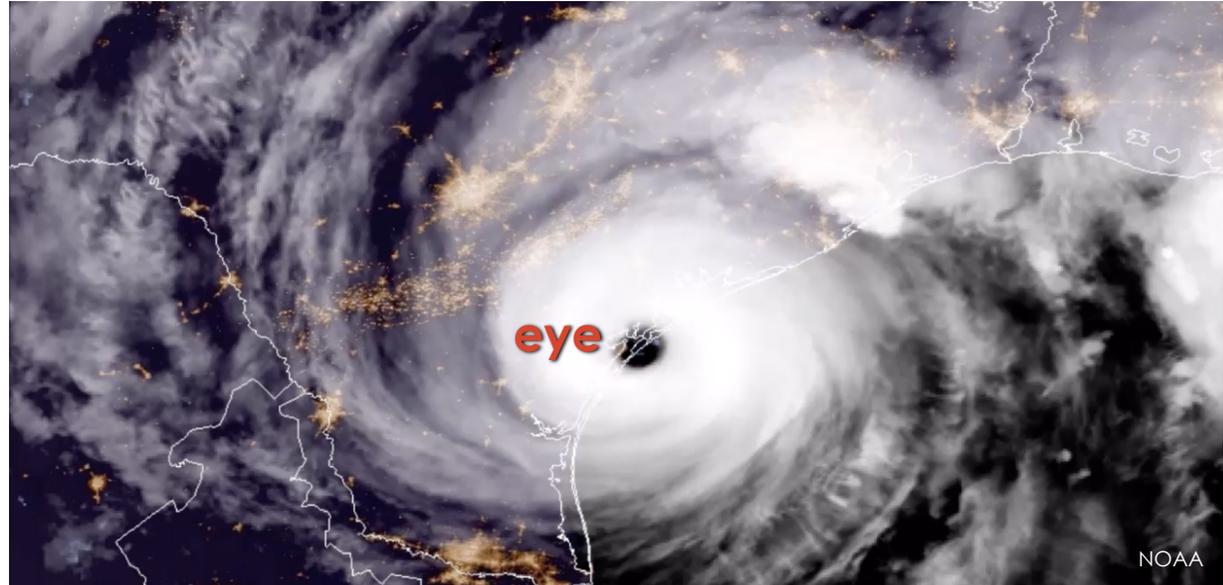


Acercas de las Tormentas Tropicales

¿Qué son las Tormentas Tropicales?

- Sistemas de baja presión atmosférica que se forman sobre los océanos tropicales cálidos
 - temperatura $> 26.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Con un 'ojo' circular en el centro libre de nubes y con vientos suaves
 - vientos (ciclónicos) en sentido antihorario alrededor del centro
- Tienen vientos sostenidos muy fuertes (≥ 39 mph, ≥ 60 km/h, ≥ 32 kt) en la pared del ojo
- Hay vientos fuertes, nubes y lluvias que se extienden por centenas de km del centro
- Son técnicamente distintas a las tormentas en latitudes medias que se forman sobre tierra a lo largo de frentes meteorológicas

El Huracán Harvey, 26 de agosto de 2017



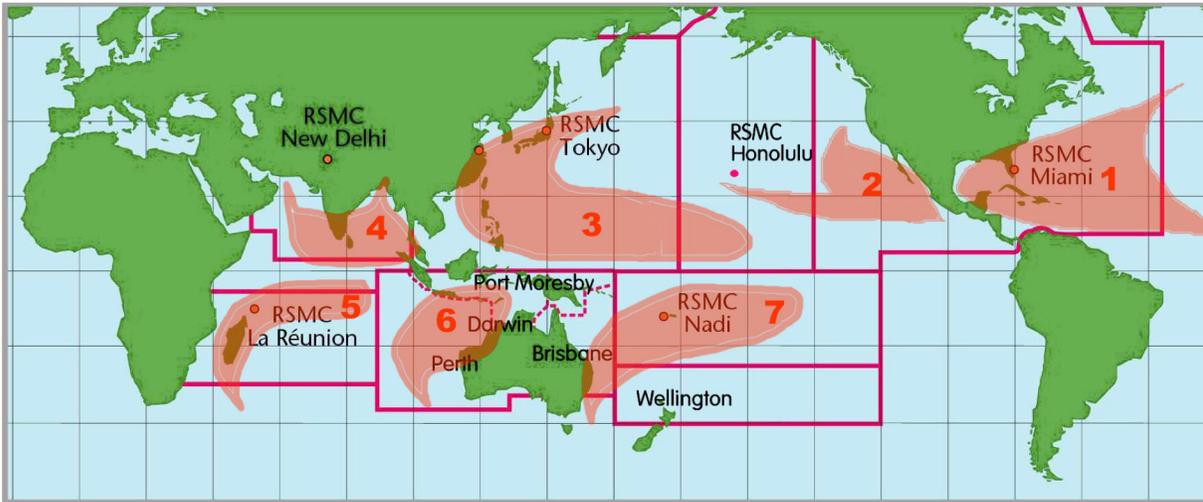
Se las conoce como:

- **Huracanes** en el océano Atlántico y en el Pacífico nororiental
- **Ciclones** en el océano Índico
- **Tifones** en el océano Pacífico noroccidental



Regiones y Temporadas de Ciclones Tropicales

<https://public.wmo.int/en/About-us/FAQs/faqs-tropical-cyclones>

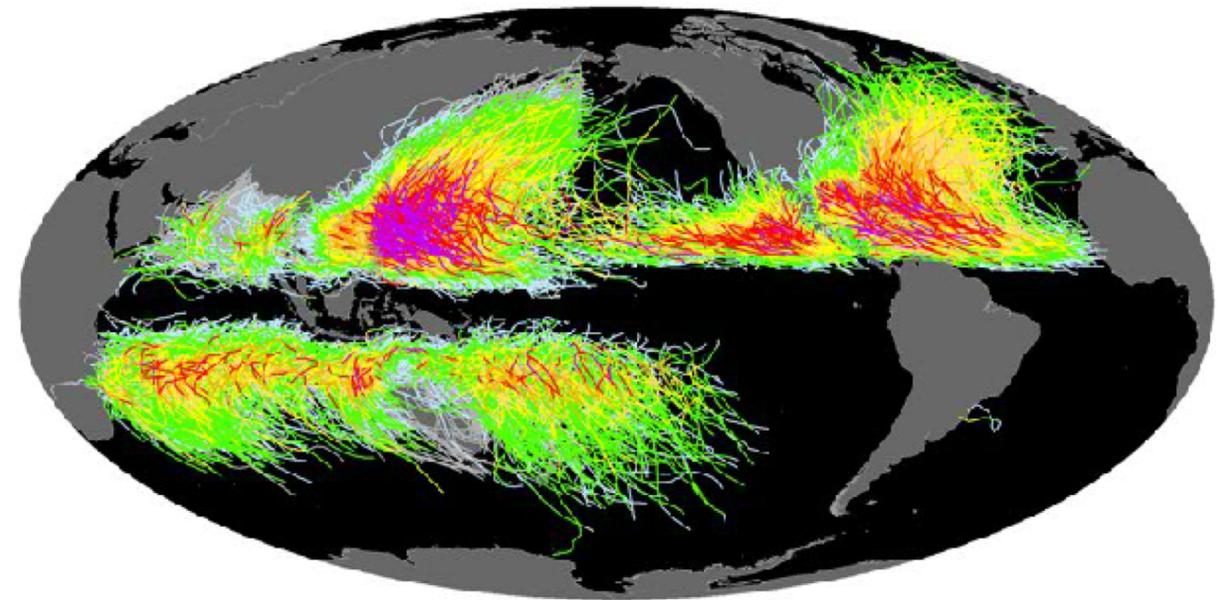
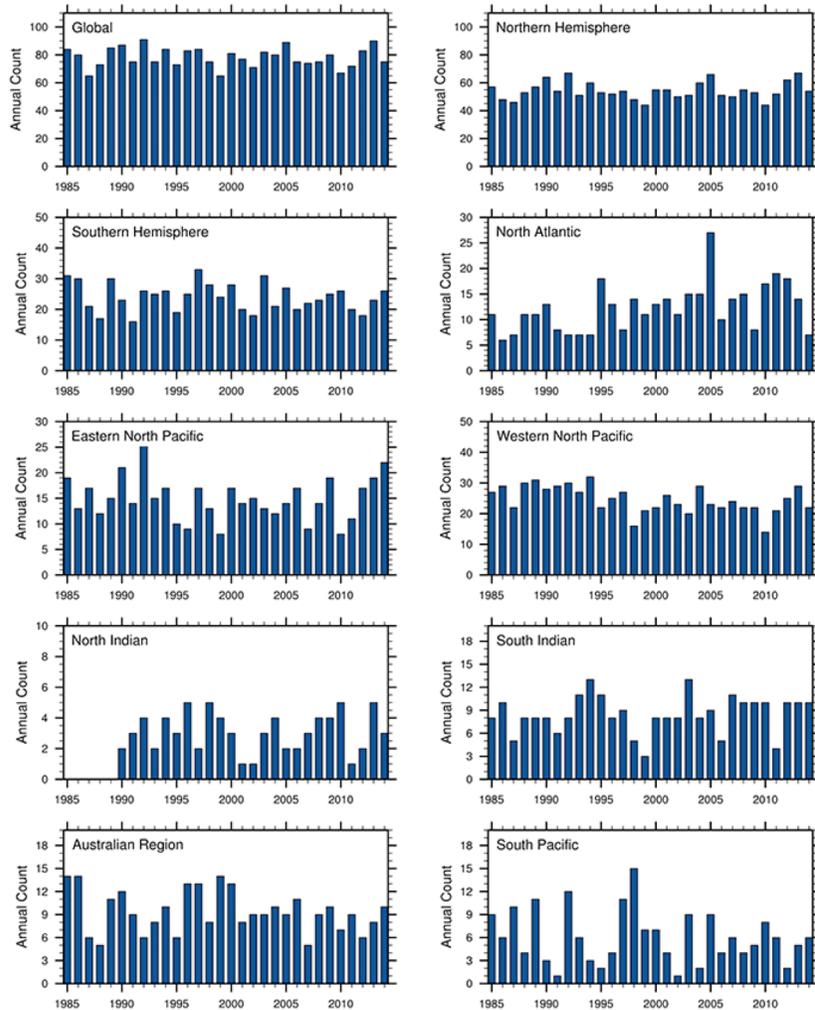


- Temporada de huracanes: junio - noviembre
- Temporada de tifones: mayo - noviembre
- Temporada de ciclones en el sur del Pacífico y Australia: noviembre- abril
- Temporada de ciclones en el océano Índico, la bahía de Bengala y el mar Arábigo:
 - abril – junio
 - septiembre – noviembre
- Temporada de ciclones en la costa este de África: noviembre – abril

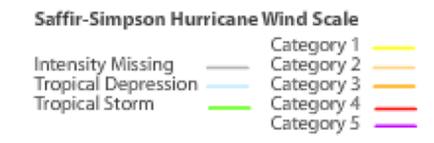
Fuente de la Imagen: WMO/NHC



Frecuencia y Trayecto de Ciclones Tropicales



All 1851 1945 1970 2008 Next
 The International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS) stores global tropical cyclone information.



Fuente de Imágenes: (Izq.) Ramsay, H. (2017). The Global Climatology of Tropical Cyclones. Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science. doi:10.1093/acrefore/9780199389407.013.79. (Der.) NOAA/climate.gov



El Nombramiento de los Ciclones Tropicales

<https://public.wmo.int/en/About-us/FAQs/faqs-tropical-cyclones/tropical-cyclone-naming>

- La Organización Meteorológica Mundial (OMM) mantiene una lista de nombres de ciclones apropiados para cada cuenca oceánica
- El U.S. National Hurricane Center (NHC) recopila nombres de huracanes en las regiones del Atlántico y el Caribe
- Los nombres de los ciclones se ponen en orden alfabético cada temporada, alternando nombres femeninos con nombres masculinos, comenzando con un nombre femenino
- Algunos nombres se retiran de la rotación si las tormentas son altamente destructivas ([más información](#))

The six lists are used in rotation and the 2017 list will be used again in 2023.

Caribbean Sea, Gulf of Mexico and the North Atlantic Names					
2017	2018	2019	2020	2021	2022
Arlene	Alberto	Andrea	Arthur	Ana	Alex
Bret	Beryl	Barry	Bertha	Bill	Bonnie
Cindy	Chris	Chantal	Cristobal	Claudette	Colin
Don	Debby	Dorian	Dolly	Danny	Danielle
Emily	Ernesto	Erin	Edouard	Elsa	Earl
Franklin	Florence	Fernand	Fay	Fred	Fiona
Gert	Gordon	Gabrielle	Gonzalo	Grace	Gaston
Harvey	Helene	Humberto	Hanna	Henri	Hermine
Irma	Isaac	Imelda	Isaias	Ida	Ian
Jose	Joyce	Jerry	Josephine	Julian	Julia
Katia	Kirk	Karen	Kyle	Kate	Karl
Lee	Leslie	Lorenzo	Laura	Larry	Lisa
Maria	Michael	Melissa	Marco	Mindy	Martin
Nate	Nadine	Nestor	Nana	Nicholas	Nicole
Ophelia	Oscar	Olga	Omar	Odette	Owen
Phillippe	Patty	Pablo	Paulette	Peter	Paula
Rina	Rafael	Rebekah	Rene	Rose	Richard
Sean	Sara	Sebastien	Sally	Sam	Shary
Tammy	Tony	Tanya	Teddy	Teresa	Tobias
Vince	Valerie	Van	Vicky	Victor	Virginie
Whitney	William	Wendy	Wilfred	Wanda	Walter

Fuente de la Imagen: [WMO](#)



Ciclones Tropicales de Diferentes Intensidades

<https://www.nhc.noaa.gov/climo/>

- **Depresión Tropical**
 - ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 38 mph (61 km/h, 33 kt) o menos
- **Tormenta Tropical**
 - ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 39 a 73 mph (62-117 km/h, 34-63 kt)
- **Huracán o Tifón**
 - ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 74 mph (119 km/h, 64 kt) o más
 - en el Pacífico Noroccidental los huracanes se llaman tifones – las tormentas similares en el Océano Índico y en el Océano Pacífico Sur se llaman ciclones
- **Huracán Mayor**
 - ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 111 mph (178 km/h, 96 kt) o más



Categorías de Huracanes

https://www.nhc.noaa.gov/pdf/sshws_2012rev.pdf

Categoría de Huracán	Escala Saffir-Simpson
1	74-95 mph (119-153 km/h, 64-82 kt)
2	96-110 mph (154-177 km/h, 83-95 kt)
3	111-129 mph (178-209 km/h, 96-112 kt)
4	130-156 mph (209-251 km/h, 113-136 kt)
5	≥ 157 mph (≥ 252 km/h, ≥ 137 kt)

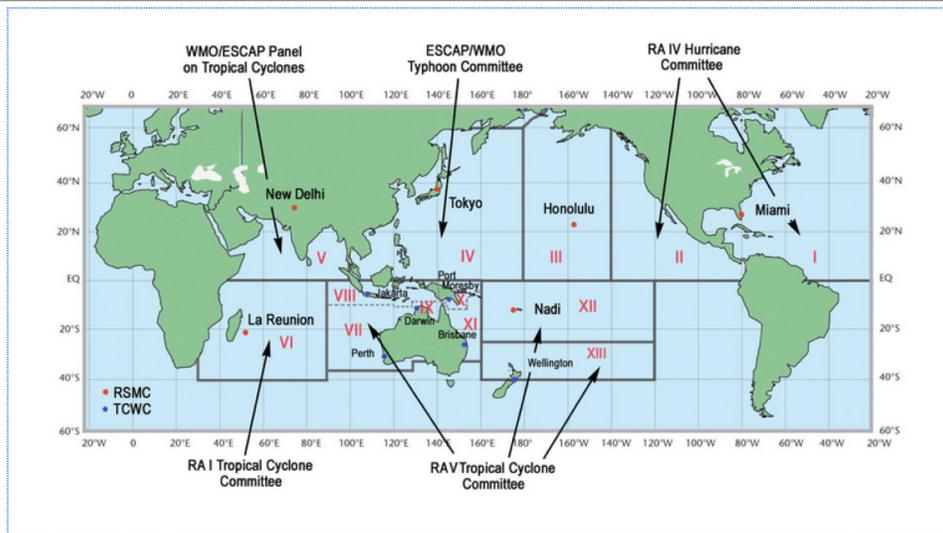
En el Pacífico Noroccidental, un super tifón significa ≥ 150 mph (≥ 241 km/h, ≥ 130 kt)



Portales de Información sobre Ciclones Tropicales

<https://www.nhc.noaa.gov/aboutsmc.shtml>

Worldwide Tropical Cyclone Centers



Tropical Cyclone Centers and their Regions
(click to enlarge)

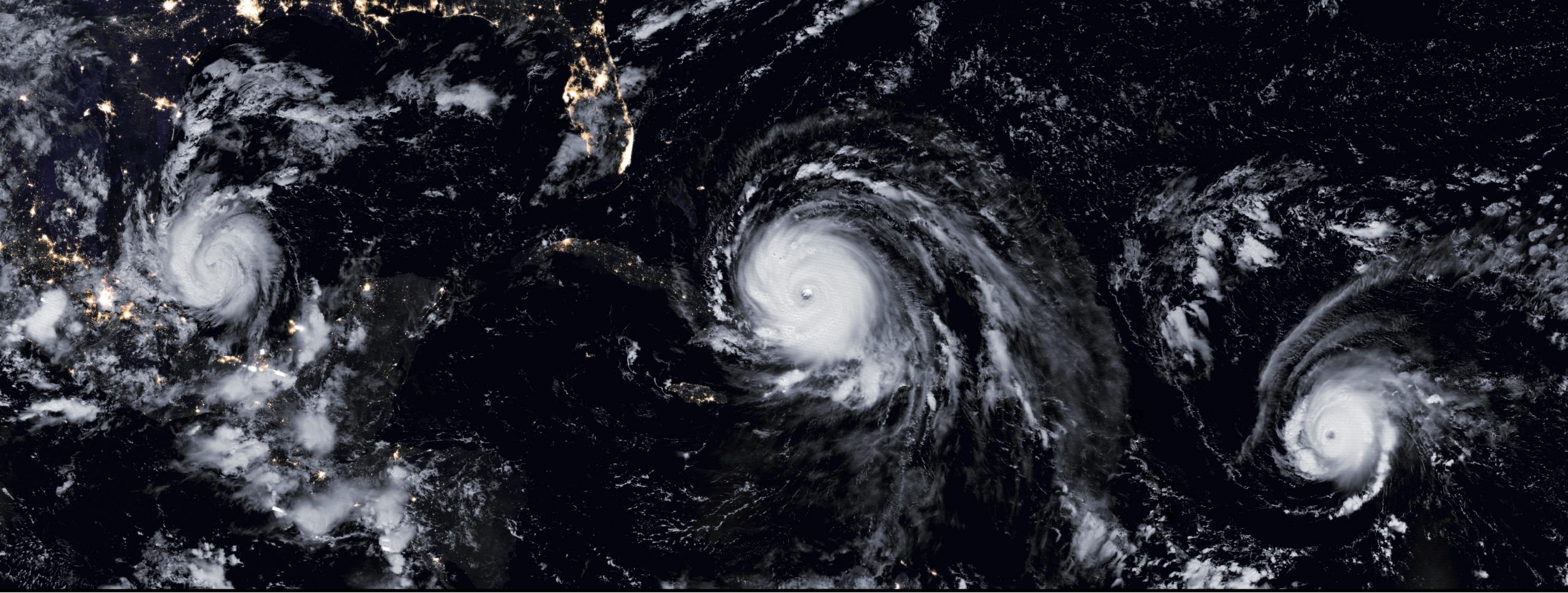
(Image courtesy of the [World Meteorological Organization](#))

The World Meteorological Organization [Tropical Cyclone Programme](#) is tasked to establish national and regionally coordinated systems to ensure that the loss of life and damage caused by tropical cyclones are reduced to a minimum.

The following table is a list of the Regional Specialized Meteorology Centers (RSMC) and Tropical Cyclone Warning Centers (TCWC) participating in the WMO Tropical Cyclone Programme.

Region	Description	Links to Centers (RSMC and TCWC)
I-II	Atlantic and Eastern Pacific	U.S. National Hurricane Center (RSMC Miami)
III	Central Pacific	U.S. Central Pacific Hurricane Center (RSMC Honolulu)
IV	Northwest Pacific	Japan Meteorological Agency (RSMC Tokyo)
V	North Indian Ocean	India Meteorological Department (RSMC New Delhi)
VI	Southwest Indian Ocean	Météo France (RSMC La Réunion)
VII-XI	Southwest Pacific and Southeast Indian Ocean	VII: Australian Bureau of Meteorology (TCWC Perth) VIII: Indonesian Agency for Meteorology (TCWC Jakarta) IX: Australian Bureau of Meteorology (TCWC Darwin) X: Papua New Guinea (TCWC Port Moresby) XI: Australian Bureau of Meteorology (TCWC Brisbane)
XII-XIII	South Pacific	XII: Fiji Meteorological Service (RSMC Nadi) XIII: Meteorological Service of New Zealand, Ltd. (TCWC Wellington)



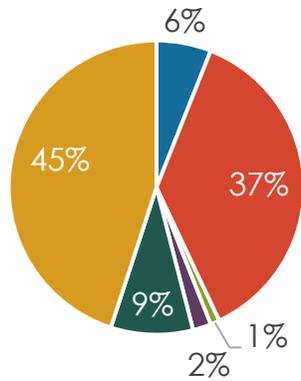


Los Impactos de las Tormentas Tropicales

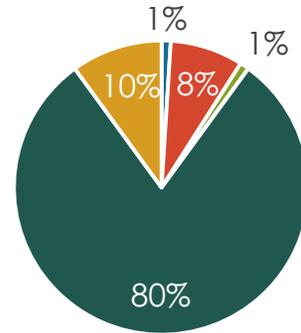
Impactos de los Ciclones

Impactos de las Tormentas Tropicales (1980-2009)

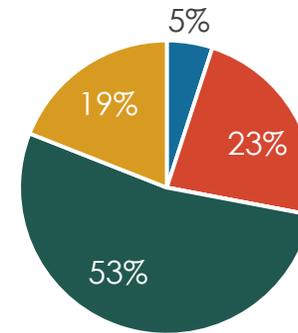
Frecuencia por Región
(n=1,080)



Muertes por Región
(n=393,201)



Población Afectada por Región
(n=151,425,74)



Regiones de la OMS

- AFRO = Región Africana
- AMRO = Región Américas
- EURO = Región Europea

- EMRO = Región Mediterráneo Oriental
- SEARO = Región Sudeste de Asia
- WRPRO = Región Pacífico Oeste

- Las Regiones Sudeste de Asia, Pacífico Oeste y Américas son altamente afectadas
- Las Regiones Pacífico Oeste y Américas tienen una mayor frecuencia de tormentas, pero la región Sudeste de Asia tiene el mayor número de muertes relacionadas con tormentas

Fuente de la Imagen: Doocy S, et al. The Human Impact of Tropical Cyclones: a Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review. PLOS Currents Disasters. 2013 Apr 16 . Edition 1. doi: 10.1371/currents.dis.2664354a5571512063ed29d25ffbc74.

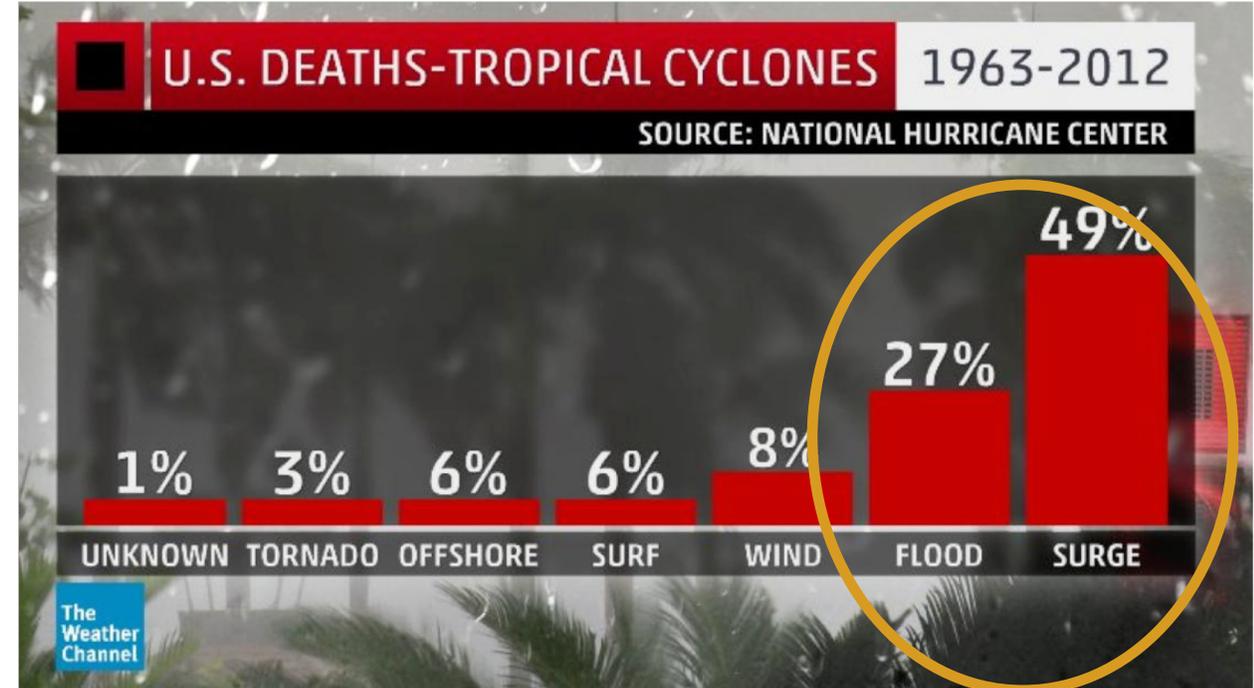


Impactos de los Ciclones

<https://www.nhc.noaa.gov/prepare/hazards.php>

Causan significantes daños, destrucción, muertes:

- Marejadas e inundaciones costeras
- Lluvias extremas e inundaciones en el interior
- Fuertes vientos continuos y ráfagas
- Tornados
- Corriente de Resaca



Fuente de la Imagen: The Weather Channel



Impactos de los Ciclones

https://www.nature.com/articles/nclimate2975?WT.feed_name=subjects_climate-sciences

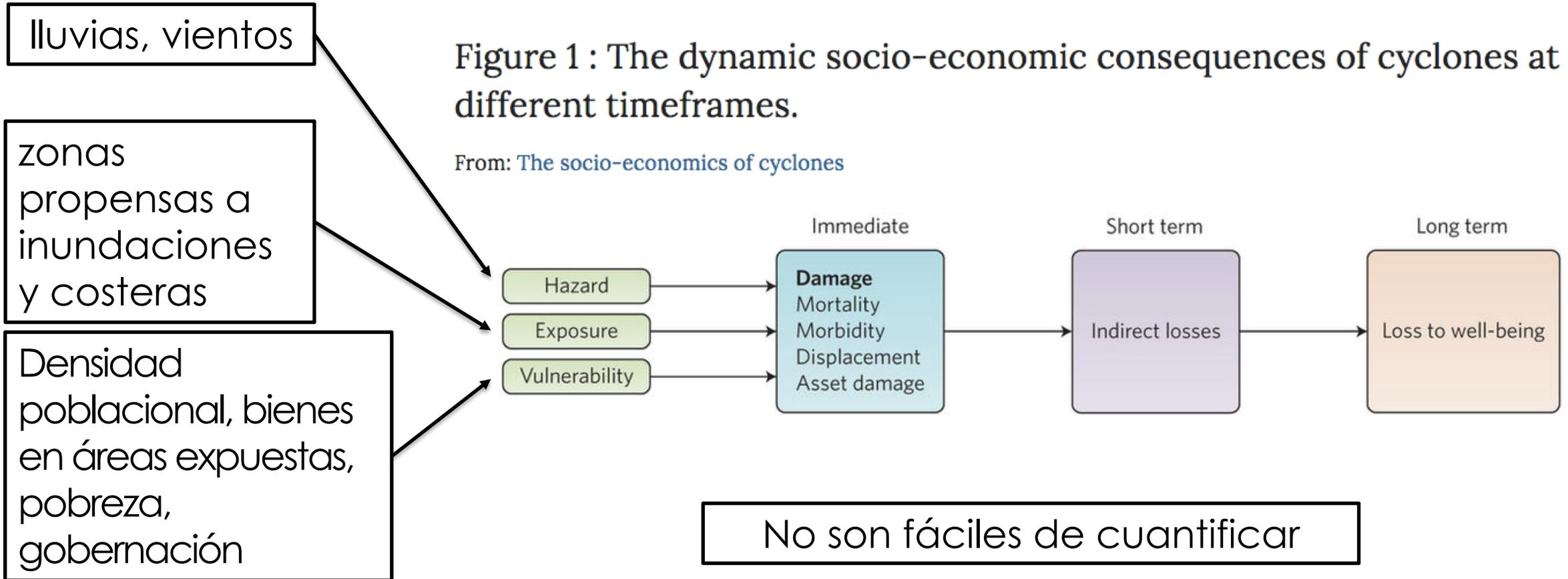
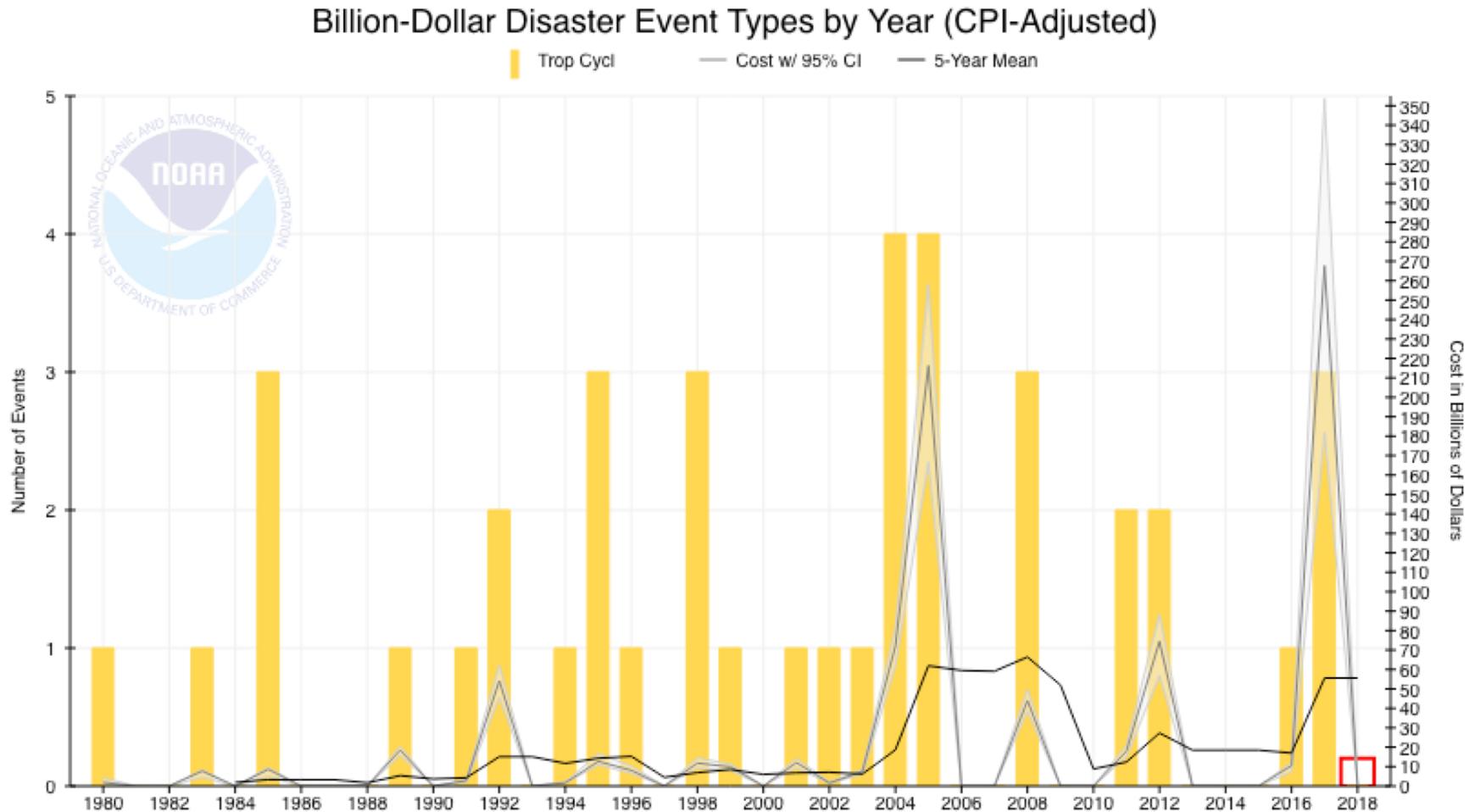


Figura: Noy, I. (2016). The socio-economics of cyclones. Nature Climate Change, 6(4), 343-345. doi:10.1038/nclimate2975



Impacto Económico de los Ciclones en EEUU

<https://www.ncdc.noaa.gov/billions/time-series>



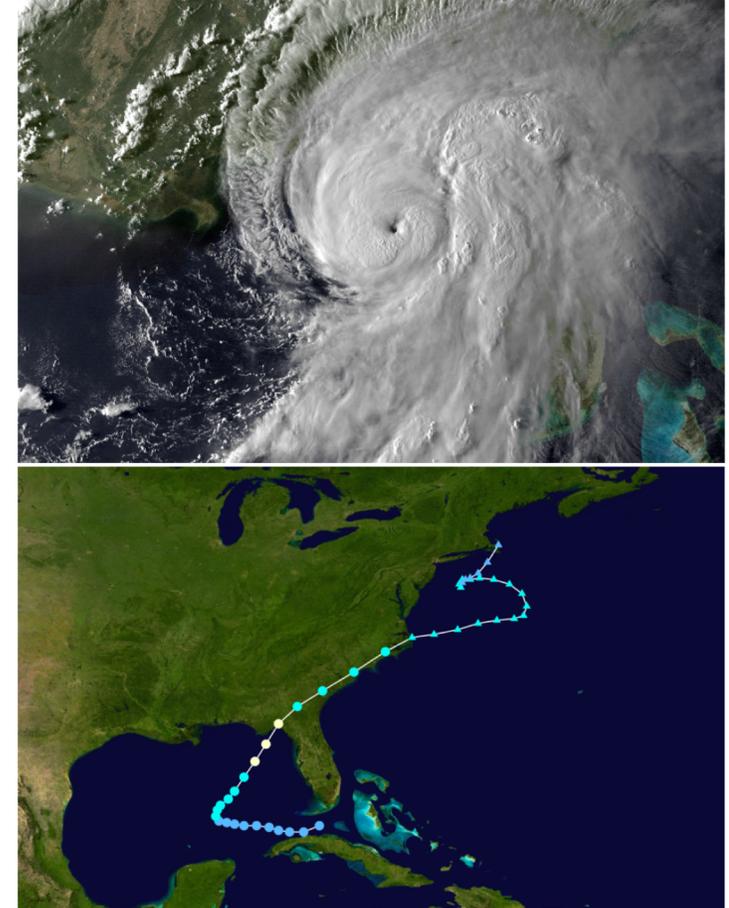
Fuente de la Imagen: NOAA

Número de eventos hasta el 6 de abril de 2018



Daños por Ciclones Tropicales: Categoría 1 - Mínimos

- Marejadas ciclónicas: 1,2 a 1,5 m por encima de lo normal
- Daños probables:
 - Casi exclusivos a arbustos, árboles y casas móviles sin anclar
 - Otras estructuras quedan libres de daños significativos
 - Algunos daños a señales y letreros mal contruidos
 - Algo de inundación en las caminos costeras y daños menores a muelles



El Huracán Hermine (2016), Categoría 1 Superior : Imagen de la NOAA, Inferior : El trayecto del huracán



Daños por Ciclones Tropicales: Categoría 2 - Moderados

- Marejadas ciclónicas: 1,8 a 2,4 m por encima de lo normal
- Daños considerables:
 - Daños considerables a arbustos y al follaje arbóreo, algunos árboles tumbados por el viento
 - Daños mayores a casas móviles expuestas
 - Daños extensos a letreros mal contruidos
 - Algunos daños a ventanas, puertas y techos de edificios pero sin destrucción mayor de edificios
 - Rutas costeras y caminos de evacuación al interior bloqueados por aguas crecientes aproximadamente 2 a 4 horas antes que el huracán toque tierra
 - Daños considerables a muelles, marinas inundadas
 - Naves pequeñas en áreas protegidas son arrancadas de sus anclas



El huracán Arthur (2014), Categoría 2
Superior: Imagen de la NOAA, Inferior:
Trayecto del Huracán



Daños por Ciclones Tropicales: Categoría 3 – Extensos

- Marejadas ciclónicas: 2,7 a 3,6 m por encima de lo normal
- Daños probables:
 - Follaje arrancado de los árboles, grandes árboles volcados por el viento
 - Letreros mal contruidos arrebatados por el viento
 - Algunos daños a techos, ventanas y puertas
 - Algunos daños estructurales a edificios
 - Casas móviles destruidas
 - Inundación grave a lo largo de la costa
 - Muchas estructuras pequeñas cerca de la costa destruidas
 - Daños por olas y escombros flotantes a estructuras costeras más grandes
 - Rutas de evacuación al interior bloqueadas por aguas crecientes entre tres y cinco horas antes que el huracán toque tierra
 - Las tierras planas a 1,5 o menos sobre el nivel del mar se inundan hasta 13 km tierra adentro o más
 - Puede ser necesario evacuar viviendas a elevaciones bajas dentro de varias cuerdas de la orilla del mar

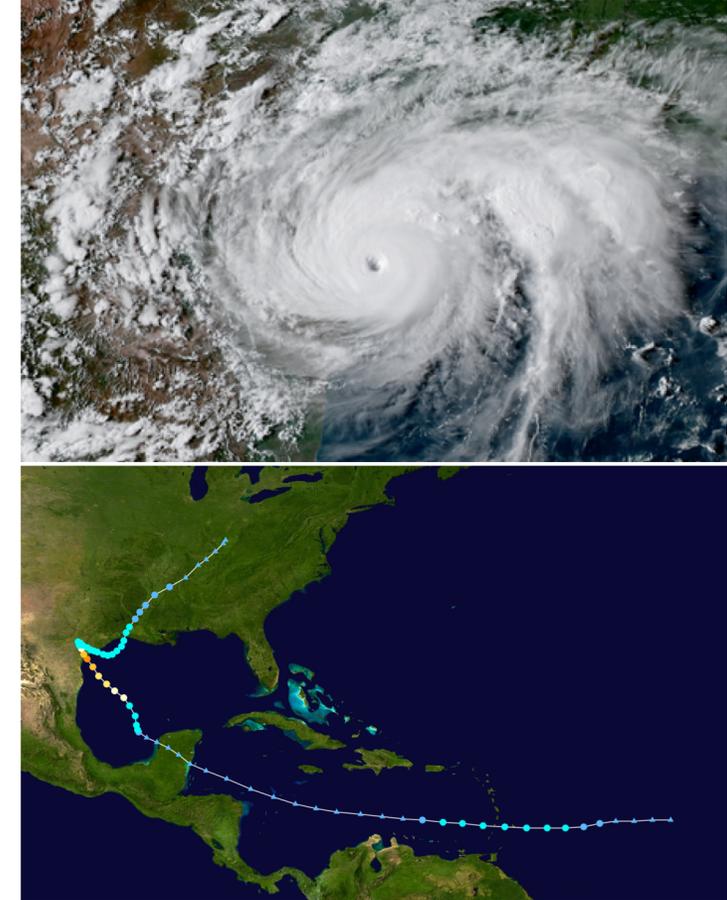


El huracán Katrina (2005) tocó tierra como huracán de Categoría 3. Superior: Imagen de la NOAA, Inferior: Trayecto del huracán



Daños por Ciclones Tropicales: Categoría 4 - Extremos

- Marejadas ciclónicas: 4 a 5,5 m por encima de lo normal
- Daños probables:
 - Arbustos, árboles y todos los letreros arrebatados por el viento
 - Daños extensos a techos, ventanas y puertas con insuficiencia total de techos en viviendas más pequeñas
 - Casas móviles demolidas
 - Las tierras planas a 1,5 m o menos sobre el nivel del mar se inundan hasta 10 km tierra adentro
 - Al azote de las olas y la inundación combinada con escombros flotantes causan daños mayores a las plantas inferiores de estructuras cerca de la orilla
 - Rutas de evacuación al interior bloqueadas por aguas crecientes de tres a cinco horas antes que el huracán toque tierra
 - Erosión extensa de playas
 - Puede obligar la evacuación masiva de viviendas situadas a 10 km o menos de la orilla

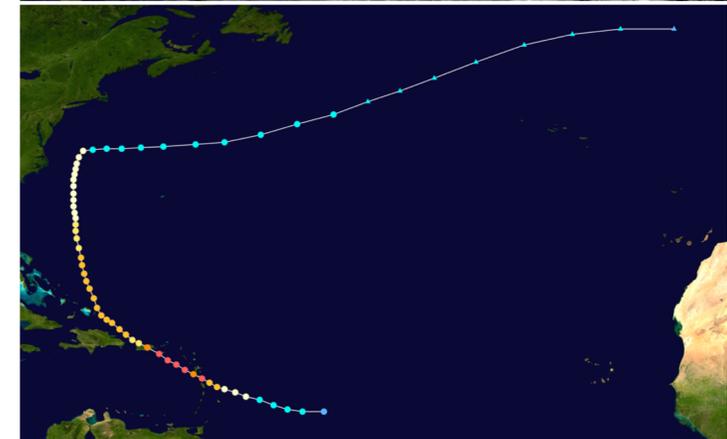
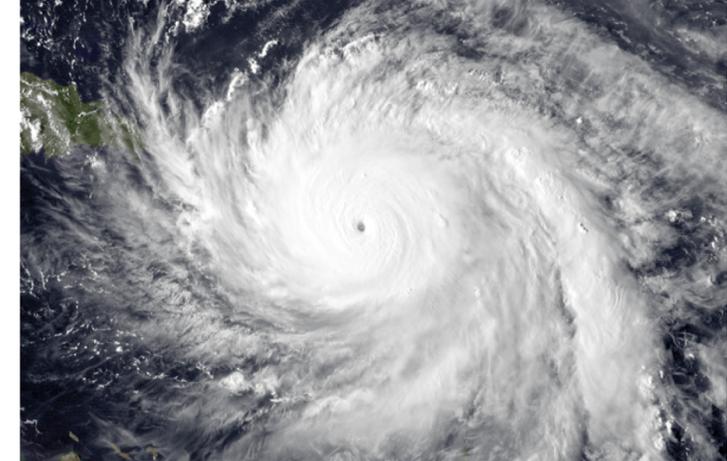


El Huracán Harvey (2017), Categoría 4.
Superior: Imagen de la NOAA, Inferior:
Trayecto del Huracán



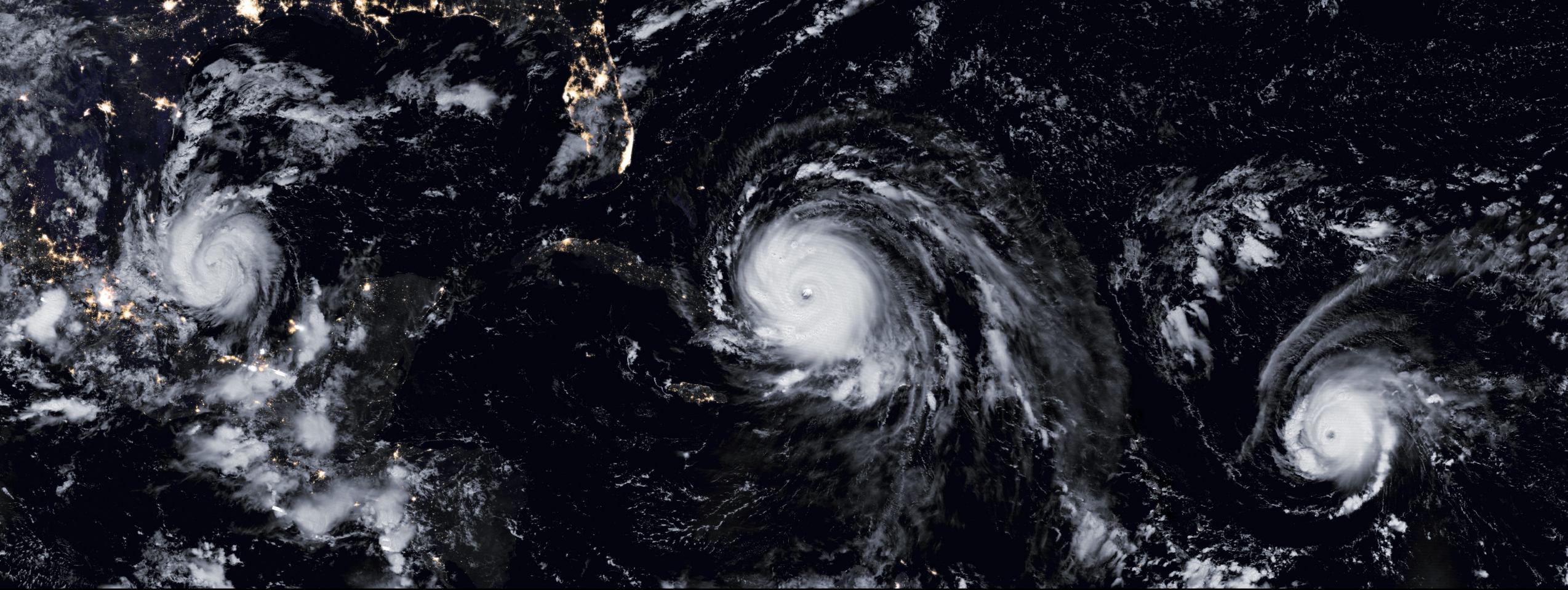
Daños por Ciclones Tropicales: Categoría 5 - Catastróficos

- Marejadas ciclónicas: >5,5 por encima de lo normal
- Daños probables:
 - Arbustos, árboles y todos los letreros arrebatados por el viento
 - Daños considerables a los techos de las construcciones con daños extremadamente severos y extensos y a ventanas y puertas
 - Insuficiencia total de los techos de muchas viviendas y edificios industriales
 - Rotura extensa de vidrios en ventanas y puertas; destrucción total de algunos edificios
 - Construcciones pequeñas volcadas o arrebatadas por el viento
 - Casas móviles demolidas
 - Daños mayores a los pisos inferiores de toda construcción a menos de 4,5 m sobre el nivel del mar dentro de 450 m de la orilla
 - Rutas de evacuación al interior bloqueadas por aguas crecientes de tres a cinco horas antes que el huracán toque tierra
 - Erosión extensa de las playas
 - Puede obligar la evacuación masiva de viviendas situadas a 16 km o menos de la orilla



El huracán María (2017), Categoría 5
Superior: Imagen de la NOAA, Inferior:
Trayecto del Huracán





Preparación en caso de Emergencias antes
de una Tormenta

Preparación para Ciclones Tropicales

https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1715-25045-9324/hurricane_mitigation_handbook_for_public_facilities.pdf

¡Planifique con anticipación si se encuentra en una región susceptible a ciclones tropicales!

- Reduzca la vulnerabilidad de la infraestructura y propiedades incluyendo:
 - Rutas y Puentes
 - Instalaciones del Suministro de Agua
 - Servicios Públicos
 - Otras Propiedades Públicas y Privadas
- Reduzca las pérdidas excesivas tomando medidas de mitigación para **marejadas ciclónicas, vientos fuertes, lluvias torrenciales e inundaciones**



Fuente de la Imagen: FEMA



Preparación para Ciclones Tropicales

<https://www.osha.gov/dts/weather/hurricane/preparedness.html>

¡Planifique con anticipación si se encuentra en una región susceptible a ciclones tropicales!

- Condiciones que activarán el plan
- Cadena del mando
- Funciones de emergencia y quiénes las realicen
- Procesos de evacuación específicos incluyendo rutas y salidas
- Procesos para el conteo de personal, clientes y visitantes
- Equipo para personal

¿En qué puede ayudar la Teledetección?



Preparación para Ciclones Tropicales (48 horas antes)

https://www.fema.gov/media-library-data/1494007144395-b0e215ae1ba6ac1b556f084e190e5862/FEMA_2017_Hurricane_HTP_FINAL.pdf

- Monitoree las noticias y los pronósticos meteorológicos locales
- Prepárese para una evacuación probando sus planes de comunicación en caso de emergencias, aprendiendo las rutas de evacuación, teniendo dónde quedarse y empacando un bolsón con artículos necesarios
- Abastézcase de provisiones para emergencias
- Proteja su propiedad instalando válvulas que eviten que las aguas servidas vuelvan a entrar, anclando sus tanques de combustible, revisando sus pólizas de seguro y catalogando sus pertenencias
- Reúna y proteja sus documentos y archivos financieros, médicos, educativos y legales

¿En qué puede ayudar la Teledetección?



Datos Necesarios para la Preparación

Planificación para Mitigar

- Datos históricos/climatológicos de:
 - frecuencia, trayecto, presión al nivel del mar, magnitud y velocidad del viento de tormentas anteriores
 - precipitación y extensión de la inundación
 - marejadas e inundación costera

Planificación para Tormentas Próximas

- Datos en tiempo casi real y pronósticos de:
 - trayecto, presión al nivel del mar, magnitud y velocidad del viento de la tormenta
 - monitoreo de la precipitación y de inundaciones
 - monitoreo de marejadas

Otros datos

- topografía del terreno
- población e infraestructura
- información in situ sobre daños y destrucción

La mayoría de estos datos se obtienen de :

- **La teledetección y los modelos de sistemas terrestres de la NASA**
- National Hurricane Center (NHC)
- Central Pacific Hurricane Center (CPHC)
- Joint Typhoon Warning Center (JTWC)
- Global Disasters and Alert Coordination System (GDACS)



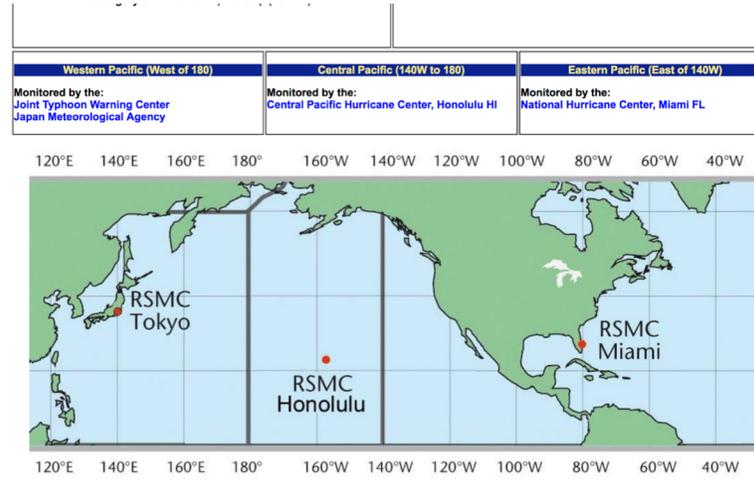
Portales de Información sobre Ciclones Tropicales



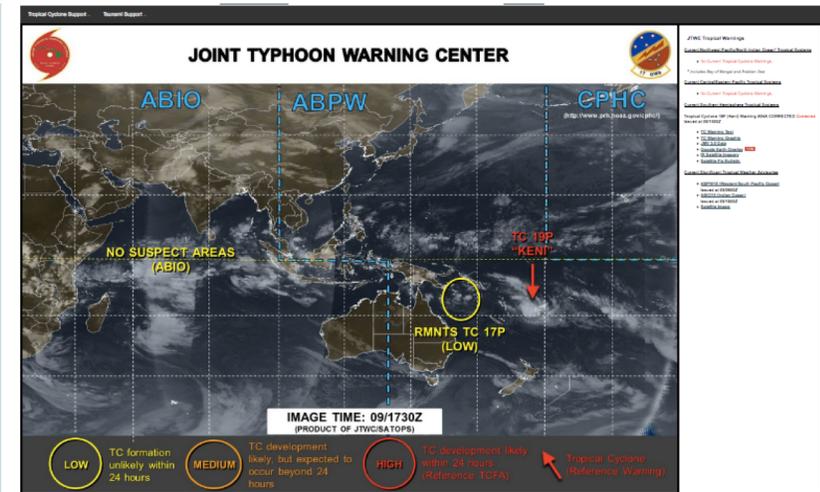
<https://www.nhc.noaa.gov/>

El National Hurricane Center (NHC) ofrece un curso de preparación en caso de emergencias para la Agencia Federal para la Gestión de Desastres (FEMA):

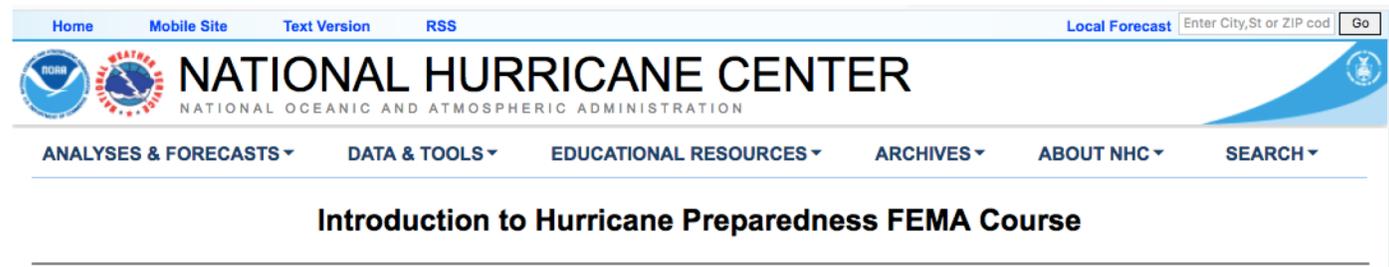
<https://www.nhc.noaa.gov/outreach/femacourse.php>

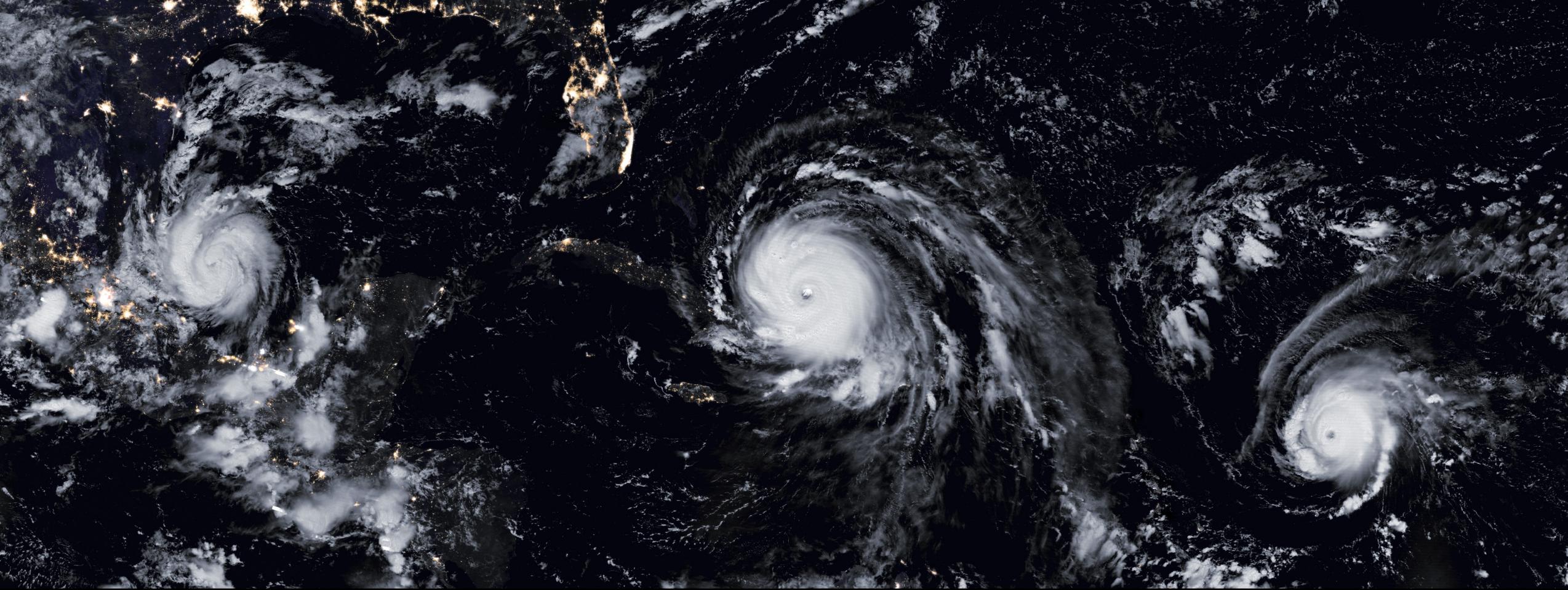


<http://www.prh.noaa.gov/cphc/>



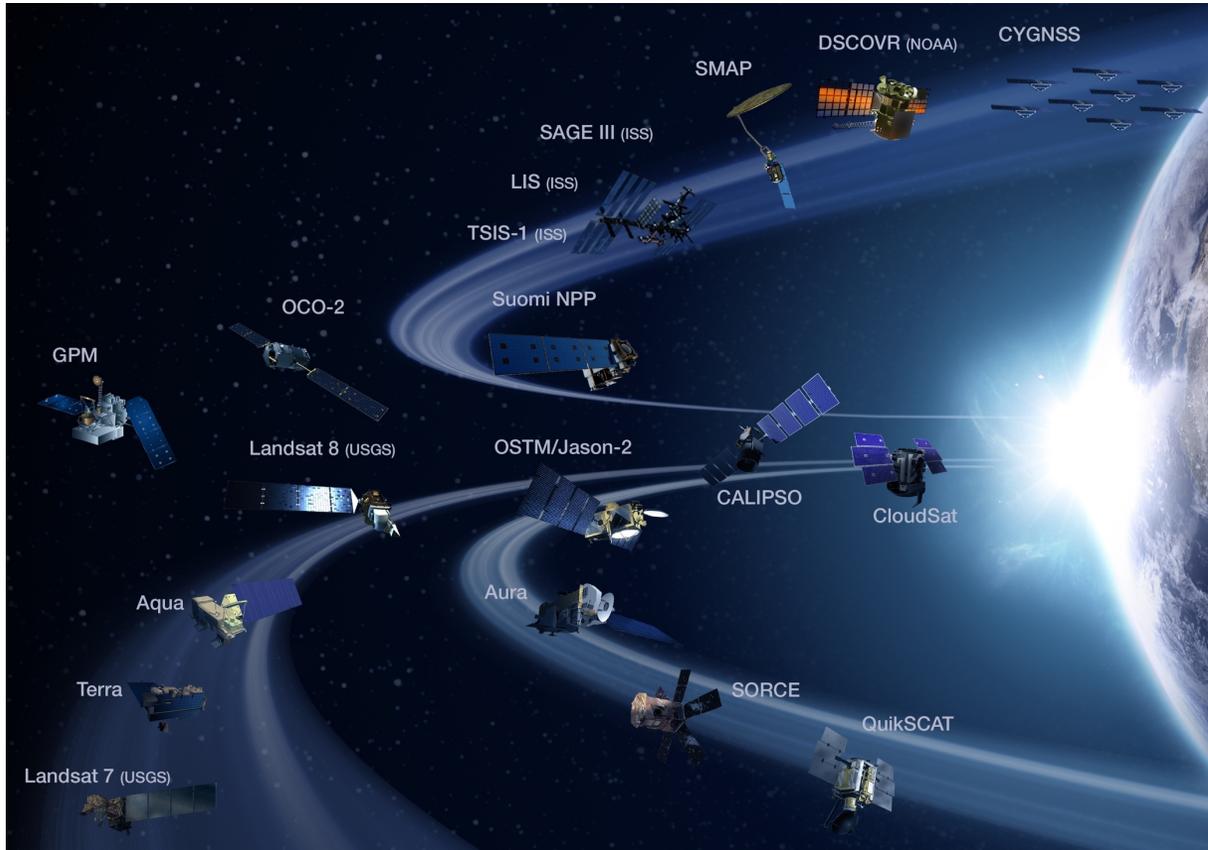
<http://www.usno.navy.mil/NOOC/nmfc-ph/RSS/jtwc/jtwc.html>





El Monitoreo de Tormentas Inminentes
mediante Datos por Teledetección y Datos de
Modelos de Sistemas Terrestres y Herramientas
de la NASA

Satélites de la NASA para el Monitoreo de Ciclones Tropicales



- Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM): 11/1997 – 04/2015
- La misión Global Precipitation Measurement (GPM): 02/2014 – hoy
- Terra: 12/1999 – hoy
- Aqua: 05/2002 – hoy
- Suomi National Polar-Orbiting Partnership (SNPP): 11/2011-- hoy



Satélites y Sensores de la NASA para el Monitoreo de Ciclones Tropicales

Satélites	Sensores	Mediciones Espectrales	Parámetro
TRMM y GPM	TMI, PR y GMI, DPR	Radiómetro de Microondas y Radar (Ku y Ka)	Precipitación
Terra y Aqua	MODIS	Visible, Casi IR, IR Media	Reflectancia/Imagen de Color Real
SNPP	VIIRS		Imágenes Día/Noche

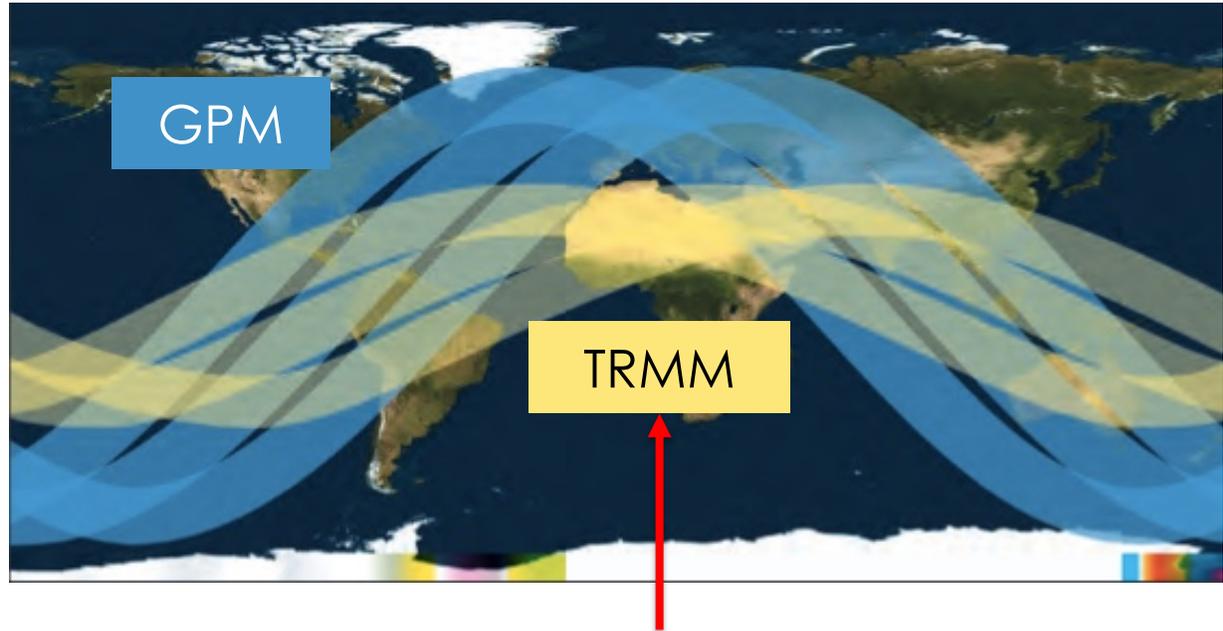
DPR	Dual-frequency Precipitation Radar
GMI	GPM Microwave Imager (Captador de Imágenes)
IR	Radiación Infrarroja
MODIS	MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer
NIR	Near-Infrared Radiation (Radiación Casi-Infrarroja)
PR	Radar de Precipitación (Precipitation Radar)
TMI	TRMM Microwave Imager (Captador de Imágenes)
VIIRS	Visible Infrared Imaging Radiometer Suite



La Misión “Global Precipitation Measurement” (GPM)

<http://pmm.nasa.gov/GPM/>

- Satélite principal GPM Core lanzado el 27 de febrero de 2014
 - órbita no polar, de baja inclinación
 - Altitud: 407 km
- Cobertura Espacial
 - 16 órbitas diurnas al día, cubriendo el área entre 65°S – 65°N
- Junto con una constelación de satélites, GPM tiene un período de revisita de 2 a 4 horas sobre tierra
- Sensores:
 - GMI (GPM Microwave Imager)
 - DPR (Dual Precipitation Radar)



Tropical Rainfall Measurement Mission
(Misión para la Medición de Lluvias Tropicales)



Algoritmos Multi-Satelitales para TRMM y GPM

<http://pmm.nasa.gov/science/precipitation-algorithms>

- Los satélites de TRMM y GPM Core se utilizan para calibrar las observaciones de microondas de una constelación de satélites nacionales e internacionales
- Permiten una mejor cobertura espacial y temporal de los datos de la precipitación
- TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis o **TMPA** (Análisis de la Precipitación Multi-satélite)
- Su utilización para aplicaciones es ampliamente difundido
- TMPA se extenderá para igualar a Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM o **IMERG** (Recuperaciones Multi-satélite Integradas para GPM)

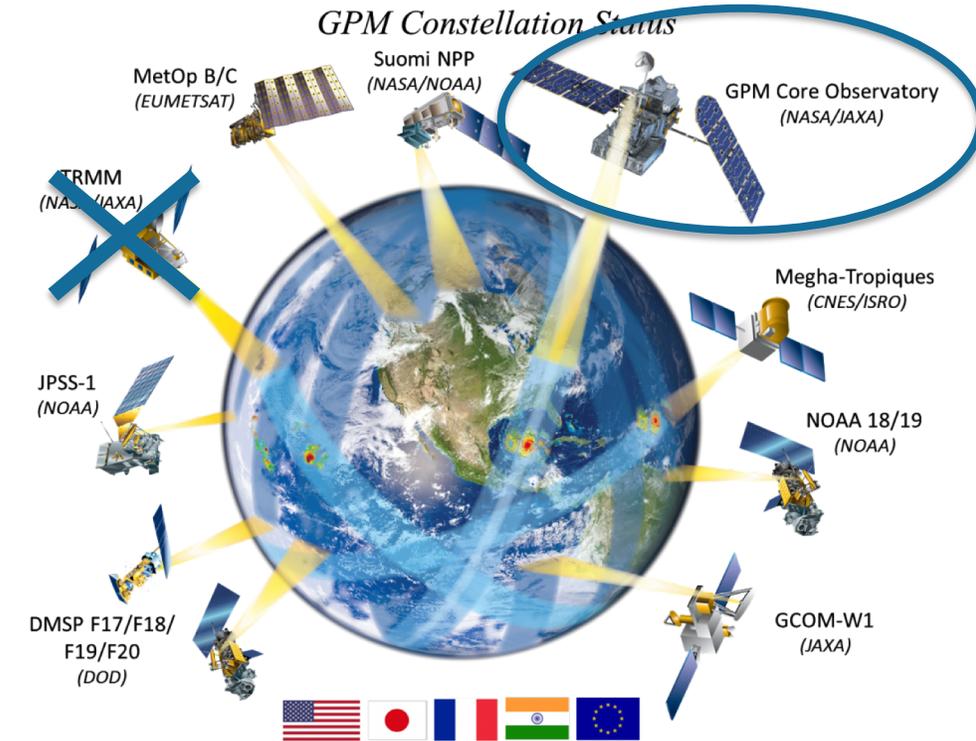


Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG)

(Recuperaciones Multisatelitales Integradas para GPM)

http://pmm.nasa.gov/sites/default/files/document_files/IMERG_ATBD_V4.5.pdf

- Los datos obtenidos por el satélite GPM Core (GMI y DPR) se utilizan para calibrar y combinar los datos de microondas recolectados por los satélites de la constelación GPM
- Los satélites de la constelación GPM incluyen:
 - GCOM-W
 - DMSP
 - Megha-Tropiques
 - MetOp-B
 - NOAA-N'
 - NPP
 - NPOESS
- El producto pluvial final se calibra mensualmente con análisis de pluviómetros



Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG)

(Recuperaciones Multisatelitales Integradas para GPM)

http://pmm.nasa.gov/sites/default/files/document_files/IMERG_ATBD_V4.5.pdf

- Sus varias corridas acomodan las diferentes necesidades de los usuarios en cuanto a latencia y exactitud
 - “Temprana” – ahora 5 horas (riadas repentinas) – va a ser 4 horas
 - “Tarde” – ahora 15 horas (pronósticos de cultivos) – va a ser 12 horas
 - “Final” – 3 meses (datos de investigación)
- Los intervalos temporales nativos son media hora y mensual (sólo final)
 - Productos con valor agregado a 3 horas, 1, 3 y 7 días disponibles
 - El lanzamiento inicial cubre de 60°N a 60°S – se ampliará a 90°N-90°S



TMPA e IMERG

	TMPA	IMERG
Resolución Espacial	0.25° x 0.25°	0.1° x 0.1°
Cobertura Espacial	Global, 50° S-50°N	Global, 60°S-60°N (se extenderá de polo a polo)
Resolución Temporal	3 horas	30 minutos
Cobertura Temporal	12/1997 – Hoy*	2/27/2014 – Hoy ⁺

* A partir del 8 de abril de 2015, se está utilizando la calibración climatológica para generar el TMPA

⁺Los datos combinados de TMPA e IMERG estarán disponibles a principios de 2018 a la misma resolución que los datos de IMERG

TMPA se utiliza comúnmente para el modelado de base y será remplazado por IMERG en el futuro cercano



Acceso a Datos de GPM IMERG

<https://pmm.nasa.gov/data-access>

Data Access

- Extreme Weather News
- ▼ Data Downloads & Documentation
 - TRMM
 - GPM
 - Ground Validation
- Data Sources
- Data Recipes
- Data News
- Google Earth
- NASA Worldview
- Using the PPS FTP
- Training
- Data FAQ

Connect With Us

- Twitter
- Facebook
- Youtube

Need Help?

- View Frequently Asked Questions
- View the PMM Glossary

How to Access TRMM & GPM Precipitation Data

Precipitation data from the GPM and TRMM missions is made available free to the public in a variety of formats from several sources at [NASA](#) Goddard Space Flight Center. This section outlines the different types of data available, the levels of processing, the sources to download the data, and some helpful tips for utilizing precipitation data in your research.

- **GPM Data Downloads & Documentation**
- TRMM Data Downloads & Documentation
- Explanation of GPM & TRMM Data Sources
- Data Processing "Recipes"
- Precipitation Data in Google Earth
- Frequency Asked Questions (FAQ)

GET DATA
GLOBAL PRECIPITATION MEASUREMENT

New Users Start Here

Use of the PPS FTP and STORM requires you to first register your email address. [Click here to register.](#)

- Todo sobre los datos de GPM – Incluye actualizaciones, noticias y preguntas frecuentes
- Enlaces de acceso rápido a datos y registración de usuarios
- Para mayor información sobre GPM y el acceso a datos: <https://pmm.nasa.gov/training>



Acceso y Análisis de Datos de Precipitaciones

<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

The screenshot shows the GIOVANNI web interface with several red callout boxes highlighting key features:

- Opciones de Análisis y Representación Gráfica:** A red box highlights the "Select Plot" section, which includes options for "Maps: Time Averaged Map", "Comparisons: Select...", "Vertical: Select...", "Time Series: Select...", and "Miscellaneous: Select...".
- Búsqueda Temporal y Espacial:** A red box highlights the "Select Date Range (UTC)" and "Select Region (Bounding Box or Shape)" sections. The date range section includes input fields for "YYYY-MM-DD" and "HH:mm" and a "Valid Range: 1948-01-01 to 2018-04-16". The region section includes a text input field and a "Format: West, South, East, North" label.
- Búsqueda de datos por palabra clave:** A red box highlights the "Select Variables" section, which includes a search bar with "Number of matching Variables: 0 of 1901" and "Total Variable(s) included in Plot: 0". The search bar has a "Keyword:" label, a "Search" button, and a "Clear" button.
- Crear Gráfico con los Datos:** A red box highlights the "Plot Data" button at the bottom right of the interface.

The interface also includes a top navigation bar with "EARTHDATA", "Data Discovery", "DAACs", "Community", and "Science Disciplines". The main header includes "GIOVANNI The Bridge Between Data and Science v 4.24" and "Release Notes Browser Compatib". A warning message is visible at the top: "Advisory on Web browsers installed on older operating system versions in (1 of 8 messages) Read More".



Portal de Ciclones Tropicales de GPM

<https://pmm.nasa.gov/applications/tropical-cyclones>

The screenshot shows the NASA Precipitation Measurement website. At the top, it features the NASA logo and the text "NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION" and "GODDARD SPACE FLIGHT CENTER". The main heading is "PRECIPITATION MEASUREMENT". Below this is a navigation bar with tabs for "Home", "GPM", "TRMM", "Science", "Applications", "Meetings", and "Data Access". A sidebar on the left lists "Applications" such as Tropical Cyclones, Extreme Weather, Floods, Landslides, Land Surface Models, Climate Prediction, Soil Moisture, Agriculture, Freshwater Availability, and World Health. Below the sidebar is a "Connect With Us" section with icons for Twitter, Facebook, and YouTube. The main content area is titled "Tropical Cyclones" and features a video player with the title "NASA | GPM: The Trouble with Irene". The video shows a flooded street with a fire truck and a person in a yellow raincoat. Below the video is a text block describing the GPM mission.

PRECIPITATION MEASUREMENT

Home GPM TRMM Science Applications Meetings Data Access

Applications

- Tropical Cyclones
- Extreme Weather
- Floods
- Landslides
- Land Surface Models
- Climate Prediction
- Soil Moisture
- Agriculture
- Freshwater Availability
- World Health

Connect With Us

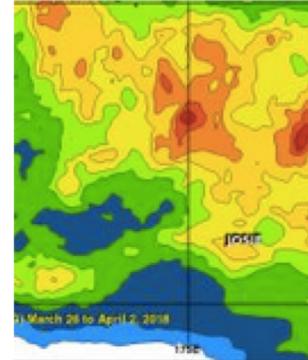
- Twitter
- Facebook
- Youtube

Tropical Cyclones

53/60 NASA | GPM: The Trouble with Irene

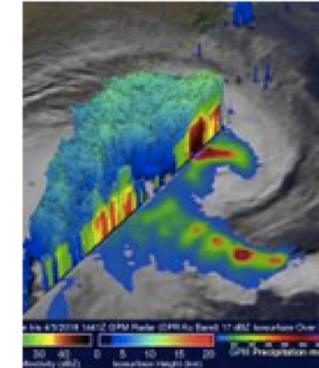
NASA's Global Precipitation Measurement mission, or GPM, a joint NASA/JAXA mission, provides rainfall data on storms and hurricanes like Irene that move out of the tropics. The data has been made available since the GPM Core Observatory launched in 2014 and shows in 3D how these storm systems develop and intensify as they move poleward. GPM's Core Observatory, partnered with a constellation of international satellites, provides a global picture of rain and snow every three hours.

Monday, April 2, 2018



Tropical Cyclone Josie's Deadly Flooding Rainfall Examined With IMERG

Wednesday, April 4, 2018



GPM Satellite Probes Tropical Cyclone Iris Near Australian Coast

Friday, April 6, 2018



GPM Shows Rainfall Southeast Of Sheared Tropical Cyclone Iris



Los Satélites Terra y Aqua y el Sensor MODIS

Terra

<http://terra.nasa.gov>

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial-10h30
- Cobertura Global
- 18 de diciembre de – Hoy
- 1 a 2 observaciones por día

Aqua

<http://aqua.nasa.gov/>

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial-13h30
- Cobertura Global
- 4 de mayo de 2002 – Hoy
- 1 a 2 observaciones por día



MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)

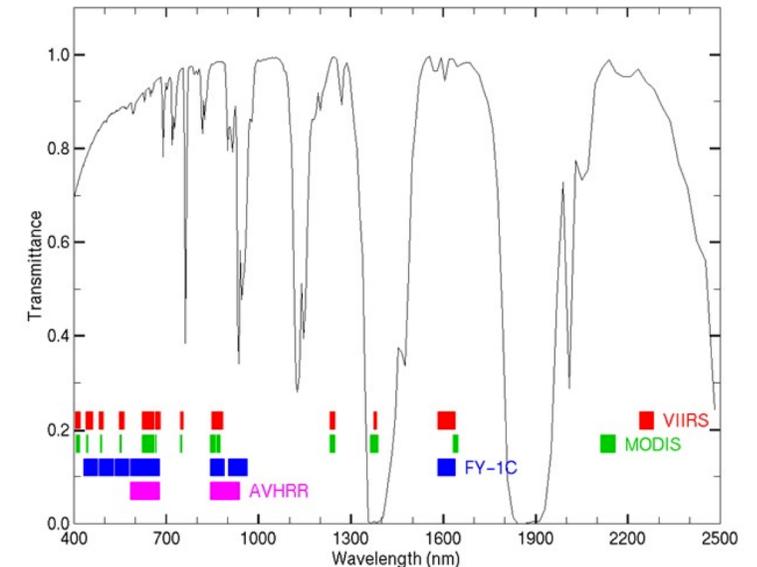
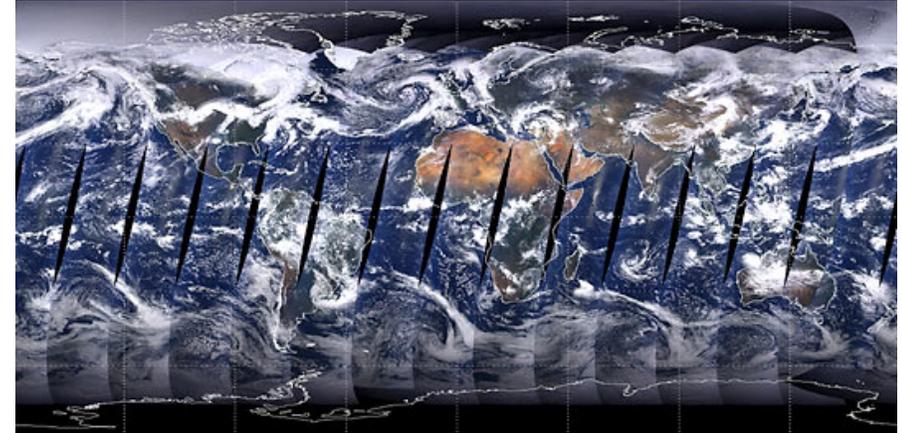
(Espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada)

<http://modis.gsfc.nasa.gov/>

- Bandas Espectrales
 - 36 bandas (roja, azul, IR, casi IR, IR media)
- Resolución Espacial
 - Global, barrido: 2.330 km
 - 250 m, 500 m, 1 km
- Resolución Temporal
 - Diaria, 8 días, 16 días, mensual, trimestral, anual
 - 2000 – hoy
- Acceso a Datos:

Land Processing Distributed Active Archive Center

http://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/

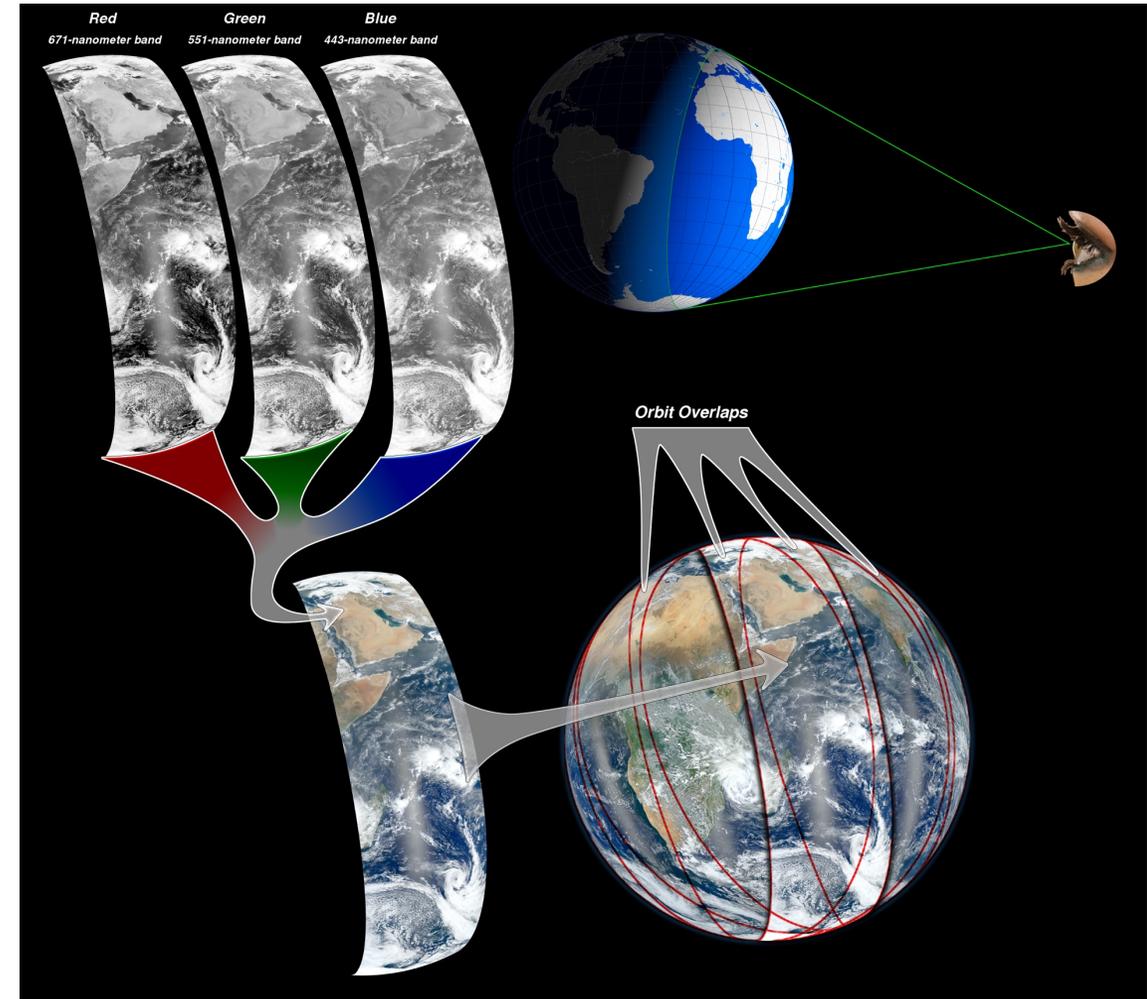


Suomi National Polar Partnership (SNPP)

(Colaboración Polar Nacional Suomi)

http://nasa.gov/mission_pages/NPP/

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial-13h30
- Cobertura global
- 21 de noviembre de 2011 – hoy
- Sensores:
 - VIIRS, ATMS, CrIS, OMPS, CERCEES



Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)

(Suite de Radiómetro de Imágenes Visibles e Infrarrojas)

<http://jointmission.gsfc.nasa.gov/viirs.html>

- Funcionalidad similar a la de MODIS
- Bandas Espectrales
 - 22 bandas (Visible, IR, Casi IR, IR Media, banda día/noche)
- Cobertura y Resolución Espaciales:
 - Global, Anchura de Barrido: 3,040 km
 - Resolución Espacial: 375 – 750 m
- Cobertura y Resolución Temporales:
 - Oct 2011 – hoy
 - 1 a 2 veces al día
 - Acceso a datos:
 - Land Processing Distributed Active Archive Center
- http://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/viirs/



Imagen DNB de España mostrando luces en los centros urbanos y nubes sobre el Océano Atlántico. Imagen cortesía del NASA Direct Readout Laboratory

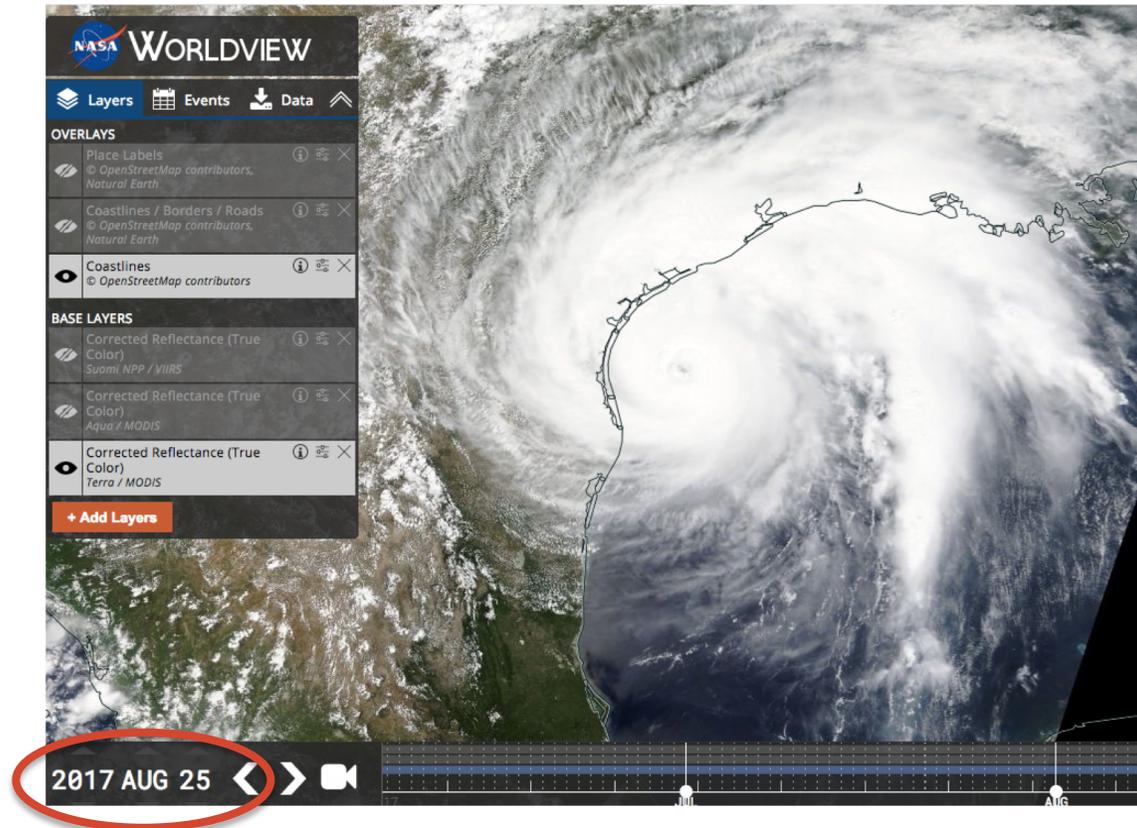


Acceso a las Imágenes de MODIS y VIIRS

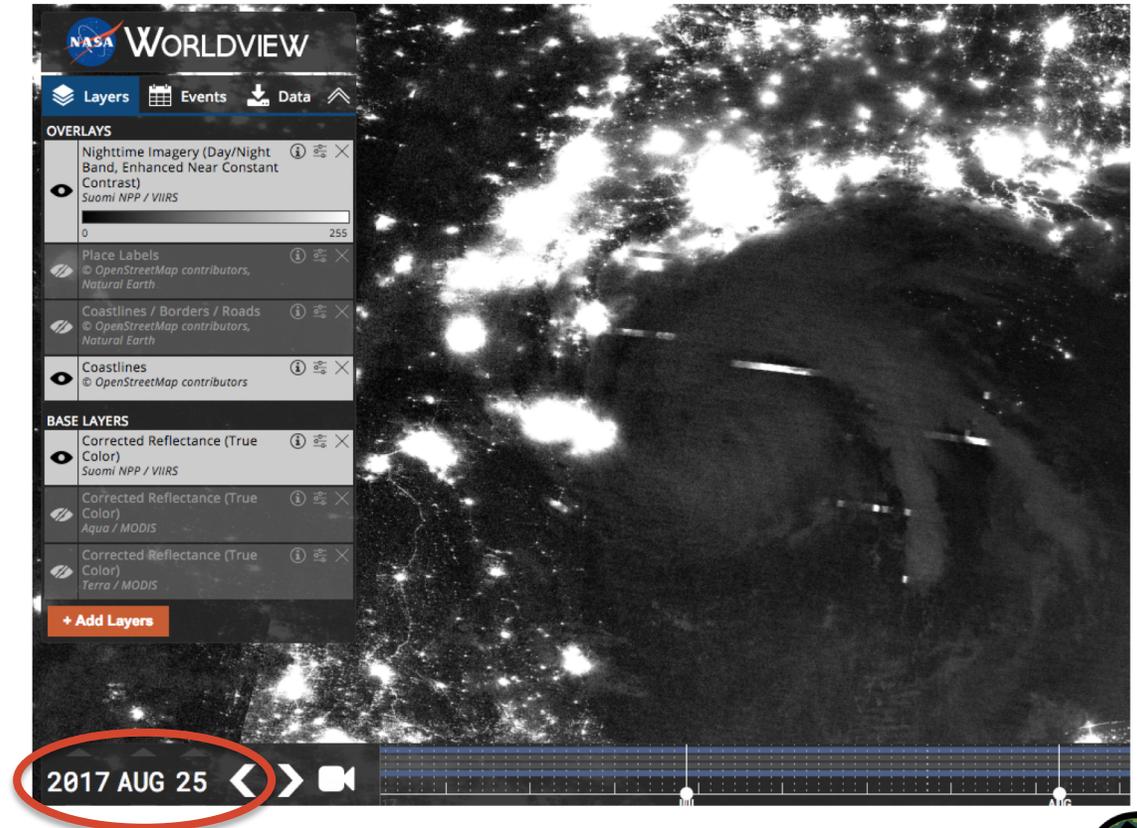
<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

Imágenes del Huracán Harvey

Terra MODIS



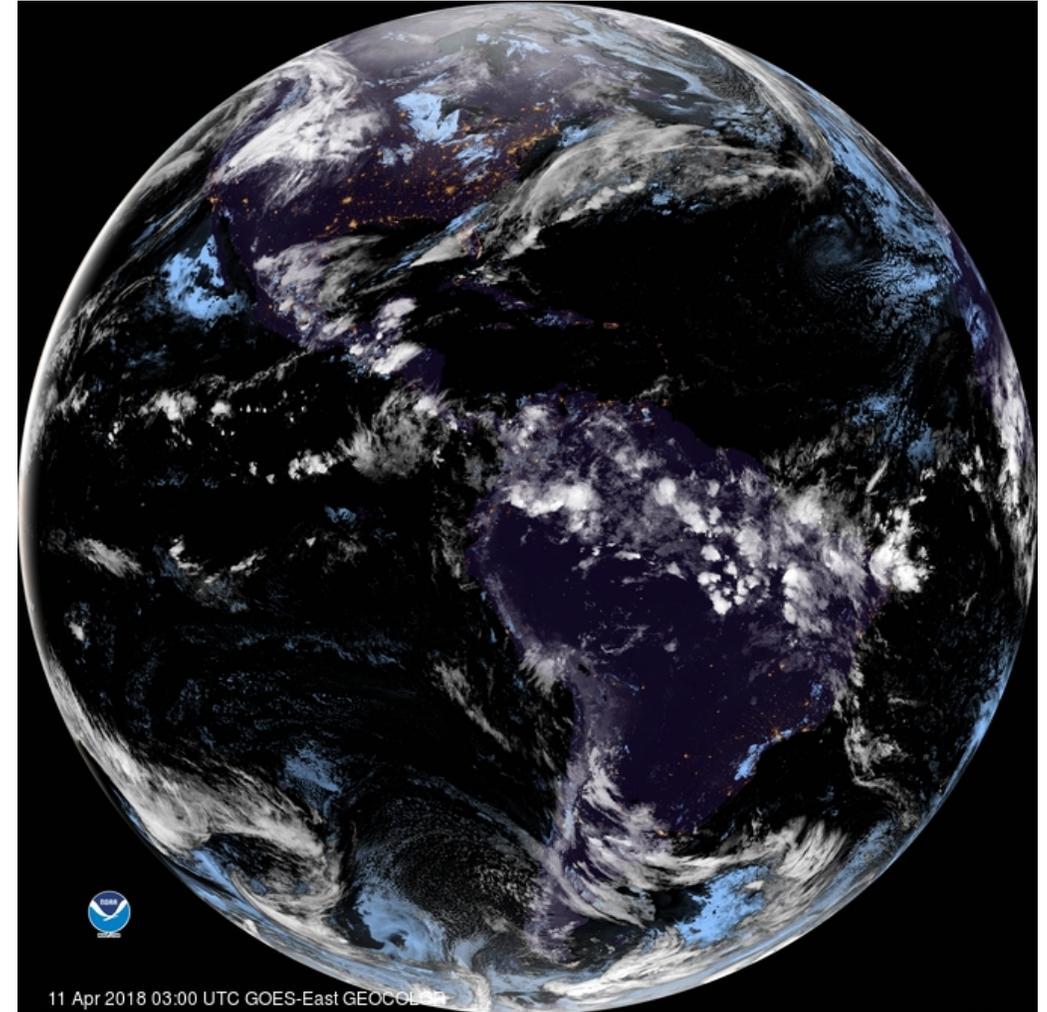
Imágenes Nocturnos de SNPP VIIRS



Imágenes Satelitales Operativas para Ciclones Tropicales

<https://www.nhc.noaa.gov/satellite.php>

- Disponibles de la NOAA
- Imágenes de Satélites Geoestacionarios
 - GOES East y West
 - METEOSAT
 - HIMAWARI-8



Pronóstico del Modelo de Sistemas de Terrestres de la NASA

https://gmao.gsfc.nasa.gov/GEOS_systems/

- El Sistema Goddard de Observación Terrestre (Goddard Earth Observing System o GEOS)-5 brinda datos en tiempo casi real y también pronósticos
- Opciones de configuración del Modelo de Circulación General: Atmosférica (A), Oceánica (O) y Acoplada A-O
- Modelos Química-Clima y Química-Transporte disponibles

Trayecto del Huracán Isaac (2012)

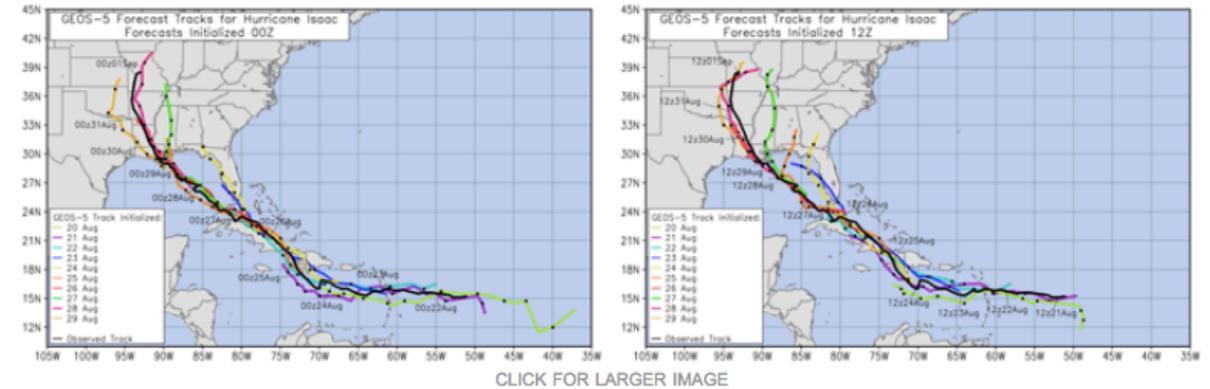


Figure 1. GEOS-5 0000 UTC (left) and 1200 UTC (right) forecast tracks for Hurricane Isaac, from August 20 to August 29. Forecast positions of the low pressure center of Isaac are depicted in color, with black dots indicating the center's forecast position at 12 hour intervals (at 0000 UTC and 1200 UTC). The observed track is shown in black, with the center's position at 0000 UTC (left) and 1200 UTC (right) labeled.

Fuente de la Imagen: NASA GMAO



GEOS-5: Mapas de Datos Meteorológicos en Tiempo Casi Real y para Pronósticos

<https://fluid.nccs.nasa.gov/weather/wxmaps/>

VARIABLES	
Abs EPV	Humidity
Precip & SLP	Temperature
Vorticity	Vert Velocity
Wind Speed	

REGIONS	
Atlantic	Australia
Global	Mid Atlantic
North America	N Polar
Pacific	Seven Seas
S Polar	

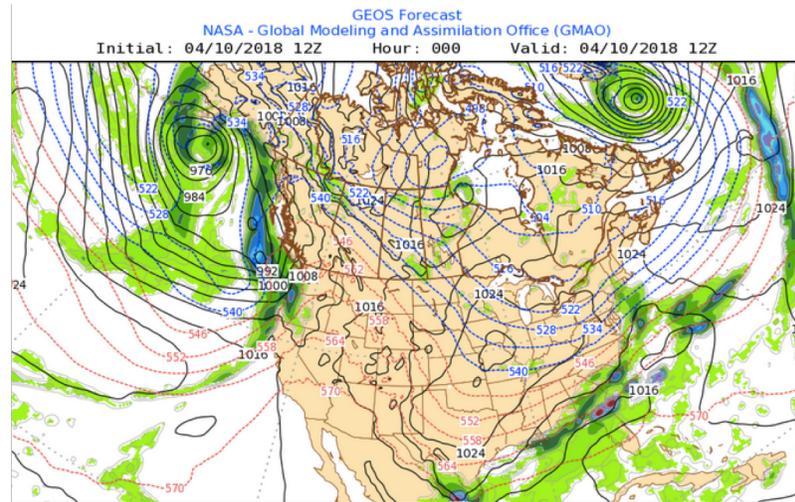
FORECAST INITIAL TIME

◀ 10Apr2018 12z ▶

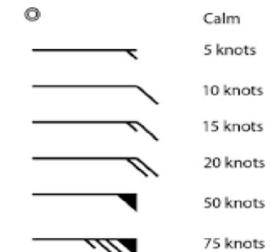
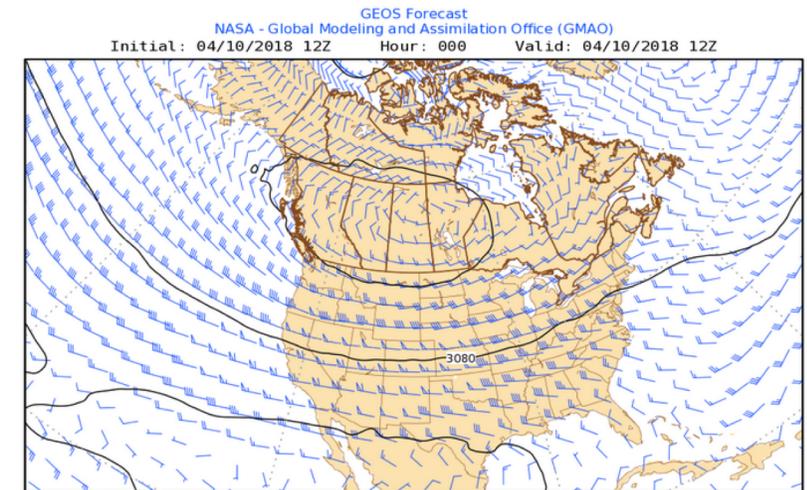
FORECAST LEAD HOUR

000 10Apr2018 12z

Precipitación Presión al Nivel del Mar



Velocidad y Dirección del Viento

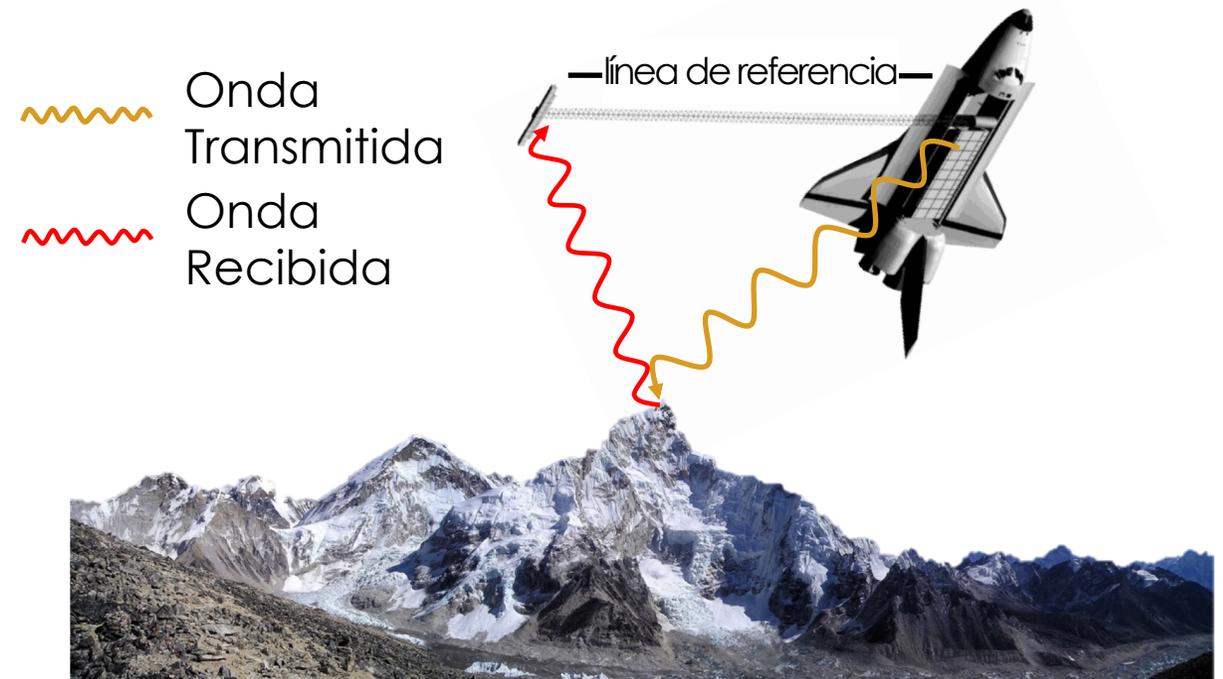


Datos del Terreno de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

<https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/mission.htm>

- Misión de radar de banda-C (5.6 cm)
- A bordo del trasbordador NASA Endeavour
- Concluida en febrero del 2000
- 176 órbitas alrededor de la Tierra in 11 días
- Adquirió datos digitales sobre la elevación del terreno de todas las tierras entre 60°N y 56°S latitud
- ~80% de toda la masa continental de la Tierra
- SRTM recopiló datos topográficos (de la elevación) mediante la interferometría
- Para información más detallada vea: https://arset.gsfc.nasa.gov/sites/default/files/water/Brazil_2017/Day3/S6P2.pdf

Señales de radar siendo transmitidas y recibidas en la misión SRTM (no en escala real)



Resolución Espacial: 30 m



Acceso a Datos sobre la Elevación de SRTM mediante Global Data Explorer (GDEx)

<http://gdex.cr.usgs.gov/>

The screenshot displays the Global Data Explorer (GDEx) interface. At the top, there are navigation menus for 'EARTHDATA', 'Data Discovery', 'DAACs', 'Community', and 'Science Disciplines'. The main header features the USGS logo and 'LP DAAC'. A toolbar contains various icons for map navigation and data management. Three callout boxes with arrows point to specific icons: 'Ampliar' points to the zoom-in icon, 'Definir región de interés por cuadro, estado, país o lat/lon' points to the region selection icons (USA flag, XY, and a yellow rectangle), and 'Descargar' points to the download icon. A 'Map Layers' panel on the right lists various data layers, including 'ASTER Global DEM', 'NASA Blue Marble', and 'SRTM' data. A legend and a small map of the United States are also visible.

Accessibility FOIA Privacy Policies and Notices

U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey
URL: <https://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>
Page Contact Information: LPDAAC@usgs.gov
Page Last Modified: 01/27/2017



[User Guide](#) | [GMU](#) | [CSISS](#) | [About GeoBrain](#) | [Contact](#)



Datos Socioeconómicos

<http://sedac.ciesin.columbia.edu/>

SOCIOECONOMIC DATA AND APPLICATIONS CENTER (SEDAC)
A Data Center in NASA's Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS) — Hosted by CIESIN at Columbia University

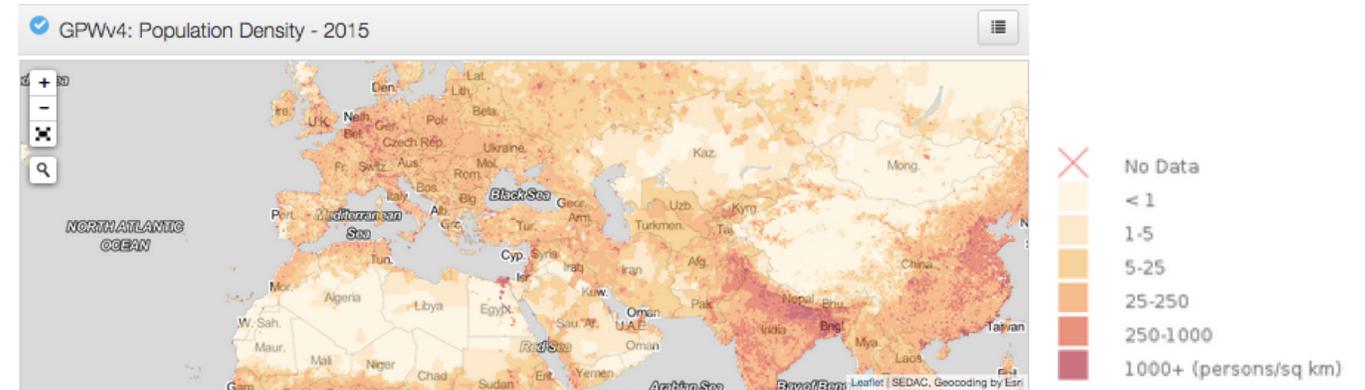
DATA ▾ MAPS ▾ THEMES ▾ RESOURCES ▾ SOCIAL MEDIA ▾ ABOUT ▾ HELP

Data Collections (41)

1 of 2
Prev | Next

- Anthropogenic Biomes**
Describes 21 global anthropogenic biomes based on population density, land use, and vegetation cover, grouped into six categories—dense settlements, villages, croplands, rangeland, forested, and wildlands.
- Archive of Census Related Products (ACRP)**
A collection of value-added georeferenced data files derived from the 1990 U.S. Census, spanning the United States and its territories.
- China Dimensions**
A wide range of data from circa 1990, including administrative boundaries, population and agricultural census data, and other statistics, covering the administrative regions of China.
- Climate Effects on Food Supply**
Assessments of potential climate change impacts of temperature and precipitation on global staple crop production (wheat, rice, and maize), with a focus on quantitative estimates of yield changes based on multiple climate scenarios.
- Compendium of Environmental Sustainability Indicators**
A compilation of sustainability indicators from multiple sources incorporating multiple country codes. Methodological summaries are contained in an accompanying metadata database.
- Energy Infrastructure**
Data on the locations and status of nuclear power facilities along with estimates of the population residing near locations with at least one operating reactor.
- Environmental Performance Index (EPI)**
Released every two years since 2006, the EPI groups performance indicators into two policy categories, environmental health and ecosystem vitality, in order to gauge how close countries are to reaching established environmental policy goals.
- Environmental Sustainability Index (ESI)**
Released four times between 2000 and 2005, and based on a compilation of indicators derived from underlying data sets, the ESI measures overall progress towards environmental sustainability for 146 countries.
- Environmental Treaties and Resource Indicators (ENTRI)**
Information on treaty participation by country, environmental treaty texts, and a Conference of Party (COP) decision search tool for major multilateral environmental agreements.
- Georeferenced Population Data sets of Mexico**
Administrative boundaries, settlement locations and populations, and gridded population data for Mexico circa 1990. Includes place names, geographic coordinates of more than 30,000 urban and metropolitan places, and elevation data for
- Global Agricultural Lands**
Combines satellite data with agricultural inventory data to estimate the proportion of land area in cropland and pasture for the year 2000.
- Global Fertilizer and Manure, v1**
Global gridded data sets of fertilizer application rates and manure production of nitrogen and phosphorus for circa 2000.

Densidad Poblacional Global



- Otros Conjuntos de Datos Útiles:
 - Datos urbanos a nivel mundial del satélite Landsat
 - Reservorios y represas (global)
 - Zonas costeras de elevación baja
 - Caminos (global)
 - Infraestructura energética
 - Tierras agrícolas (global)



Global Disaster Alert and Coordination System

(Sistema Mundial de Alerta y Coordinación de Desastres)

<http://www.gdacs.org/>

Portal Integrado de Datos e Información

Incluye

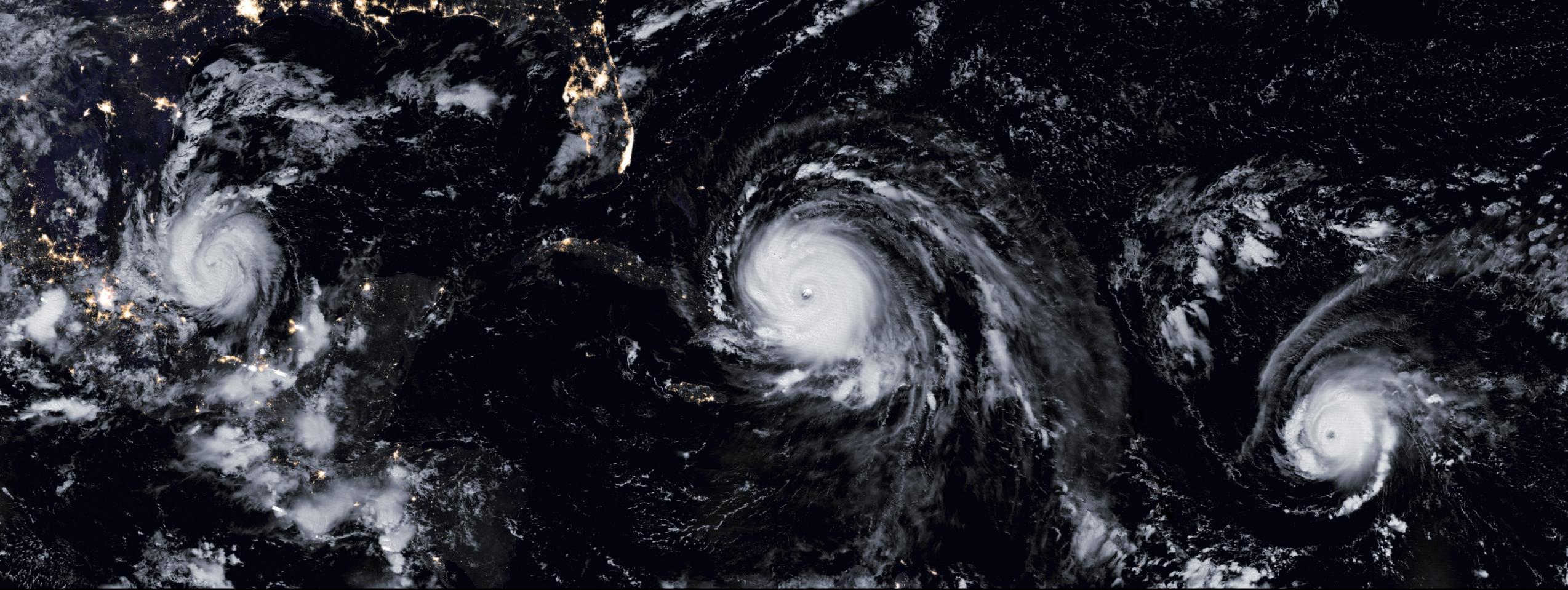
- información sobre tormentas en tiempo casi real y sobre tormentas anteriores
- Datos y mapas de modelos y satélites
- Informes mediáticos e impactos

The screenshot shows the GDACS website interface. At the top, there is a blue header with the GDACS logo and the text: "GDACS is a cooperation framework between the United Nations, the European Commission and disaster managers worldwide to improve alerts, information exchange and coordination in the first phase after major sudden-onset disasters." Below the header is a navigation menu with links: HOME, ALERTS, VIRTUAL OSOCC, MAPS & SATELLITE IMAGERY, SCIENCE PORTAL, ABOUT GDACS. The main content area features a "Latest news" section with a dropdown menu showing "ar Coast Of Central Chile" and "Tropical Cyclones KENI-18". Below this is a world map displaying disaster alerts in the past 4 days, with the last 24 hours highlighted in yellow. The map includes a scale bar for 5000 km and a legend. Below the map, there are three columns of event summaries: EARTHQUAKES, TROPICAL CYCLONES, and FLOODS. The "TROPICAL CYCLONES" section is circled in red and lists "KENI-18 (139km/h) - 11 Apr 00:00".

Map of disaster alerts in the past 4 days. Last 24 hours events are highlighted in yellow. Small earthquakes are shown as green boxes. European Union, 2015. Map produced by EC-JRC. The boundaries and the names shown on this map do not imply official endorsement or acceptance by the European Union.

EARTHQUAKES	TROPICAL CYCLONES	FLOODS
Near Coast Of Central Chile (6.2M) - 10 Apr 10:19	KENI-18 (139km/h) - 11 Apr 00:00	Fiji Tonga Vanuatu - 09 Apr 00:00
South Georgia and the South Sandwich		





Demostración:

NASA Worldview, Giovanni

Imágenes Satelitales del NHC, GDACS

El Huracán Harvey, Océano Atlántico y Golfo de México (17/08-03/09/2017)

El Ciclón Marcus, Océano Índico Sur (16-24/03/2018)

El Huracán Harvey

https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL092017_Harvey.pdf



Hurricane Harvey

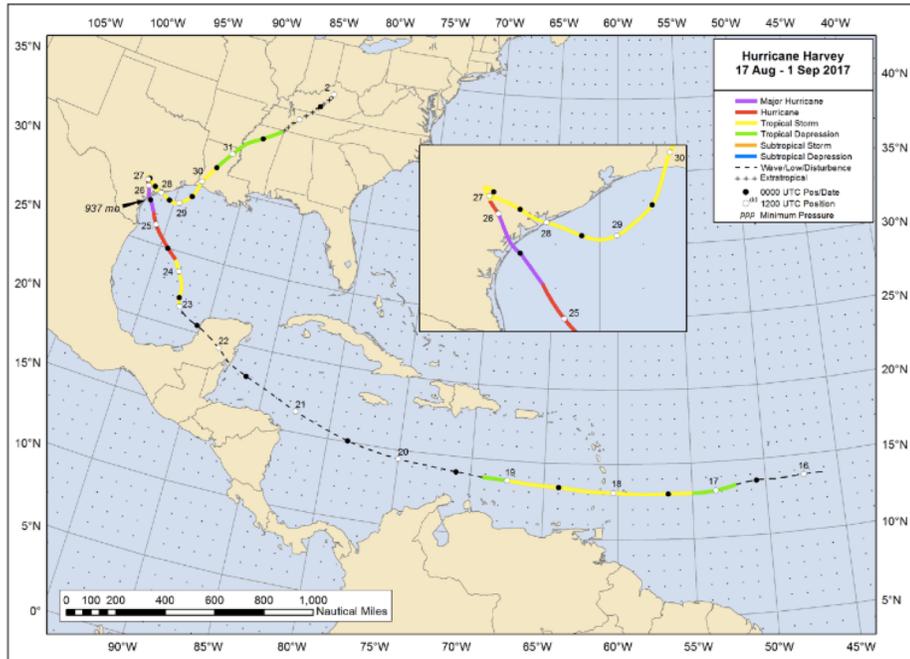


Figure 2. Best track positions for Hurricane Harvey, 17 August – 1 September 2017.



The scope of Harvey's destruction is incomprehensible. See how it stacked up to Hurricanes Katrina and Sandy and made history. USA TODAY



(Photo: USA TODAY NETWORK)

CONNECT TWEET LINKEDIN COMMENT 16 EMAIL MORE

The initial estimates from Hurricane Harvey are in, and they dwarf most other hurricanes and tropical storms.

More than 30,000 people have fled to Houston shelters while an untold number of other people have been displaced since it came ashore Friday night as

a Category 4 hurricane.

Here's a look at the storm's massive size and the destruction it has wrought:

\$190 BILLION

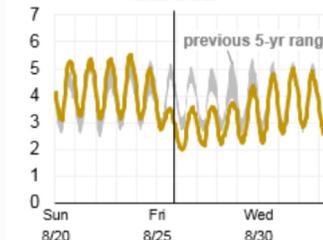
Hurricane Harvey's price tag could dwarf previous natural disasters in the U.S., according to an estimate from weather firm AccuWeather (in billions):

Hurricane Harvey caused electric system outages and affected wind generation in Texas

Hourly electricity load in ERCOT southern and coastal regions thousand megawatts (MW)

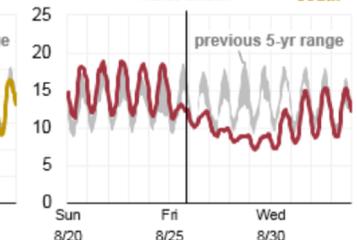
South region

Friday 8/25/17 10:00 p.m.
Hurricane Harvey makes landfall



Coastal region

Friday 8/25/17 10:00 p.m.
Hurricane Harvey makes landfall

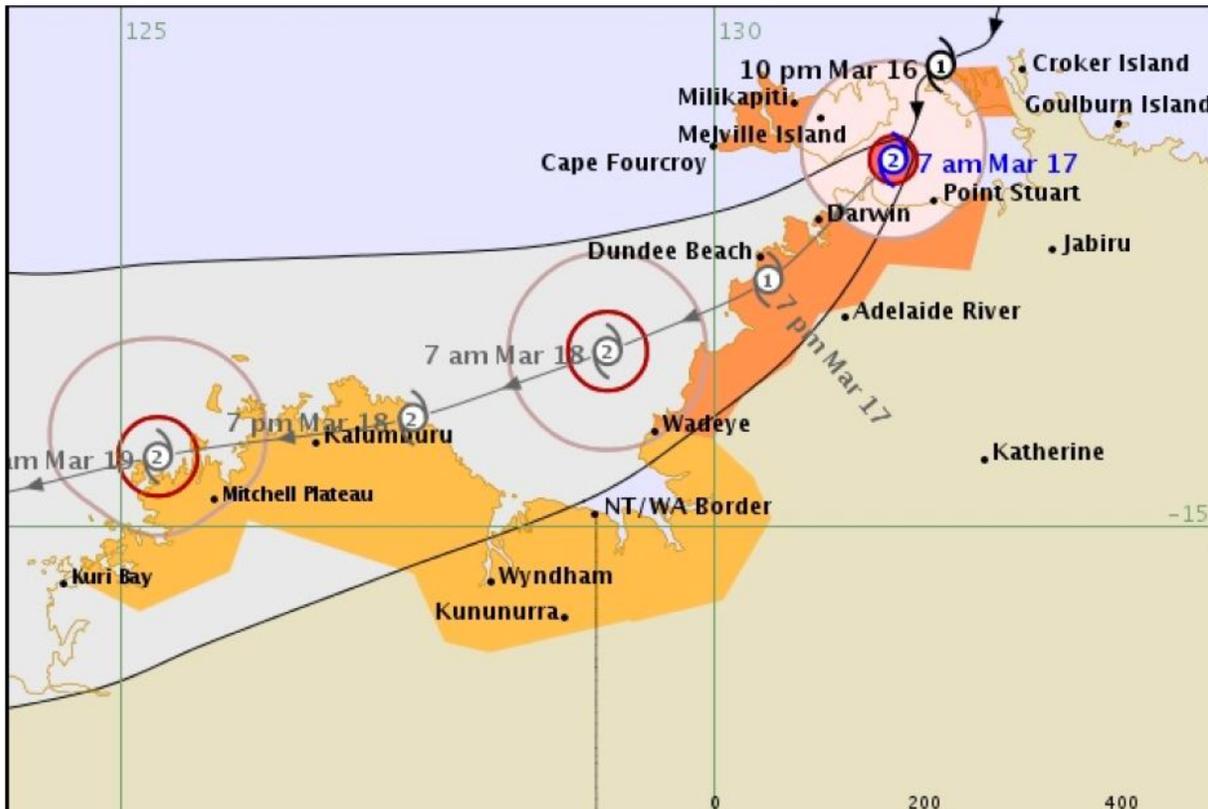


Left: [FEMA](#), Middle: [USA Today](#), Right: [U.S. EIA](#)



El Ciclón Trópicol Marcus

Tropical Cyclone Marcus hits Darwin with 130km/h winds



Power is out in several areas and the storm has also affected the city's water supply

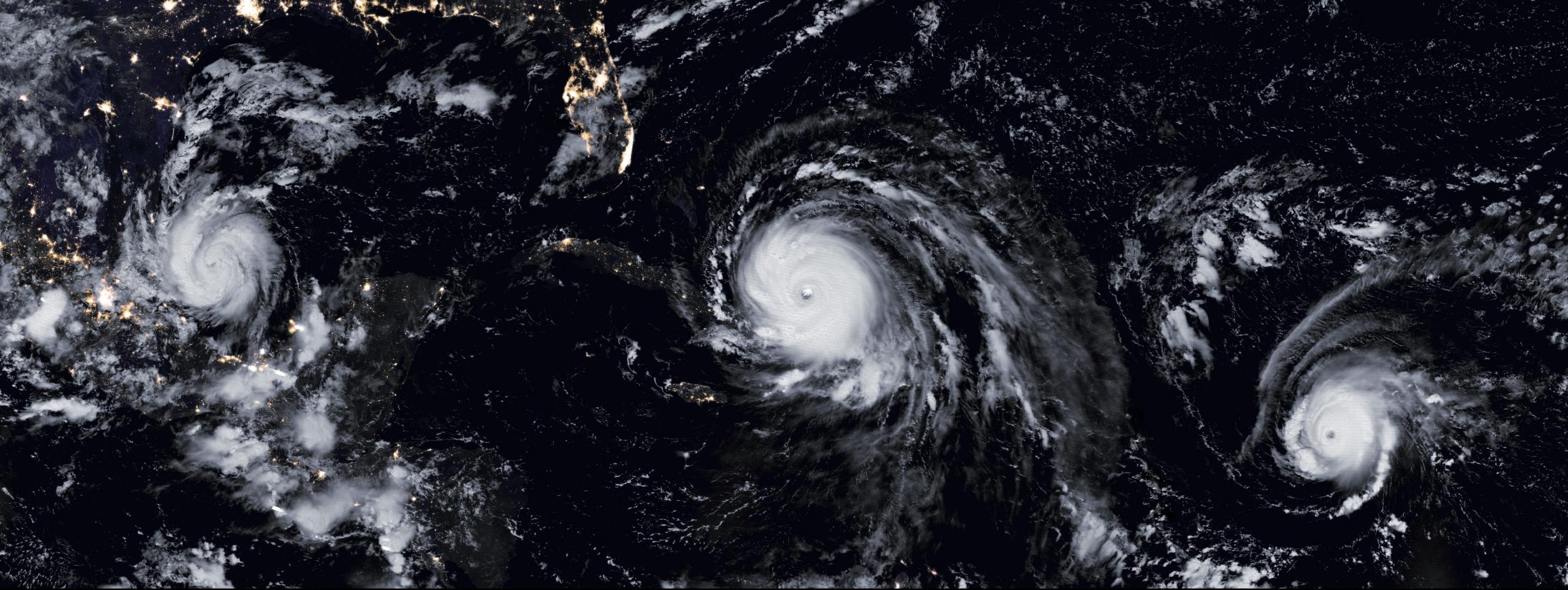


▲ Winds cause destruction as Tropical Cyclone Marcus bears down on Darwin. Photograph: Glenn Campbell/AAP

Darwin is being battered by 130km/h winds and heavy rain as Tropical Cyclone Marcus hits the city, bringing down trees and power lines and shutting down the local water supply in parts.

Left: [ABC News Australia](#), Right: [The Guardian](#)





Ejercicio: Monitoree una Tormenta

Monitoreo y Preparativas para una Tormenta que Se Avecina

- Anuncios y Noticias del National Weather Service
- Pronóstico NSC/CPHC
- Advertencia/Alerta de Ciclón

Monitoree Imágenes Satelitales

- MODIS y VIIRS (Worldview)
- Imágenes Geoestacionarios (NHC)
- GPM Precipitation (Giovanni y GPM Hurricane Portal)
- Vientos y Presión al Nivel del Mar (GEOS-5)

Evalúe la situación en su área durante 48, 24, 12 horas

- Abastézcase de provisiones de emergencia
- Proteja su propiedad
- ¿Se encuentra en un área de elevación baja?
- ¿Debe planificar evacuarse?

Siga las Directivas de la FEMA





¡Gracias!

La Próxima Semana: El Monitoreo Durante y Después de un Ciclón: Precipitación, Vientos, Inundación por Marejadas