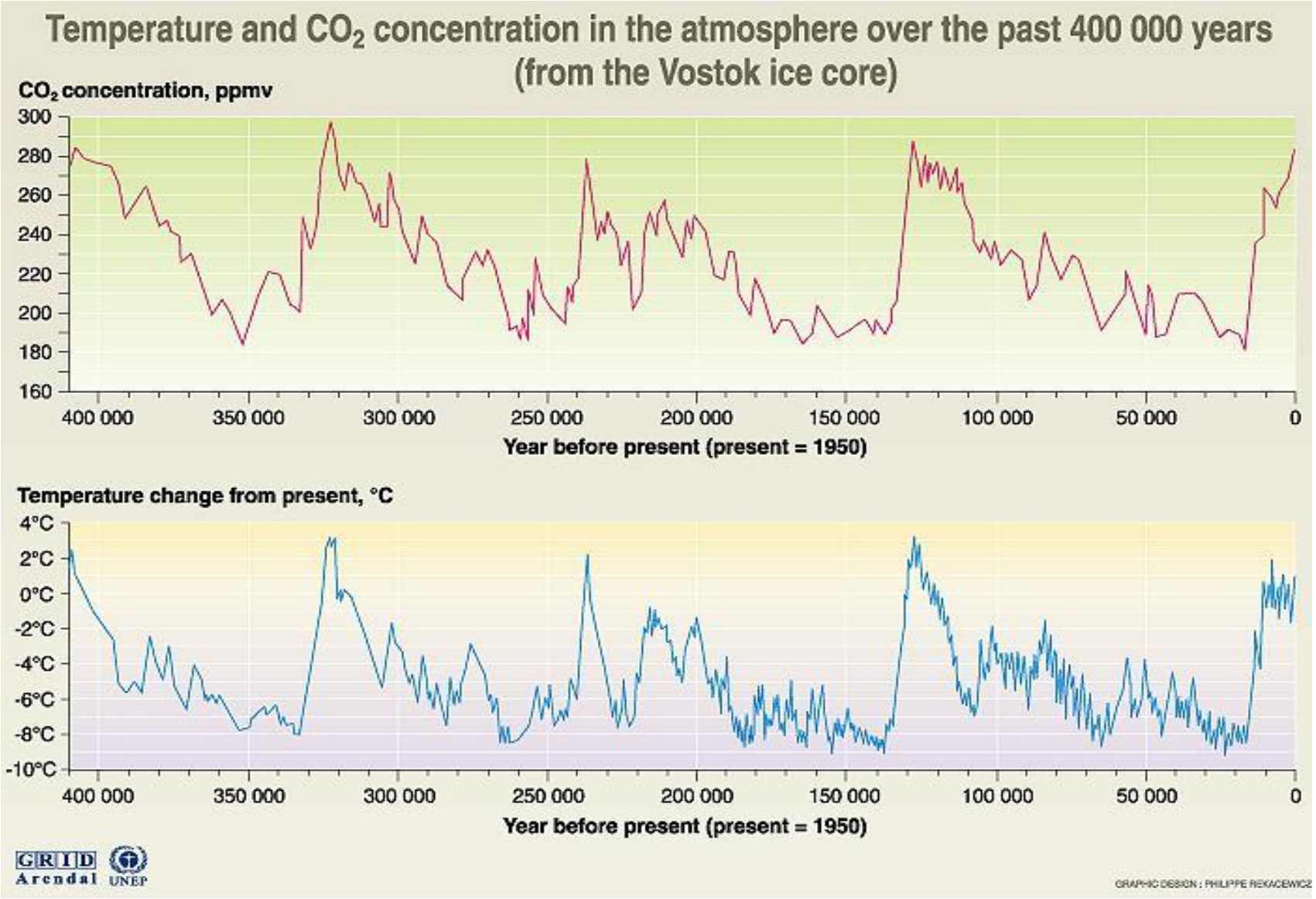
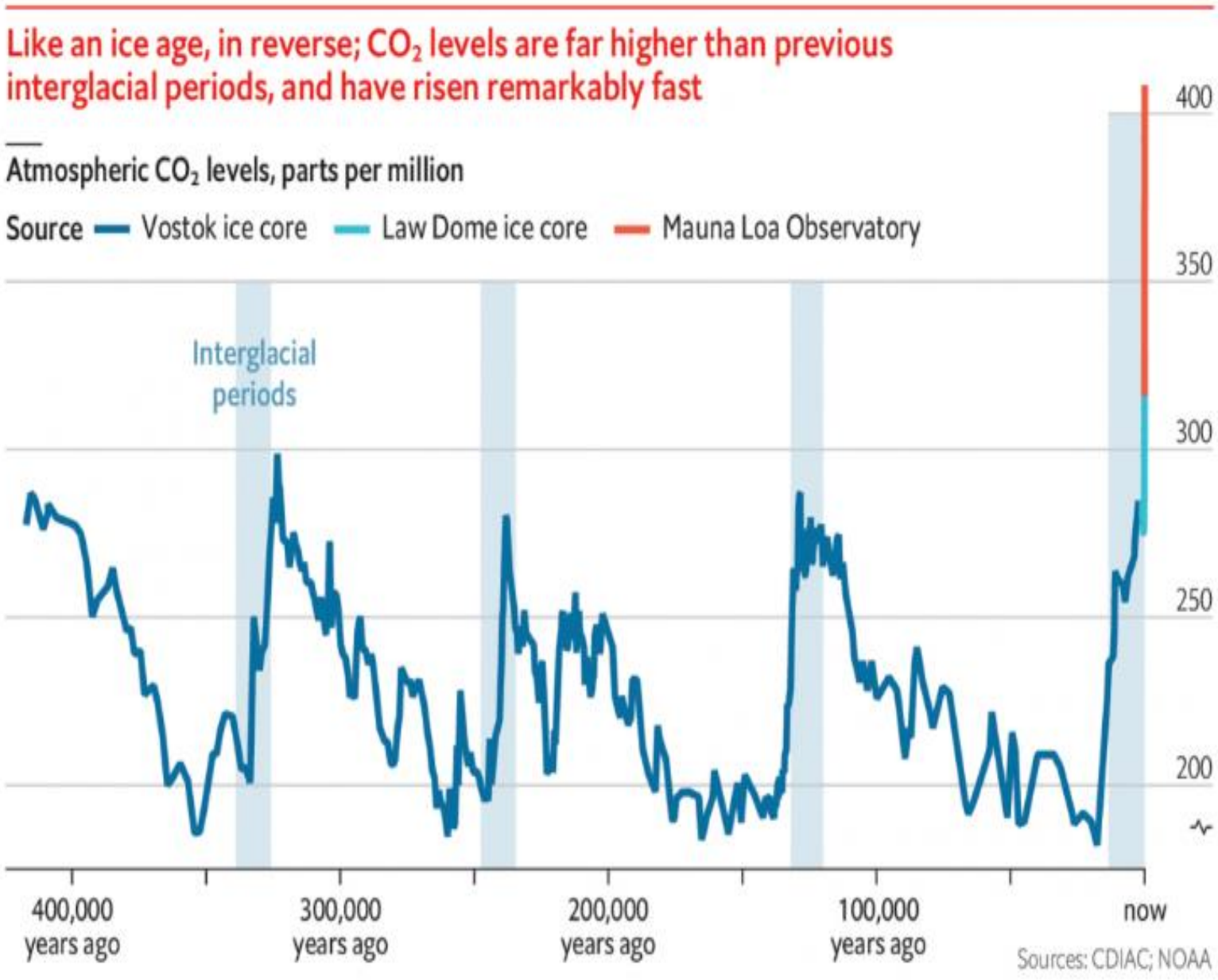
PUERTOS Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Gabriel Quadri, 2019

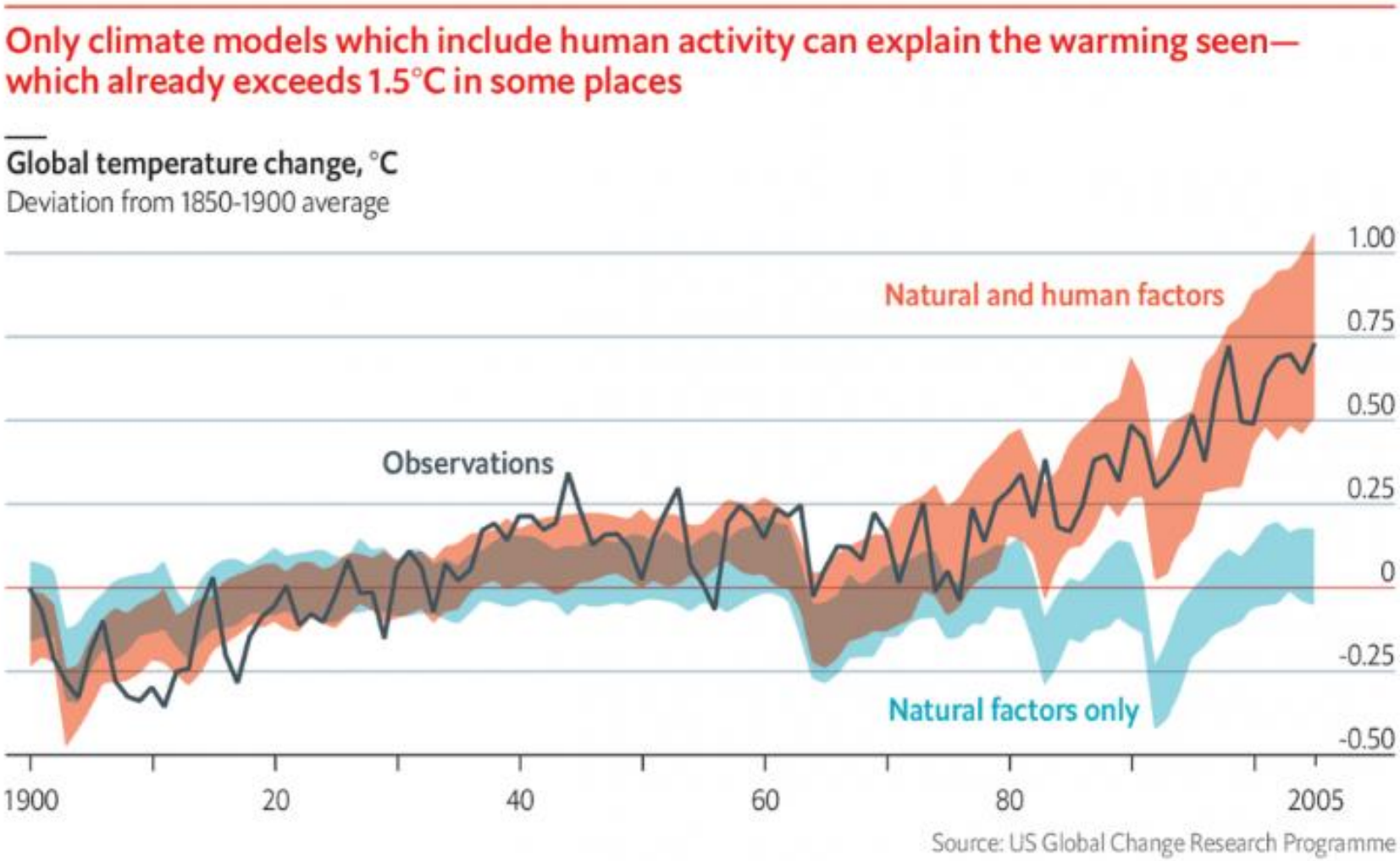
CORRELACIÓN ENTRE CO2 Y TEMPERATURA



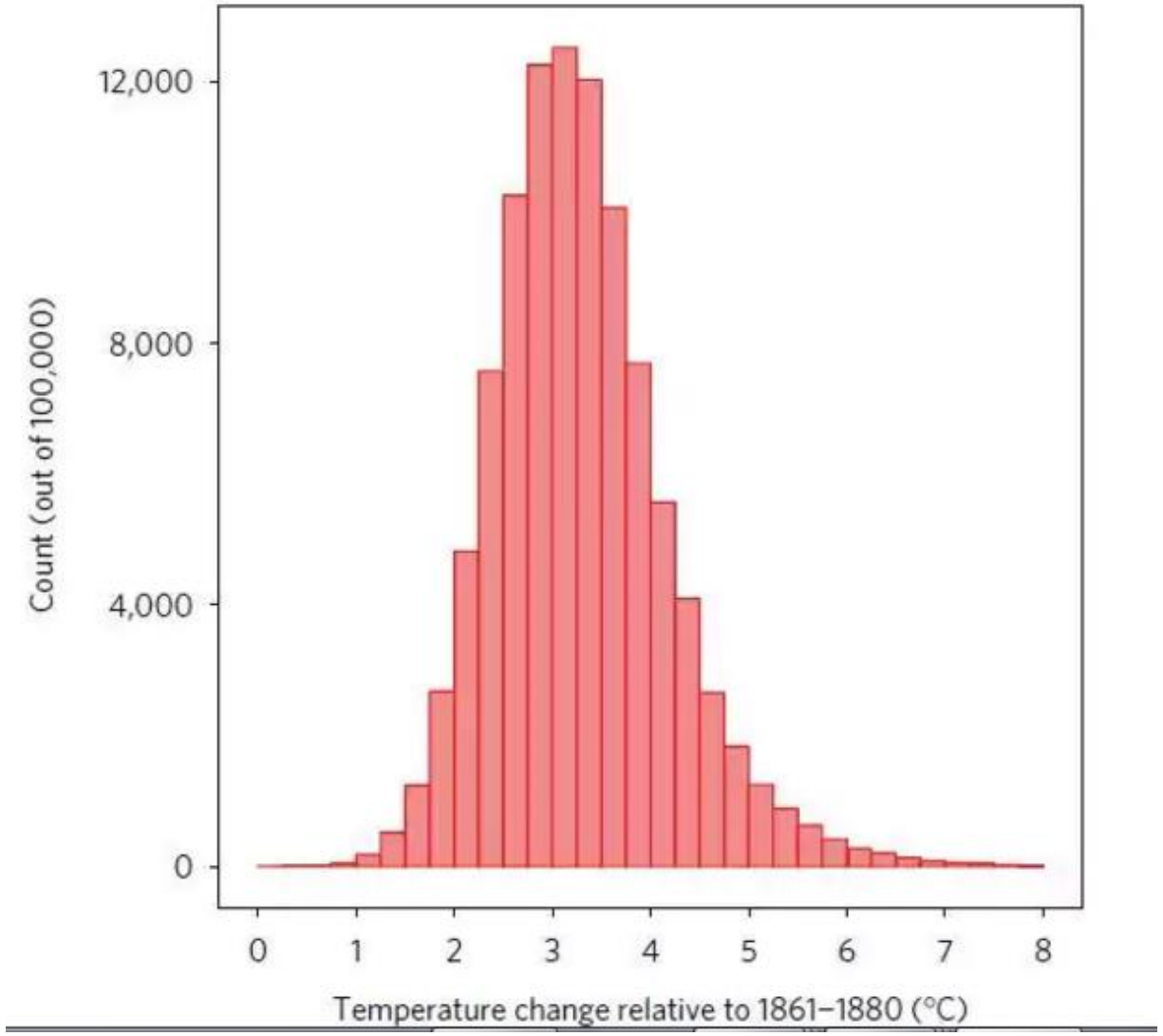
Source: J.R. Petit, J. Jouzel, et al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, Nature 399 (3JUne), pp 429-436, 1999.


Like an ice age, in reverse; CO_2 levels are far higher than previous interglacial periods, and have risen remarkably fast
Atmospheric CO_2 levels, parts per million
Source
Vostok ice core
Law Dome ice core
Mauna Loa Observatory
Interglacial periods
400
350
300
250
200
400,000 years ago
300,000 years ago
200,000 years ago
100,000 years ago
now
Sources: CDIAC; NOAA

CAMBIO CLIMÁTICO Y TEMPERATURAS

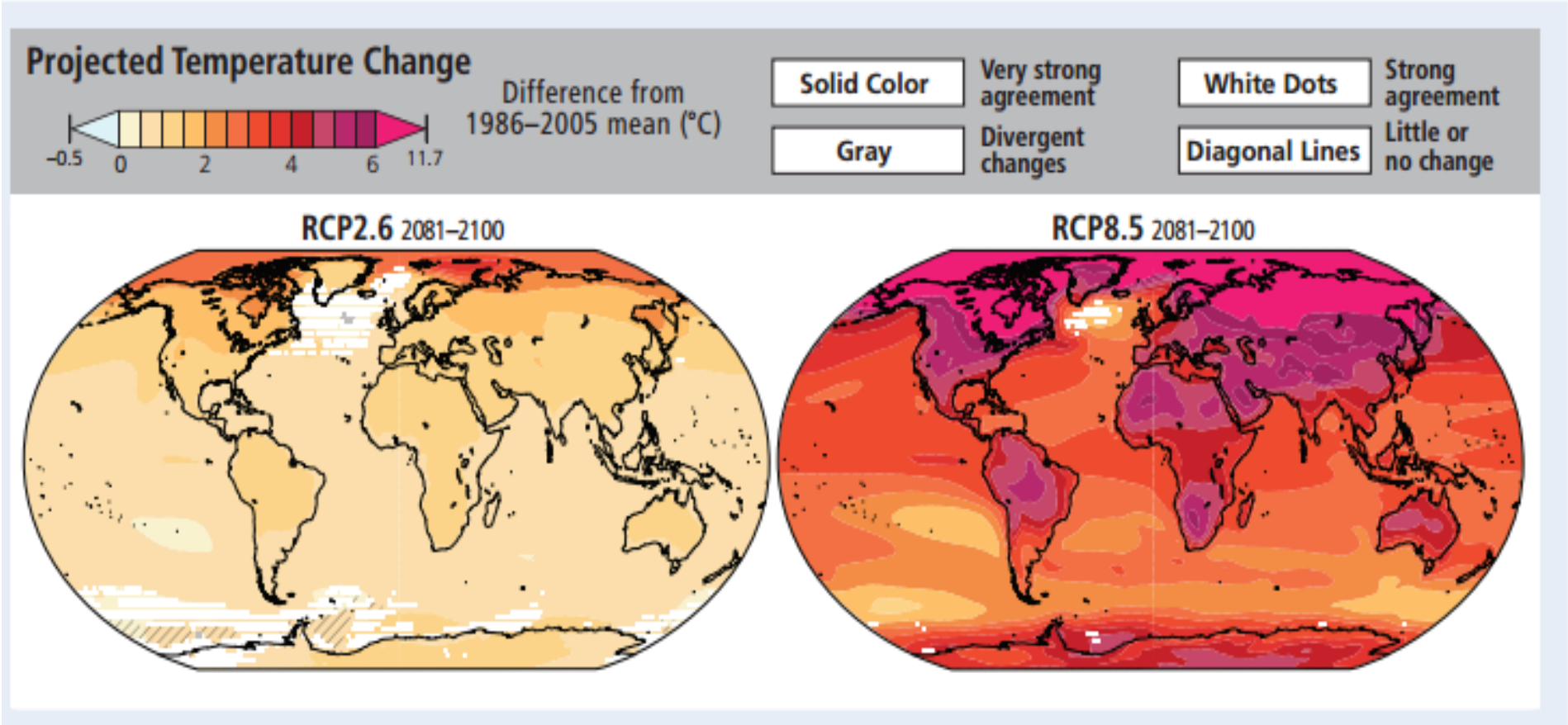


CAMBIO CLIMÁTICO, PROBABILIDAD DE AUMENTO DE TEMPERATURA HACIA EL 2100



Fuente: Adrian Raftery
University of Washington

CAMBIOS EN LA TEMPERATURA PROMEDIO AL 2100



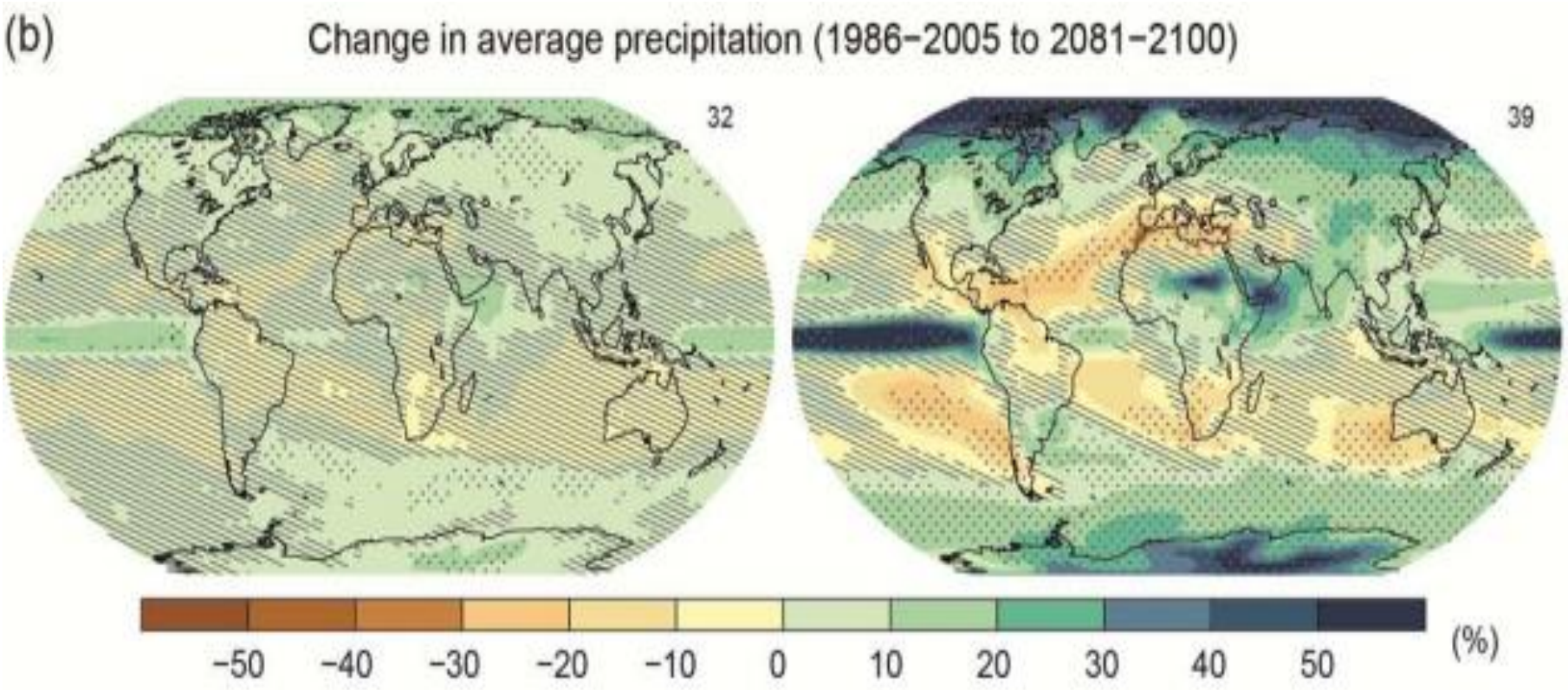
Fuente. IPCC 2014

CAMBIO CLIMÁTICO IPCC, MÉXICO
ELEVACIÓN DEL NIVEL DEL MAR

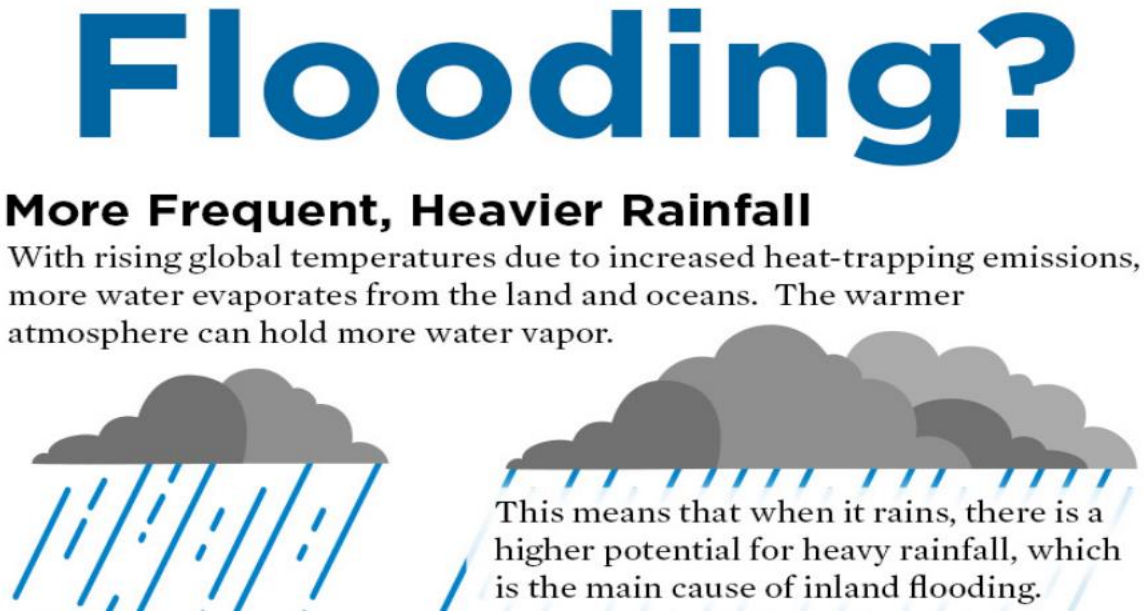
Fuente: National Geographic

DERRETIMIENTO DE GLACIARES Y ELEVACIÓN DEL NIVEL DEL MAR

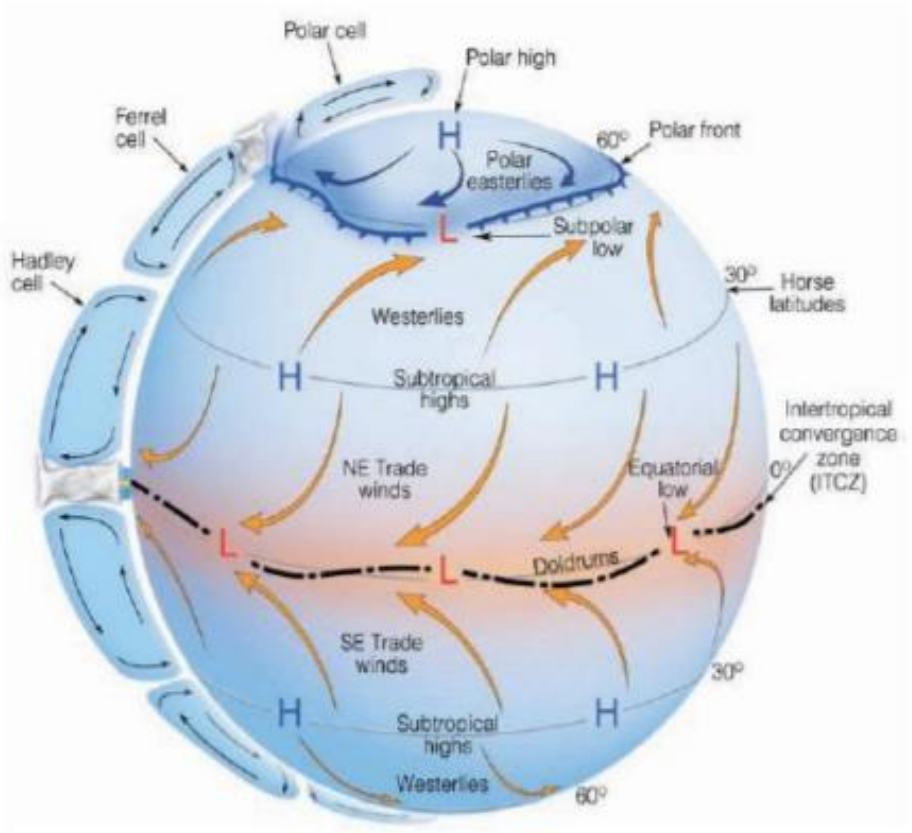
CAMBIO CLIMÁTICO IPCC, 2013
CAMBIOS EN PRECIPITACIÓN



INUNDACIONES

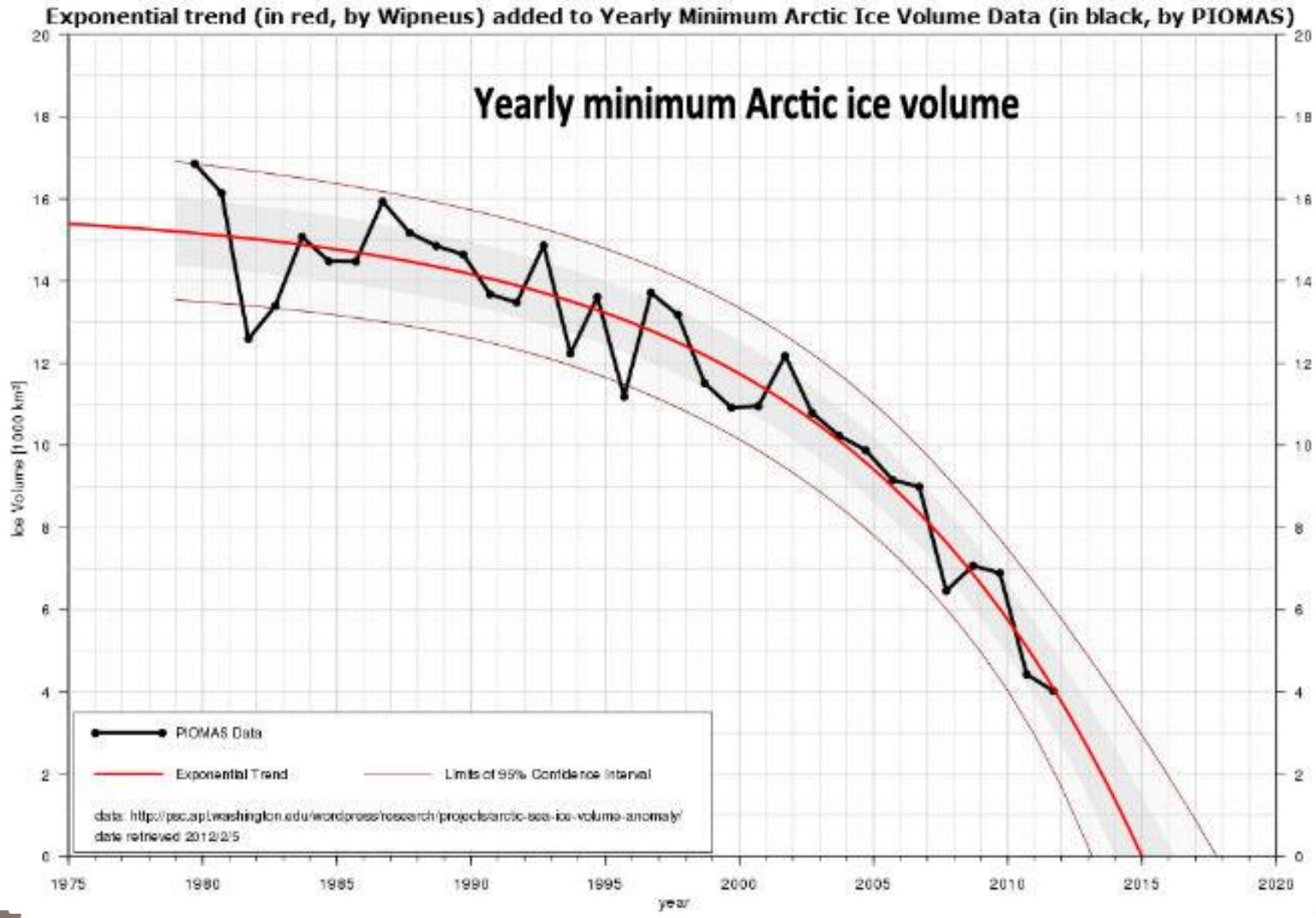


CAMBIO CLIMÁTICO IPCC, CAMBIOS EN PRECIPITACIÓN, SEQUÍAS

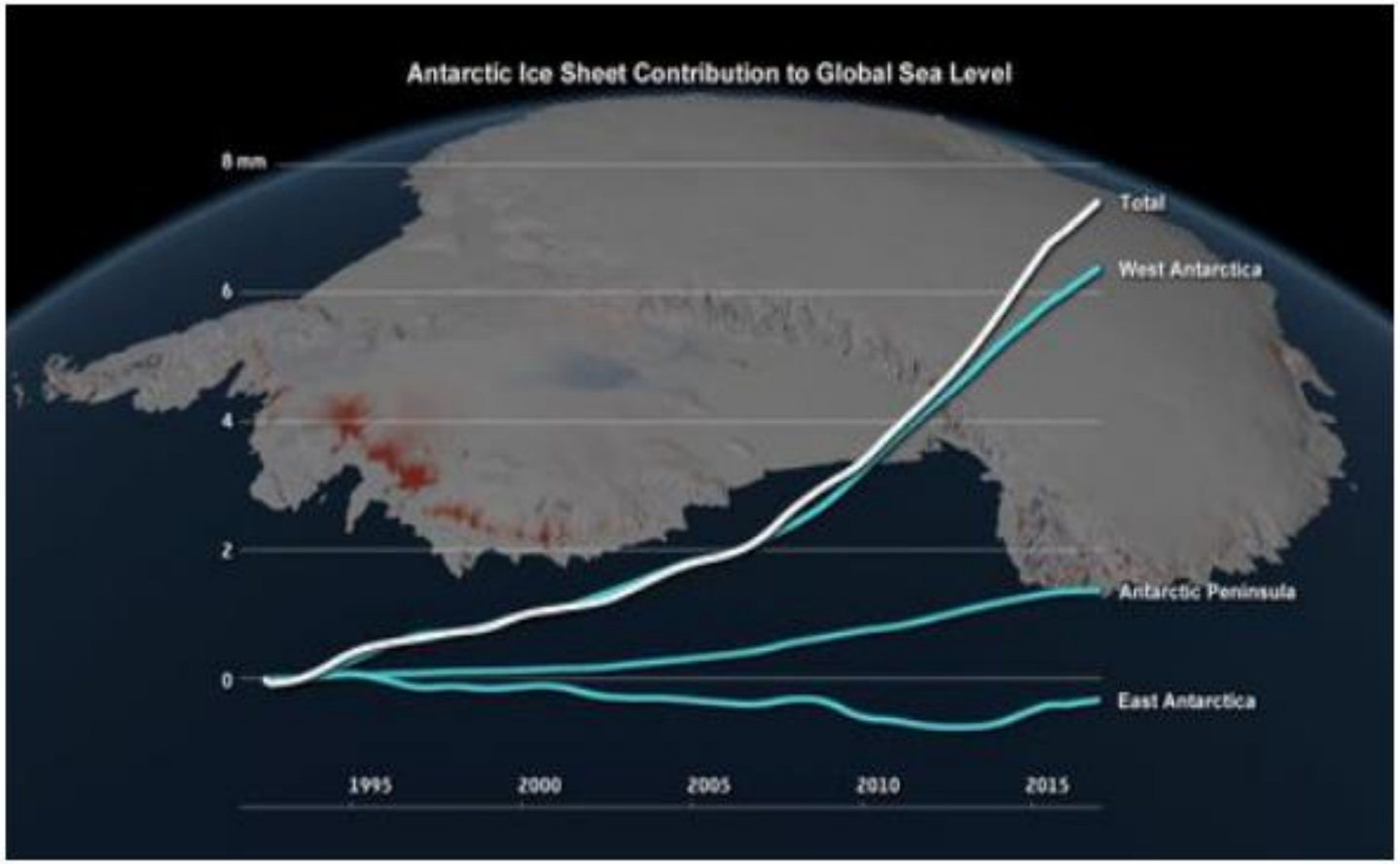


ALTERACIÓN DE CELDAS DE HADLEY
AMPLIACIÓN
Y EXTENSIÓN HACIA MAYORES LATITUDES

VOLUMEN ANUAL DE HIELO EN EL ÁRTICO

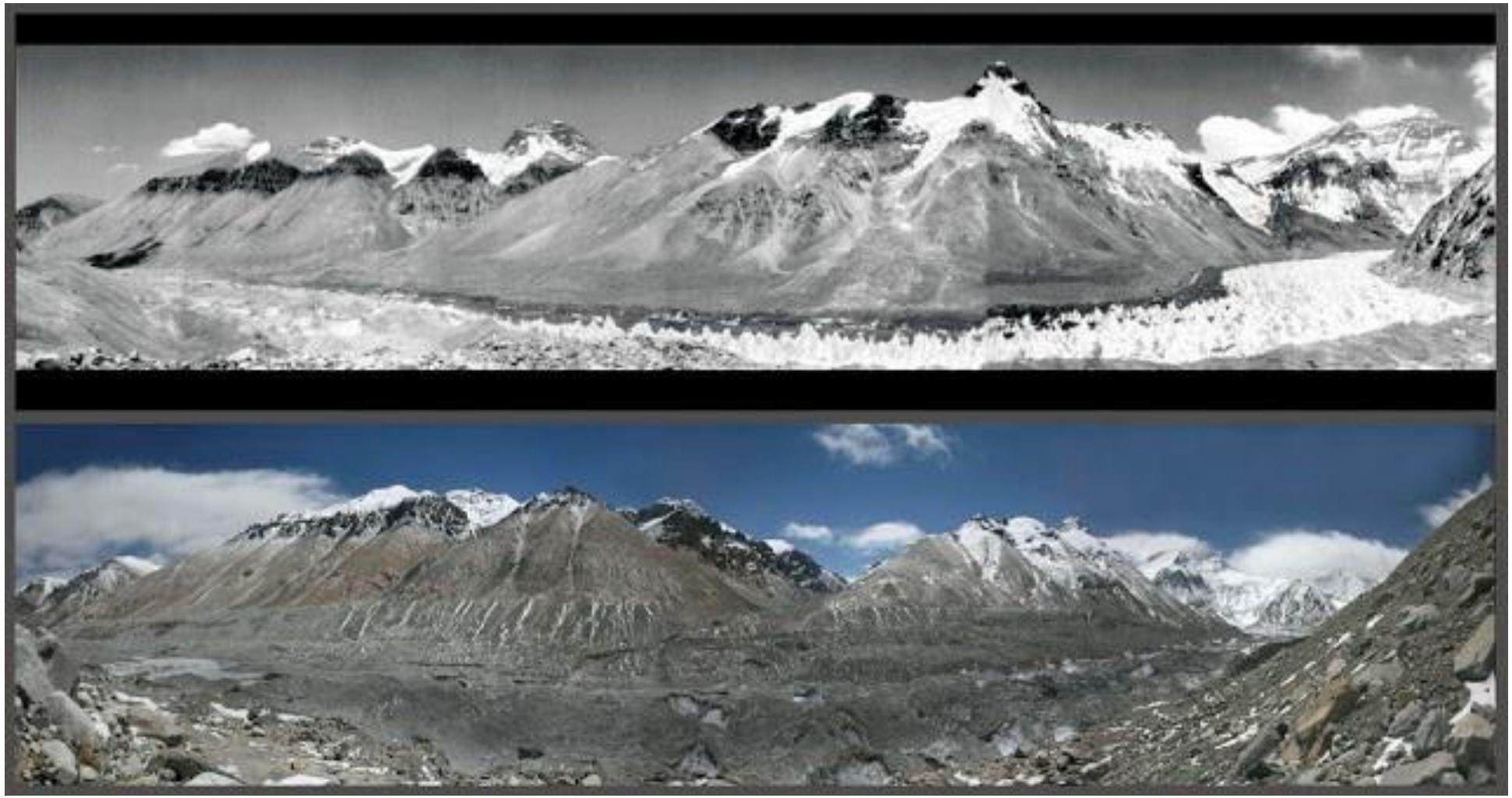


DERRETIMIENTO DE LA ANTÁRTIDA Y ELEVACIÓN DEL NIVEL DEL MAR

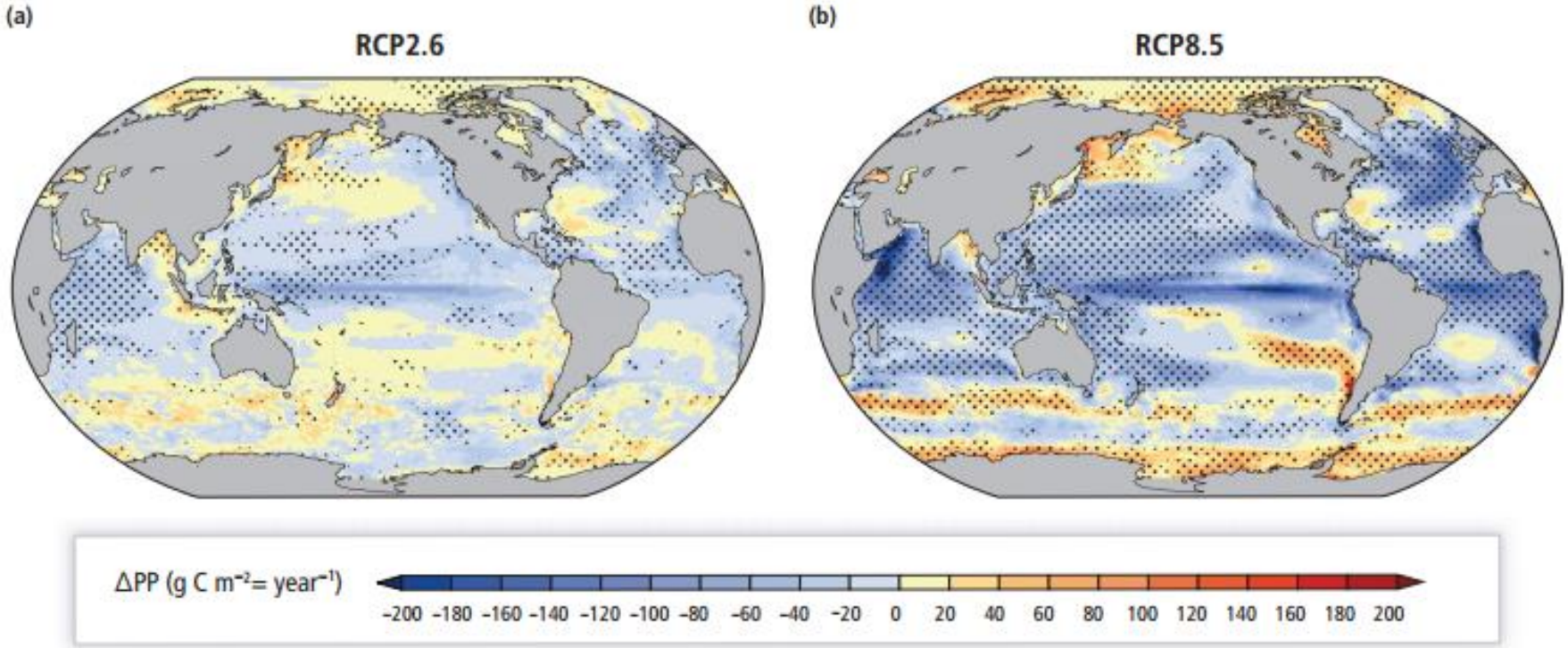


Sea-level contribution attributed to the Antarctic ice sheet between 1992 and 2017. (IMBIE/Planetary Visions)

DERRETIMIENTO DE GLACIARES

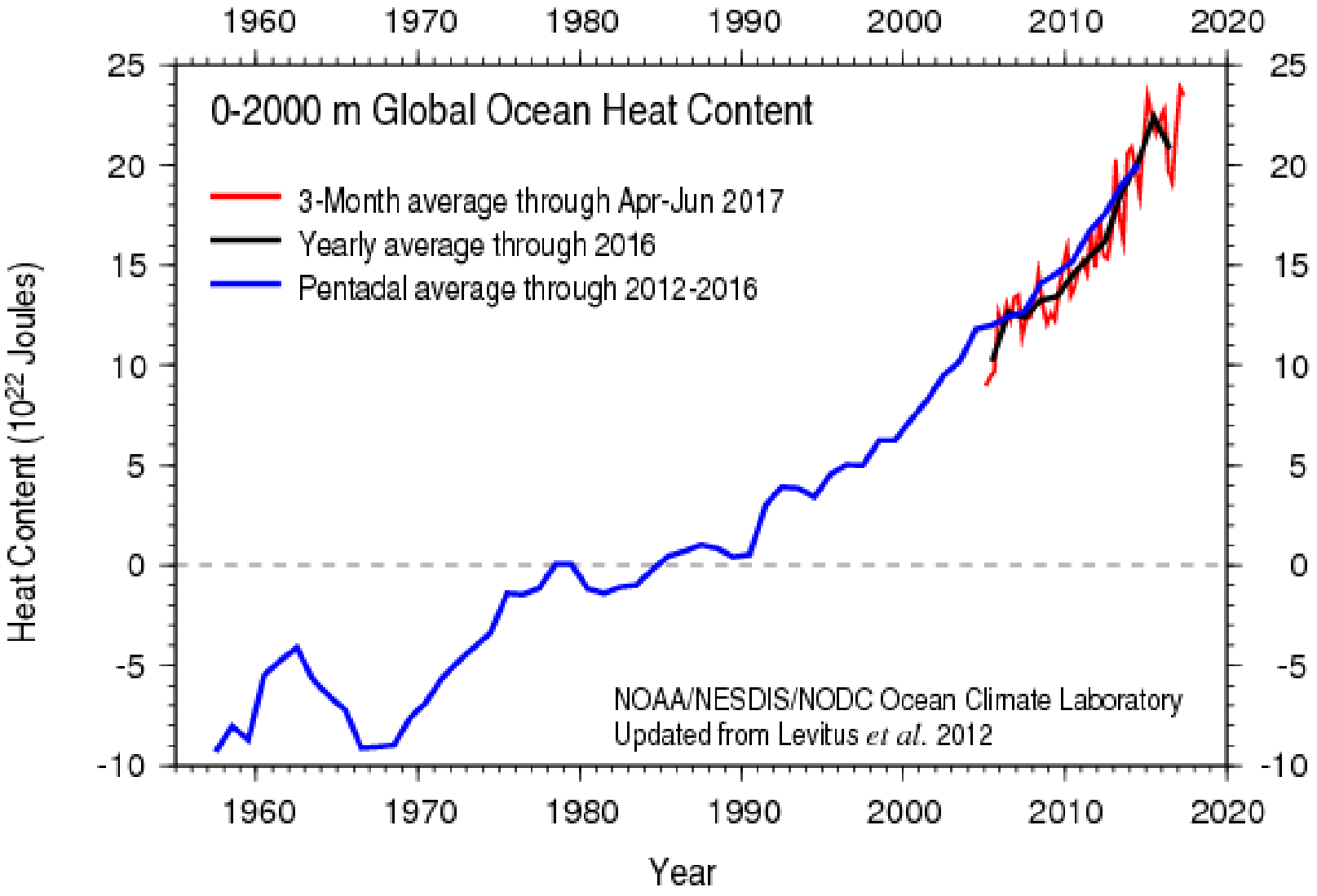


CAMBIOS EN PRODUCTIVIDAD PRIMARIA DE LOS OCÉANOS

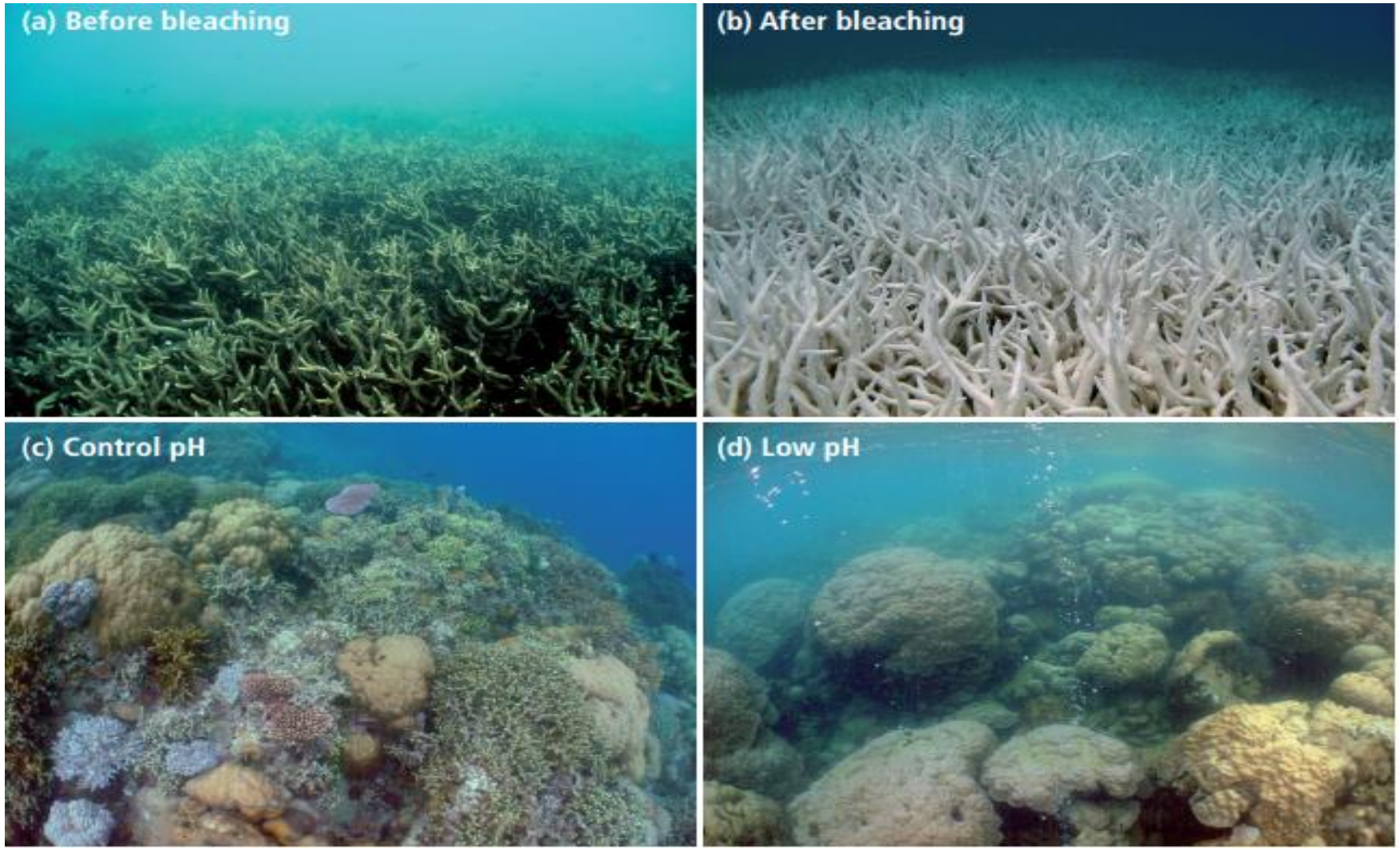


Fuente: IPCC 2014

CALENATMIENTO DE LOS OCEÁNOS



IMPACTO EN ARRECIFES CORALINOS

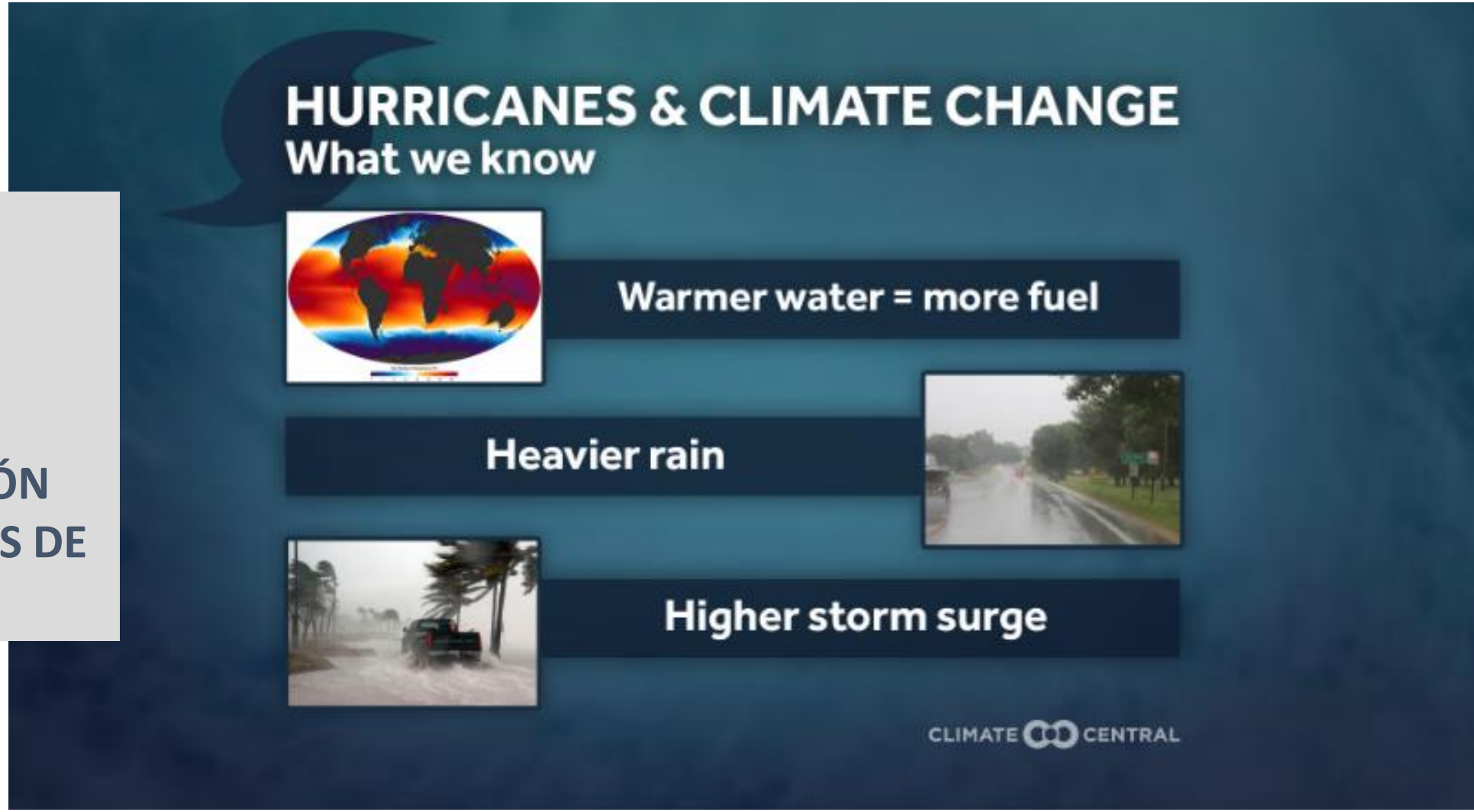


Fuente: IPCC 2014

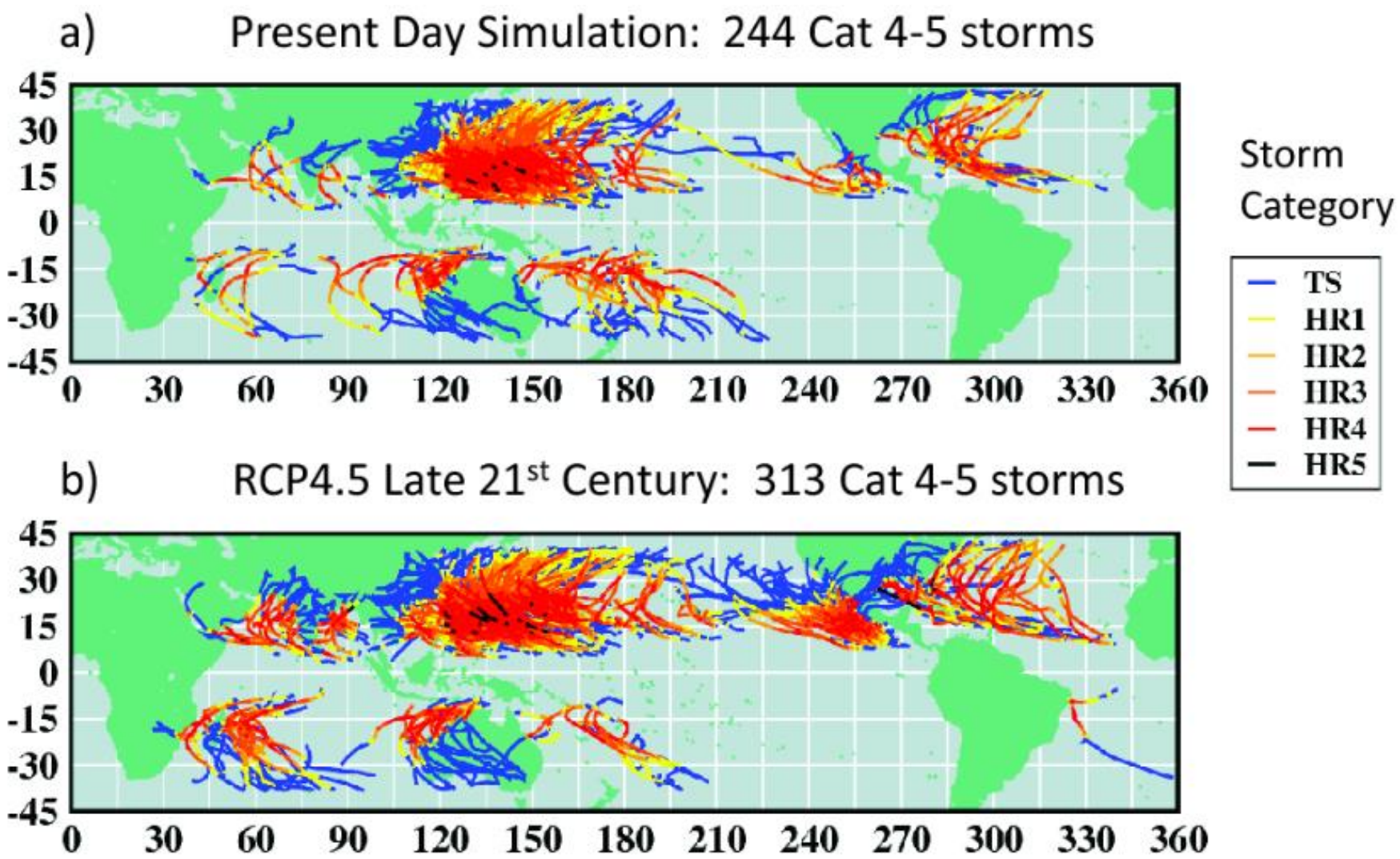
ACTIVIDAD CICLÓNICA

AUMENTA SST

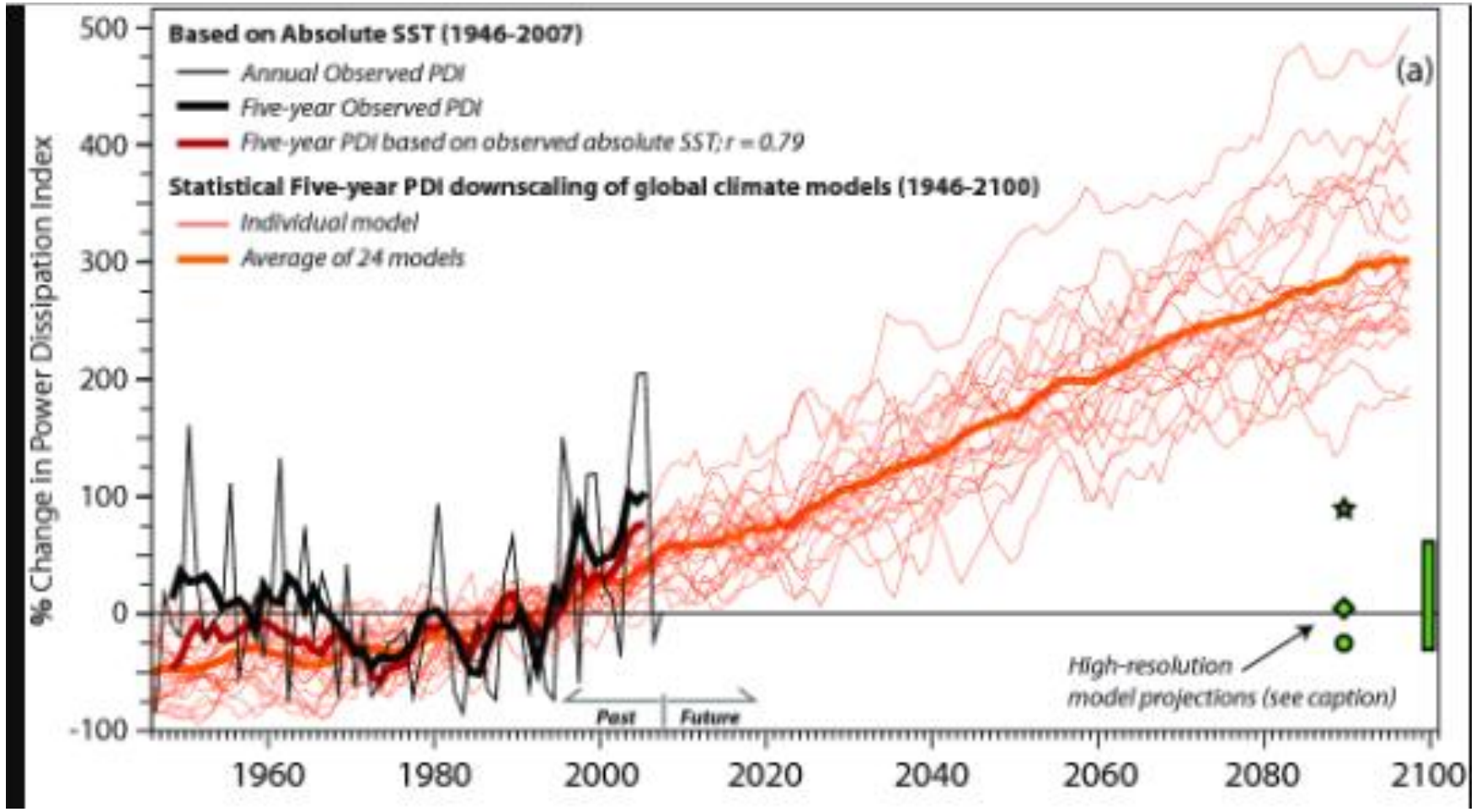
- MÁS ENERGÍA
- MÁS INTENSIDAD
- MÁS FRECUENCIA
- MÁS PRECIPITACIÓN
- MAYORES MAREAS DE TORMENTA



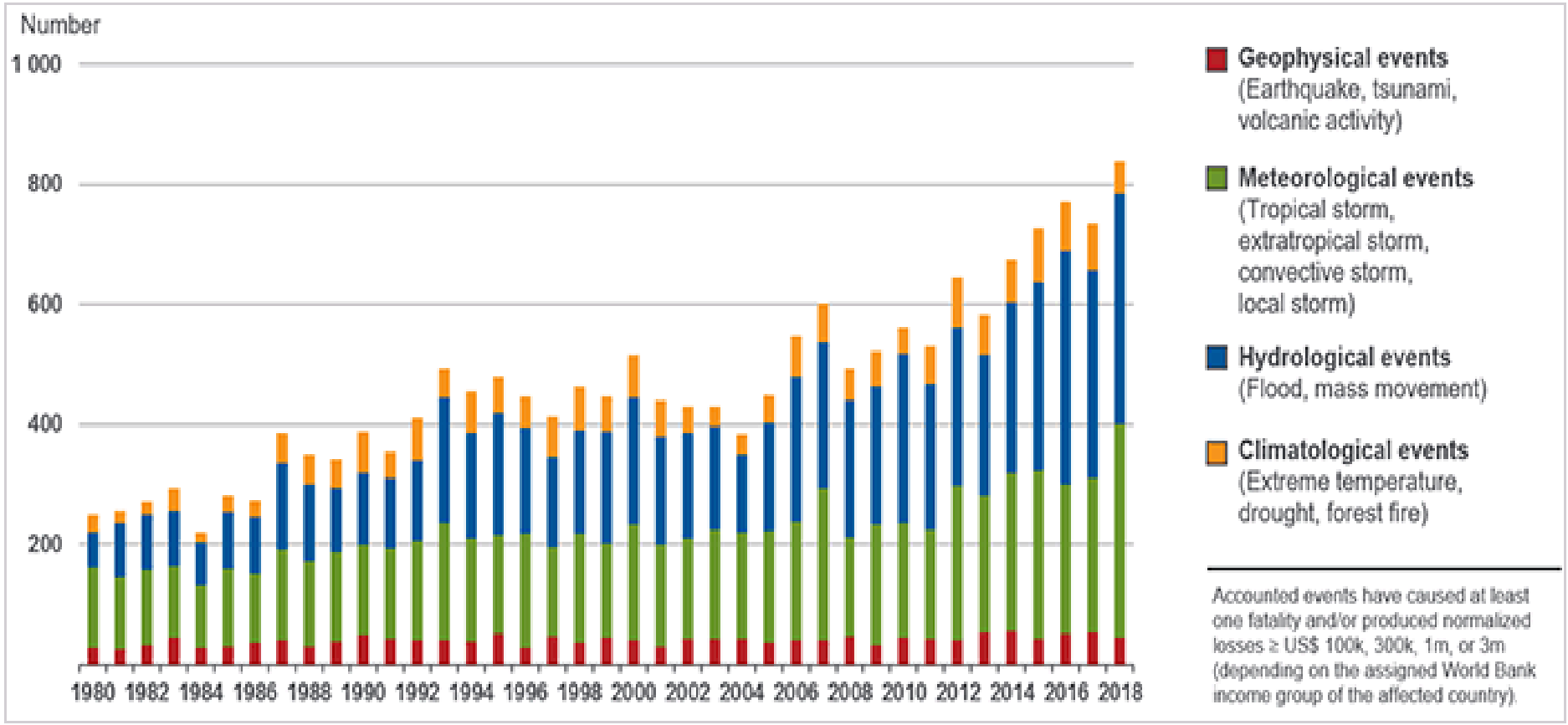
ACTIVIDAD CICLÓNICA



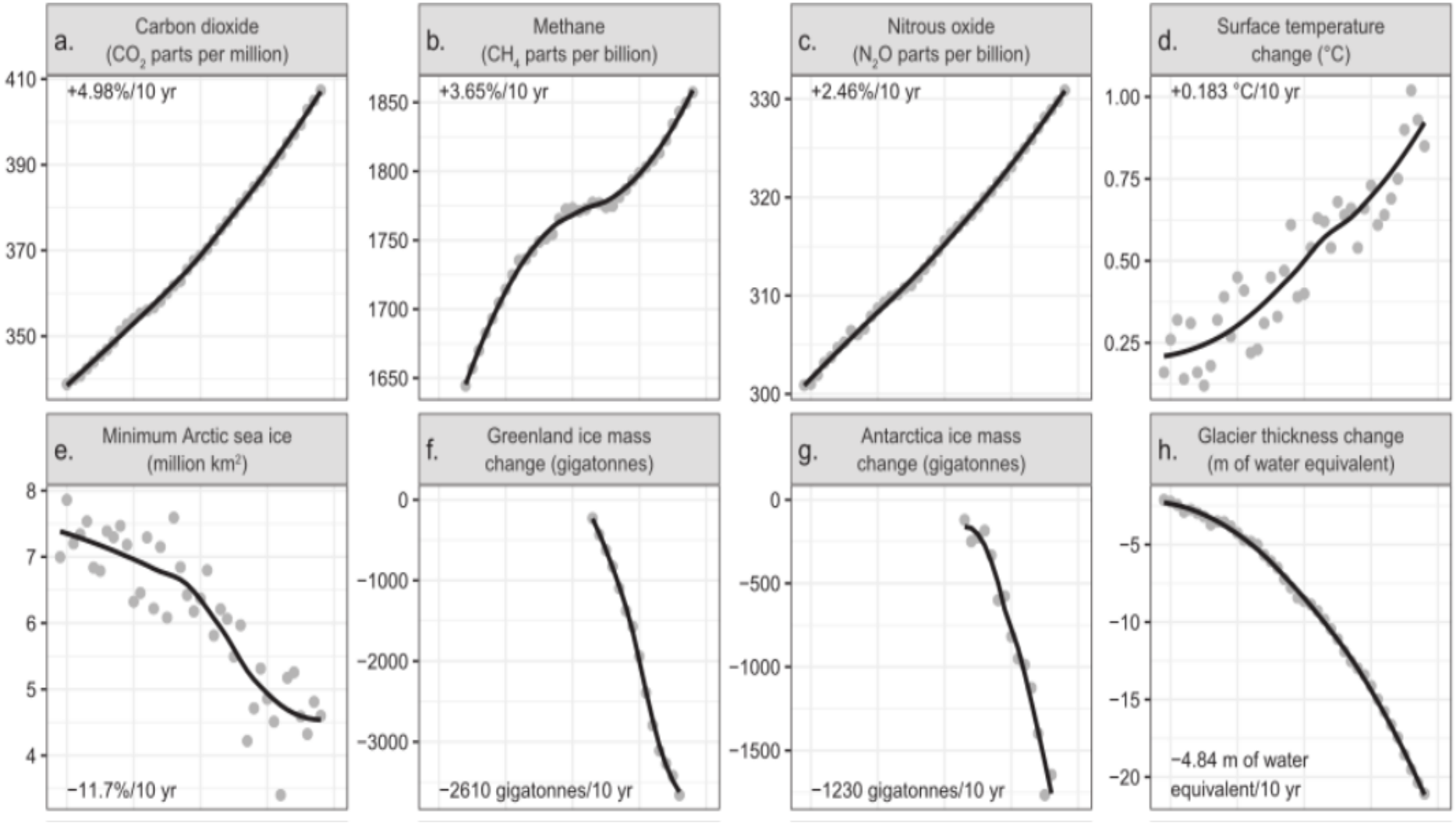
ACTIVIDAD CICLÓNICA EN EL ATLÁNTICO / CORRELACIÓN ENTRE TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (SST) Y ENERGIA TOTAL (POWER DISIPATION INDEX)



TENDENCIAS EN DESASTRES CLIMÁTICOS



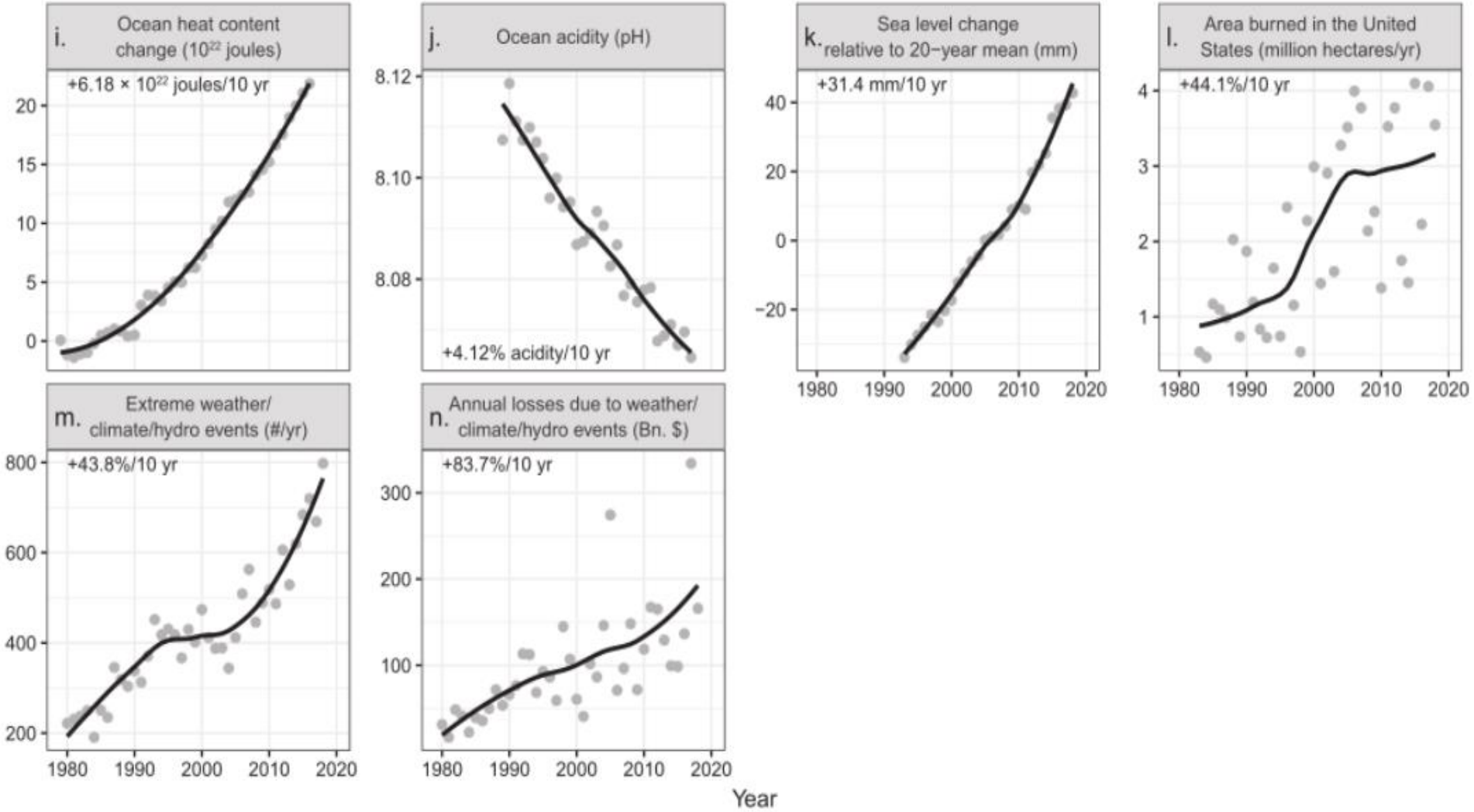
CAMBIO CLIMÁTICO, VARIABLES RELEVANTES



"World Scientists' Warning of a Climate Emergency,"

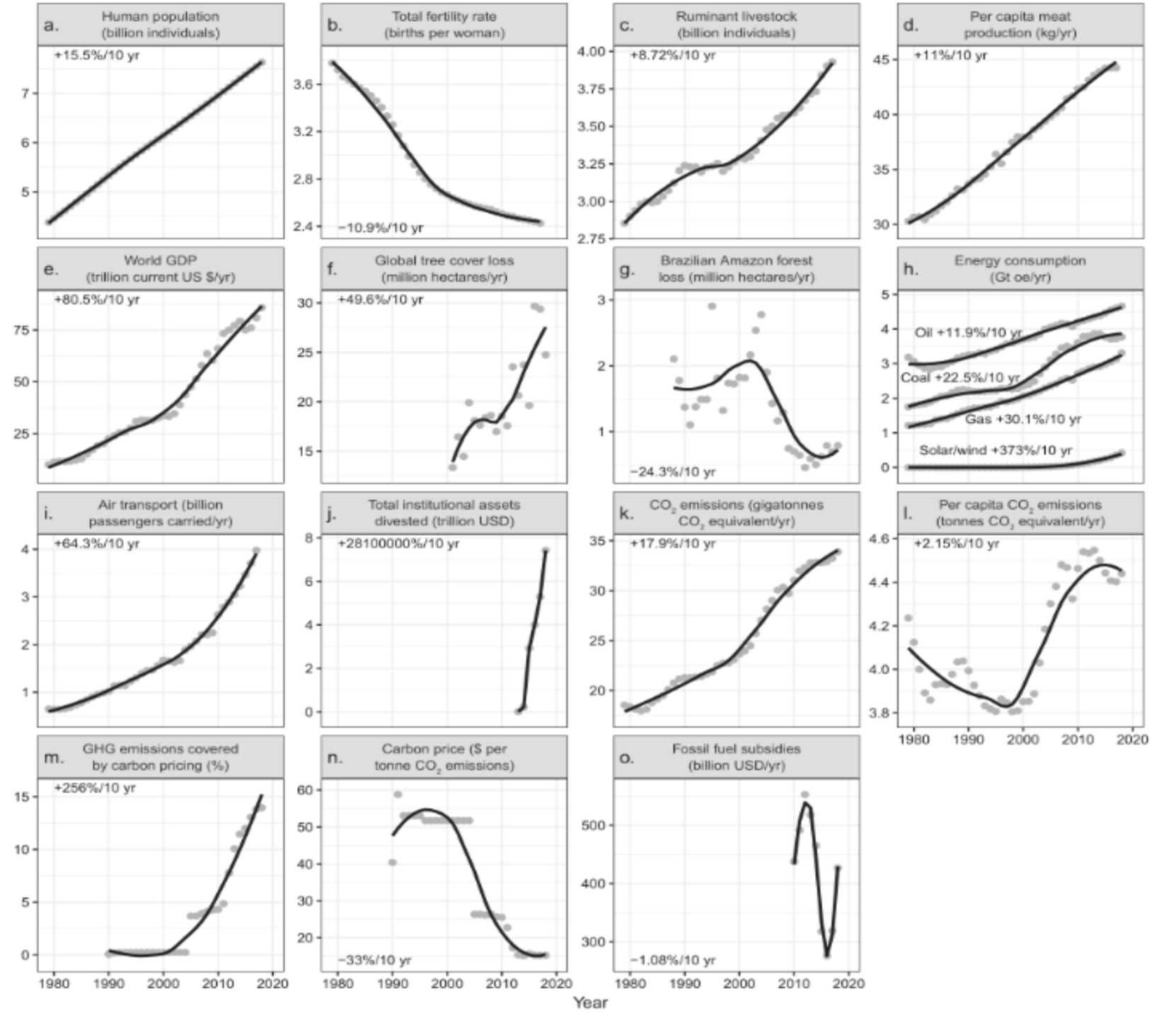
Read more: https://www.smithsonianmag.com/science-nature/scientists-around-world-declare-climate-emergency-180973462/#ALhVpESZhSUGDKAo.99

CAMBIO CLIMÁTICO, VARIABLES RELEVANTES



"[World Scientists' Warning of a Climate Emergency](),"
Read more: https://www.smithsonianmag.com/science-nature/scientists-around-world-declare-climate-emergency-180973462/#ALhVpESZhSUGDKAo.99

CAMBIO CLIMÁTICO, VARIABLES RELEVANTES



"[World Scientists' Warning of a Climate Emergency](),"
Read more:
https://www.smithsonianmag.com/science-nature/scientists-around-world-declare-climate-emergency-180973462/#ALhVpESZhSUGDKAo.99

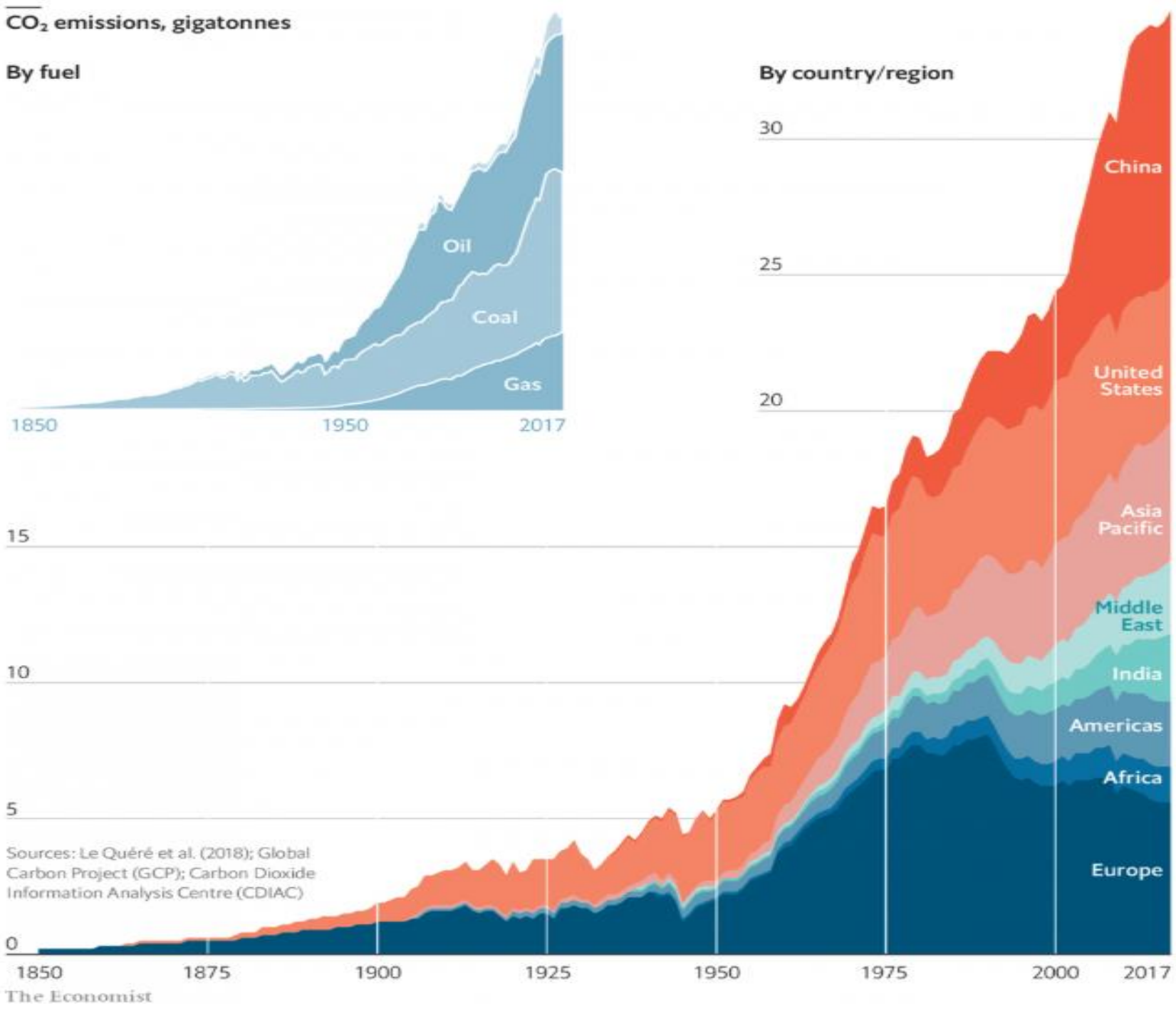
AAPALATINO

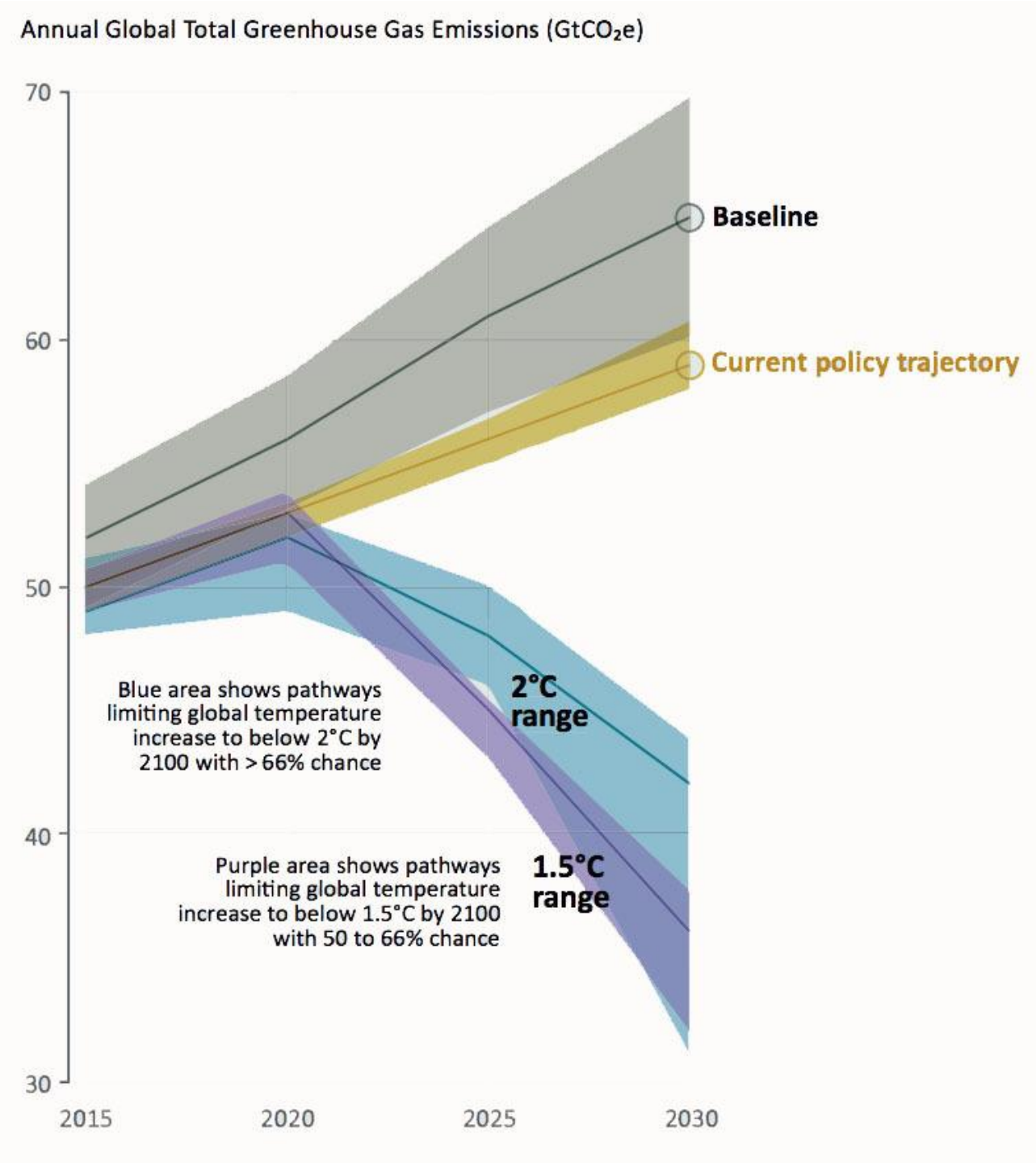
VALOR PRESENTE NETO DE LOS COSTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

$$VPN = \int_{0}^{\infty} \frac{C_t}{(1+\delta)^t}$$

- **Con una tasa de 5% los costos a 100 años se valoran 131 veces menos**
- **Con una tasa del 10% los costos a 100 años se valoran 13,780 veces menos**

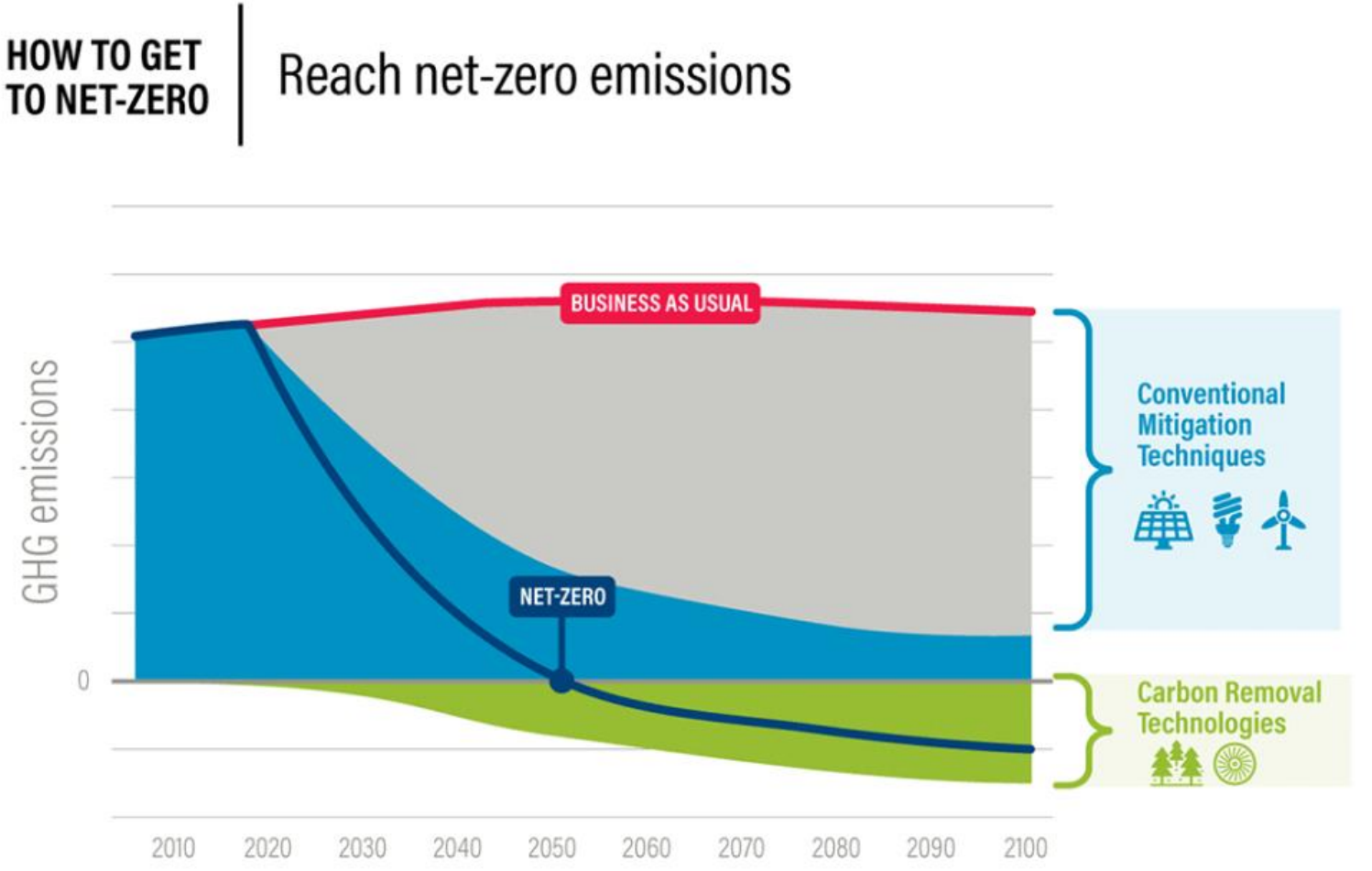
EMISIONES POR REGIÓN Y POR TIPO DE COMBUSTIBLE





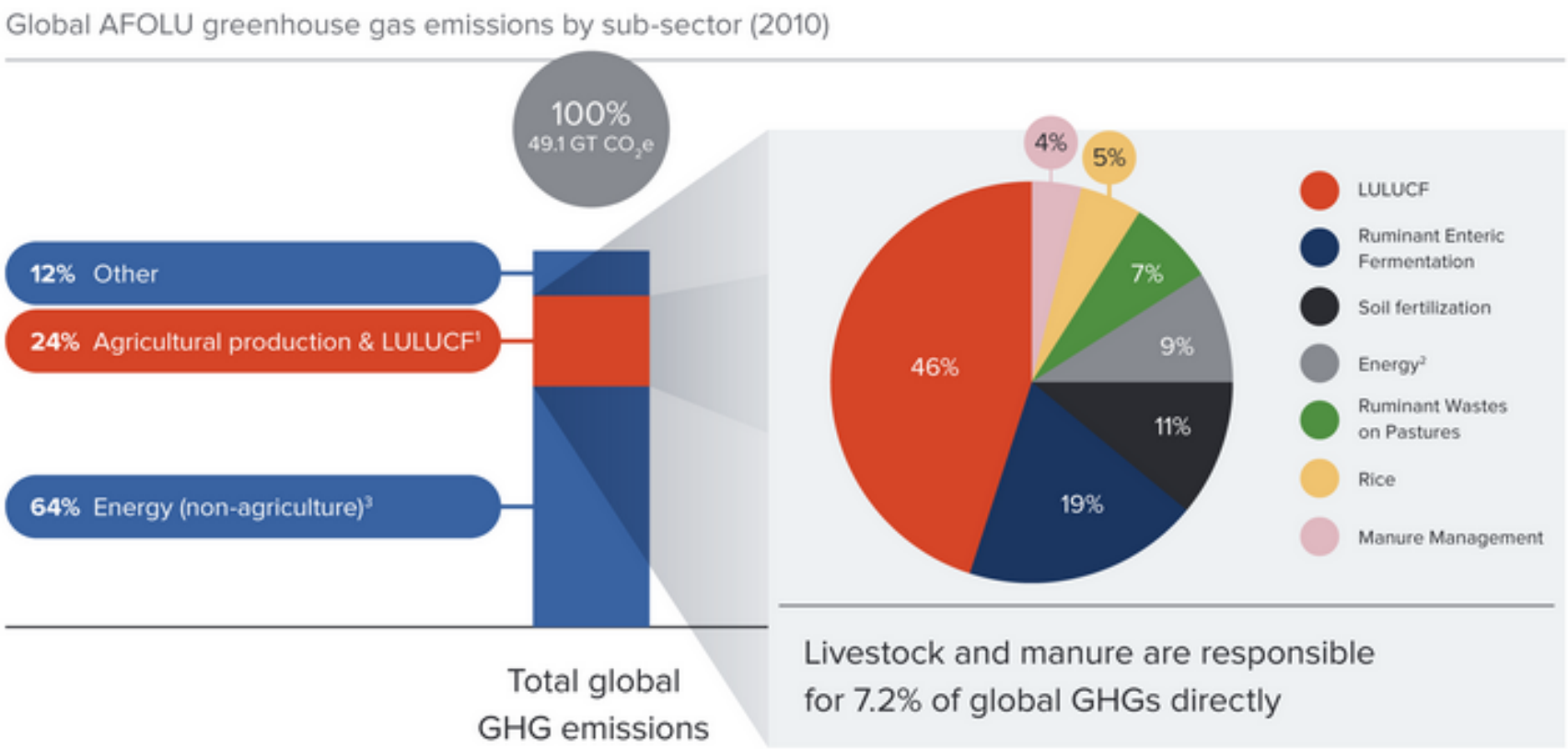
Reducciones de emisiones requeridas para cumplir objetivos climáticos

NUEVAS CONTRIBUCIONES 2020



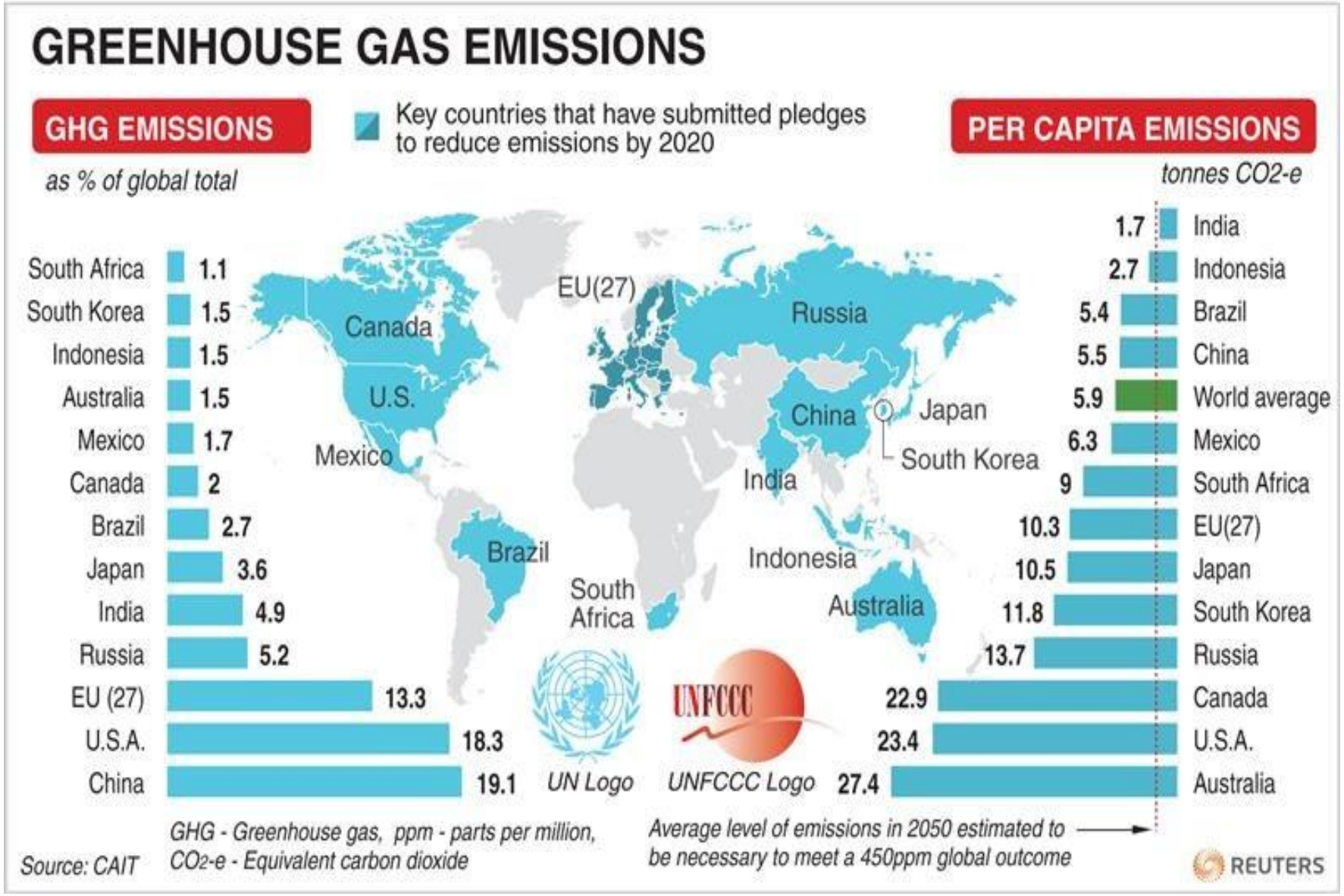
WORLD RESOURCES INSTITUTE

INVENTARIO GLOBAL DE EMISIONES

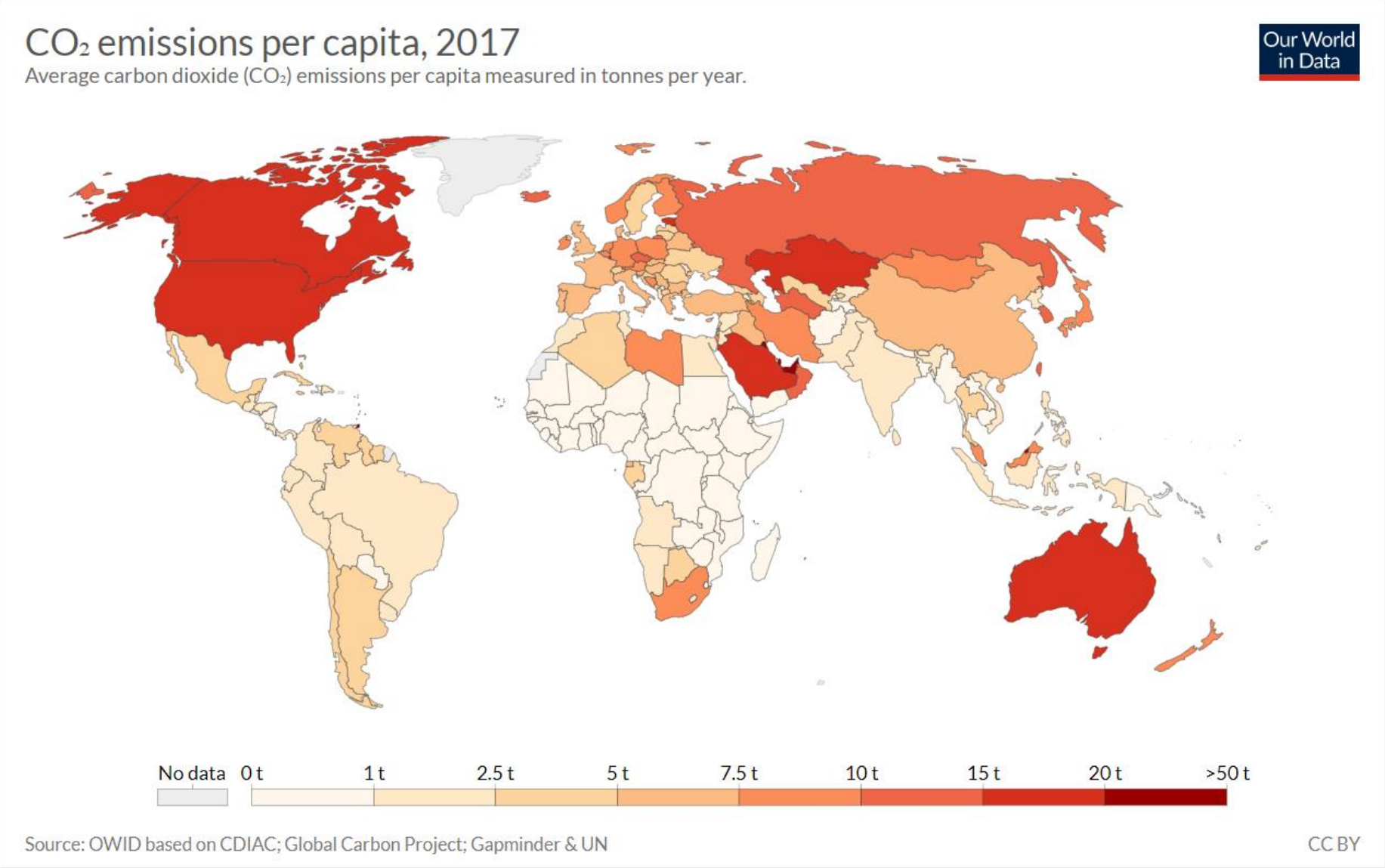


Fuente: The New Climate Economy. 2013

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR PAÍS



EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR PAÍS

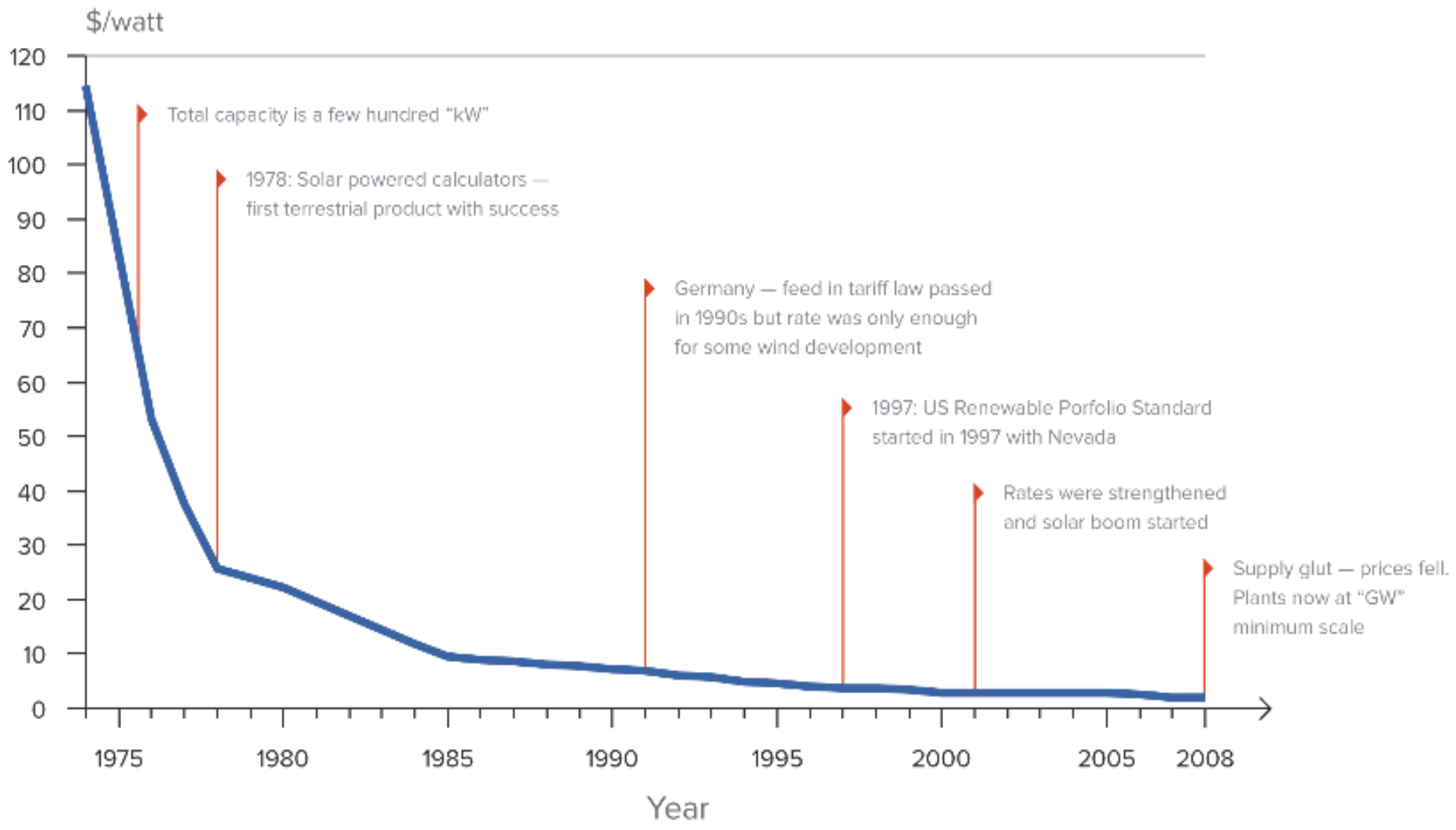


ESTRATEGIAS ANTE EL CAMBIO CLLIMÁTICO

MITIGACIÓN = **REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

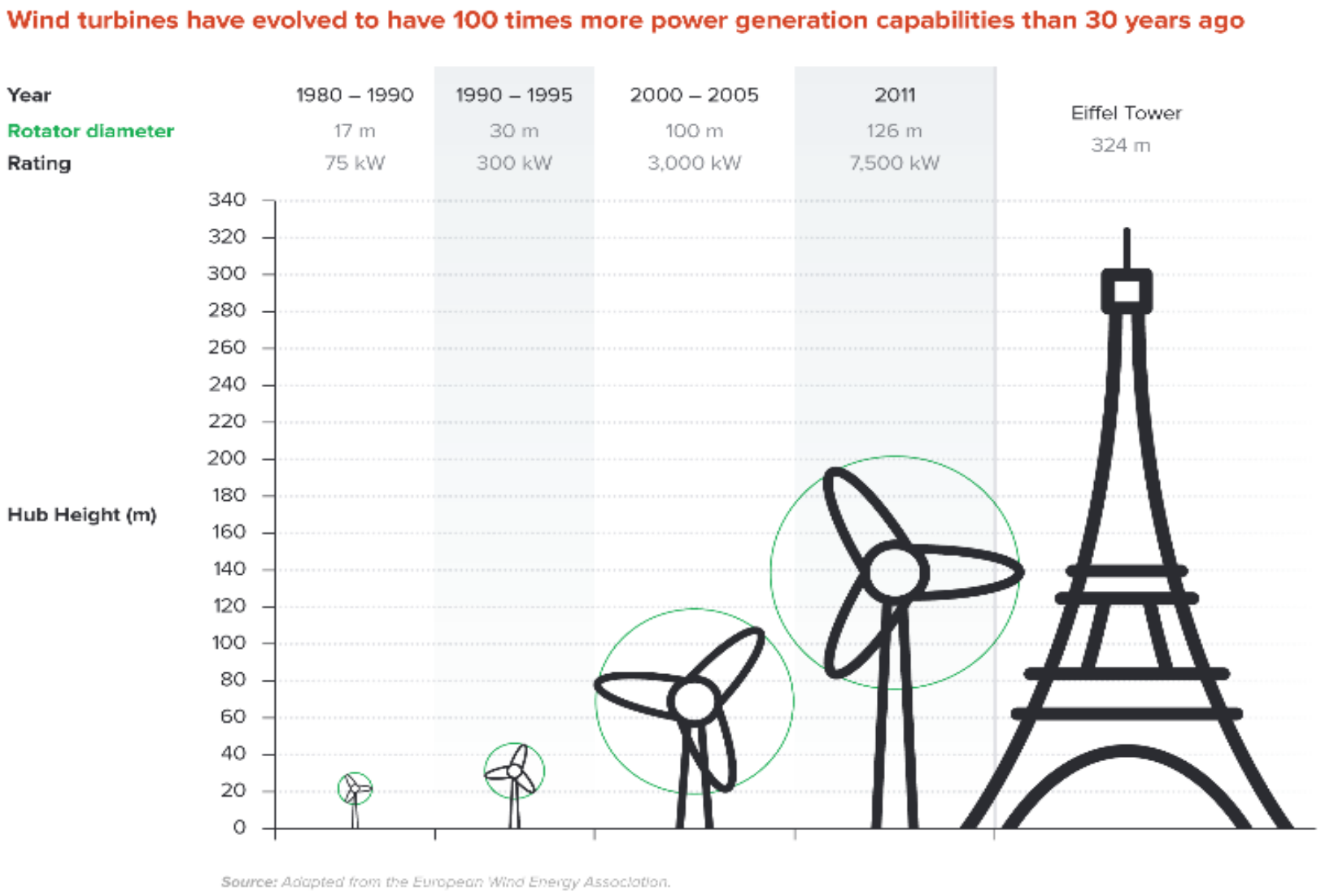
ADAPTACIÓN = **REDUCCIÓN DE RIESGOS, IMPACTOS Y COSTOS**

ABATIMIENTO EN COSTO DE ELECTRICIDAD SOLAR FOTOVOLTAICA



Fuente: The New Climate Economy. 2013

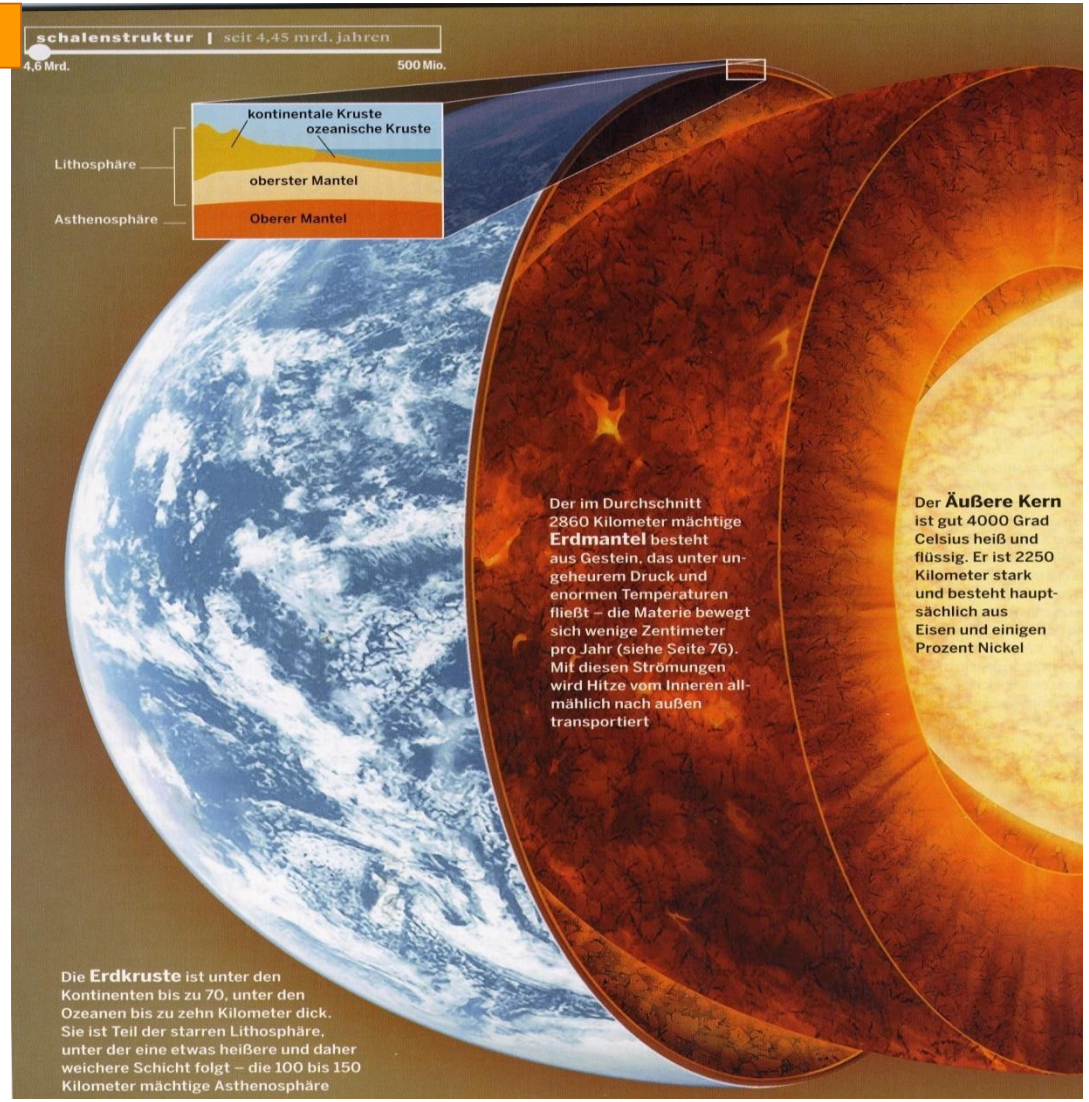
AVANCE TECNOLÓGICO EN ENERGÍAS RENOVABLES (EÓLICA)



Fuente: The New Climate Economy. 2013

Gran potencial geotérmico en el planeta

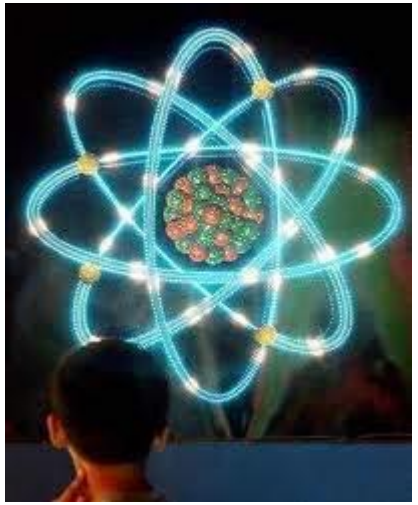
System Earth

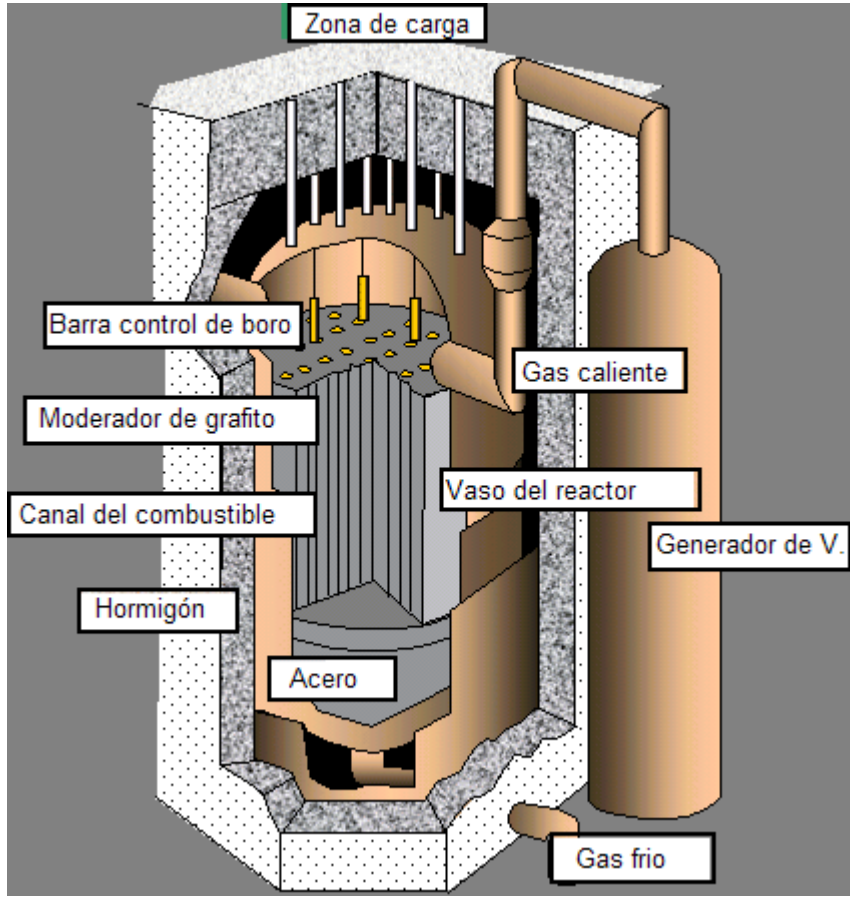


99% of the earth´s temperature >1,000°C

99,9% > 100°C

Energía nuclear: cero emisiones





Reforestación masiva

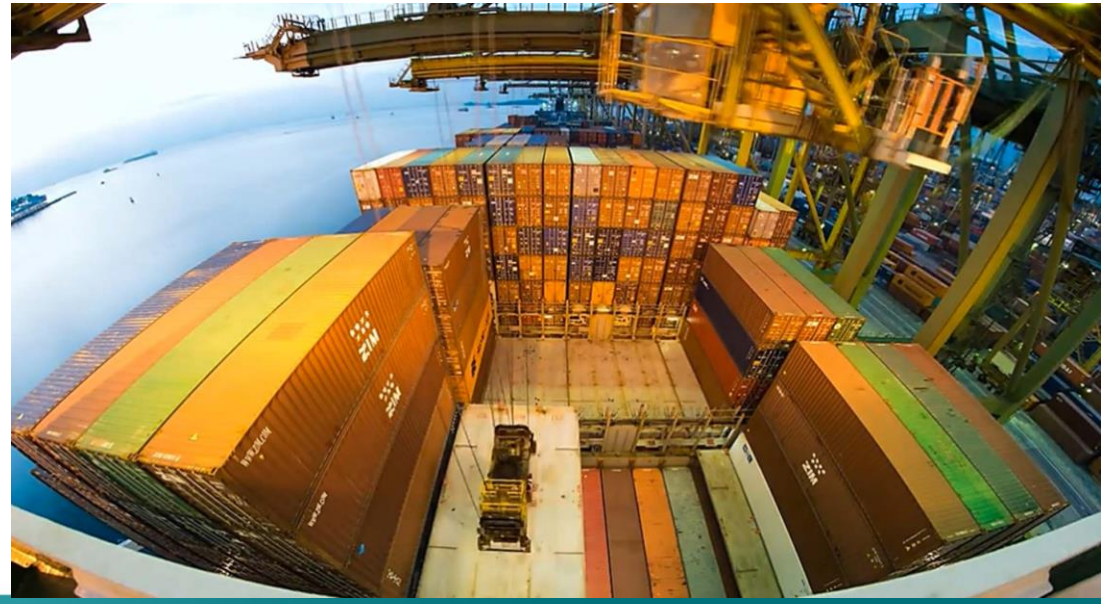
Vulnerabilidad sistémica en puertos

- Puertos son nodos de interconexión y logística
- Nodos de cadenas de valor y de suministro a escala local, regional y global
- Integrados a sistemas urbanos y ciudades
- Su vulnerabilidad implica riesgos económicos, urbanos, ambientales y comerciales
- Implica riesgos de desabasto de energéticos, alimentos, materias primas a escala local, regional y nacional

Vulnerabilidad, adaptación y resiliencia

- Exposición a fenómenos o eventos climáticos
  - Mareas de tormenta y vientos
  - Precipitaciones extraordinarias
  - Subsidencia
  - Sedimentación o erosión costera
- Fragilidad o sensibilidad
  - Recursos humanos
  - Infraestructura
  - Activos
  - Operaciones y funciones

- Capacidad adaptativa o resiliencia
  - Equipamiento e infraestructura
  - Diseño y construcción
  - Recursos humanos y tecnológicos



Cambio Climático e Infraestructura y Funciones Portuarias

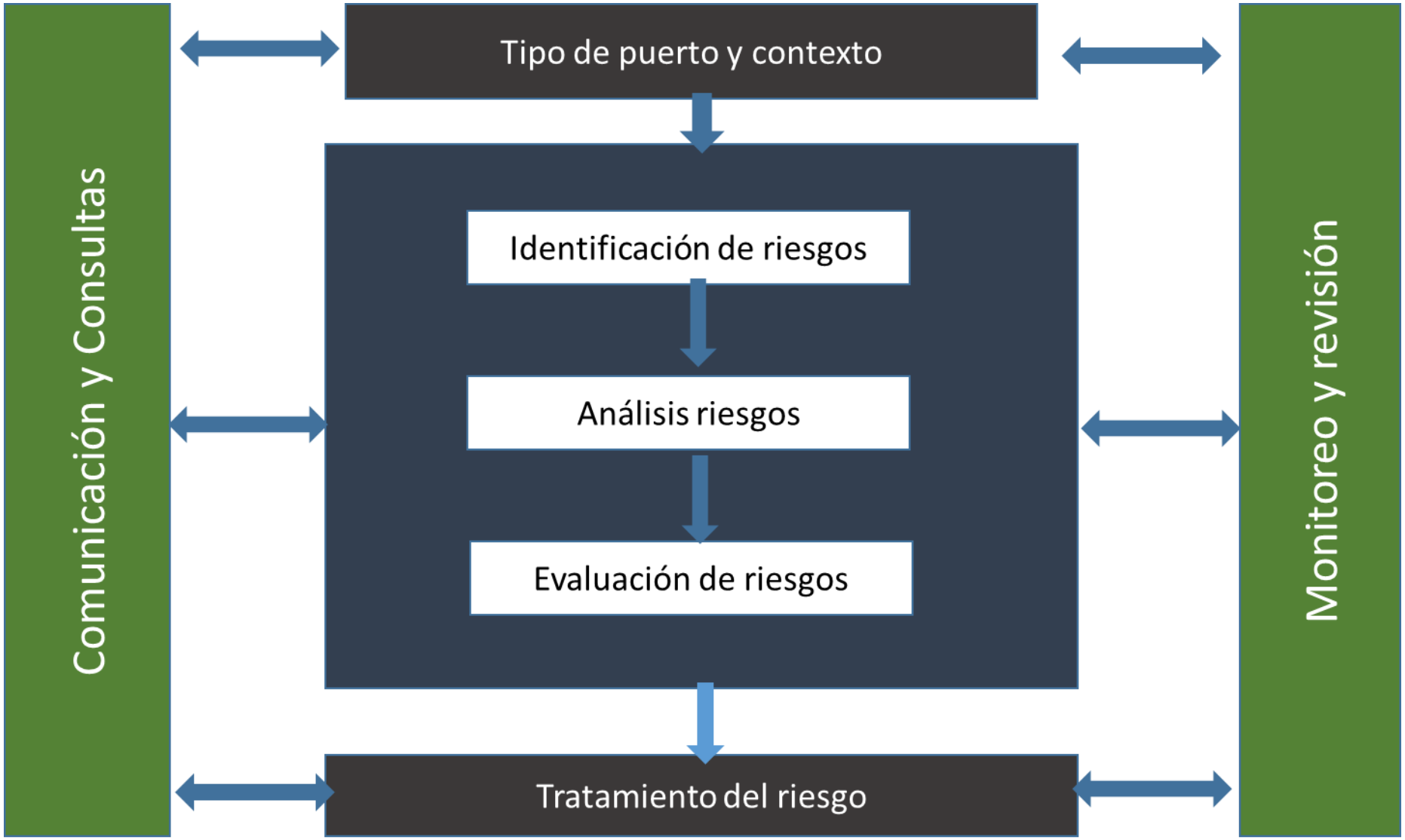
Navegación y muelles	Materiales y manejo	Vehículos y movimientos	Almacenes	Transporte y cadenas de abastecimiento
Impactos Climáticos sobre Infraestructura Física y Funciones				
▪ Aumento en el nivel del mar ▪ Mareas de tormenta ▪ Salinidad y acidificación	▪ Aumento en el nivel del mar ▪ Mareas de tormenta ▪ Humedad ▪ Calor ▪ Precipitación	▪ Tormentas ▪ Calor ▪ Precipitación	▪ Tormentas ▪ Calor ▪ Precipitación	▪ Tormentas ▪ Calor ▪ Precipitación

Fuente: McEvoy, D & Mullett, J 2013, *Enhancing the resilience of seaports to a changing climate: Research synthesis and implications for policy and practice. Work Package 4 of Enhancing the resilience of seaports to a changing climate report series*, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast, 49 pp.

Riesgos en puertos por Cambio Climático

VARIABLE CLIMÁTICA	RIESGOS
Mayor intensidad de precipitación	▪ Afectación a equipo de radar y radio ▪ Saturación y desbordamiento de los sistemas de drenaje ▪ Erosión de caminos y vías de ferrocarril ▪ Inundación de almacenes y patios
Ondas de calor	▪ Deformación de vías de ferrocarril ▪ Deterioro de pavimentos y caminos ▪ Mayor consumo de energía en contenedores refrigerados
Intensidad de tormentas	▪ Cierre de logística y modos de transporte ▪ Derribo de contenedores en patios
Mayores mareas de tormenta	▪ Impacto sobre obras marítimas ▪ Desbordamiento ▪ Erosión de playas
Vientos	▪ Daño a equipos de navegación y comunicación ▪ Retrasos y paros en funciones de carga y descarga
Generales	▪ Aumento en primas de seguros

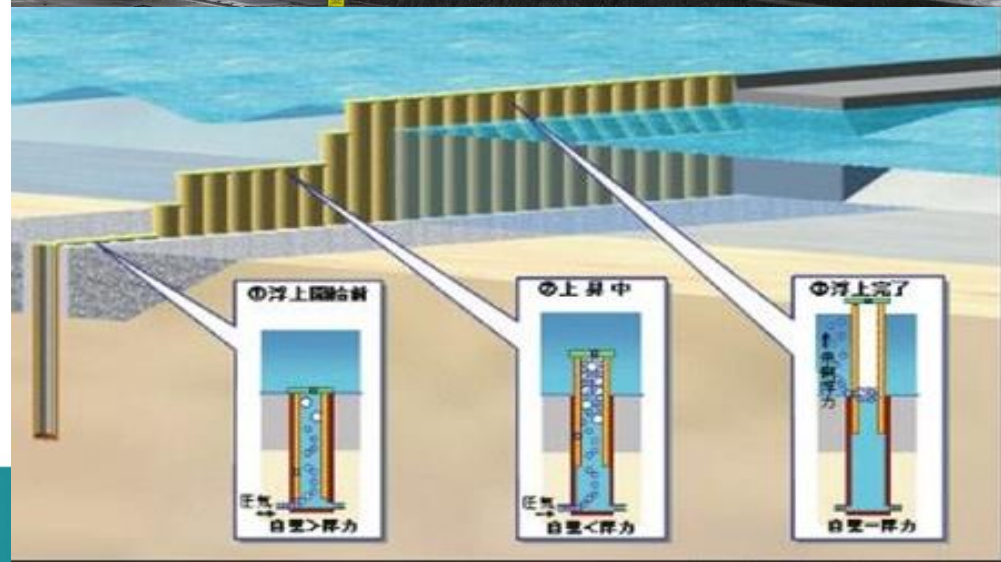
Evaluación de Riesgos



Medidas de Adaptación al Cambio Climático en Puertos

RIESGO O AMENAZA	MEDIDA DE ADAPTACIÓN
INUNDACIÓN POR PRECIPITACIÓN	▪ Rediseño y mantenimiento de sistemas de drenaje ▪ Soluciones naturales de absorción de precipitaciones ▪ Nuevos sistemas de bombeo ▪ Elevación o relocalización de equipos y otros activos críticos ▪ Resiliencia de sistemas eléctricos ▪ Elevación de caminos de acceso y bodegas
INUNDACIÓN POR DESBORDAMIENTO	▪ Dragados oportunos de mantenimiento ▪ Defensas contra inundación ▪ Rompeolas, parapetos y sistemas de disipación de oleaje ▪ Reconfiguración de pendientes en instalaciones para facilitar drenaje ▪ Elevación y relocalización de instalaciones ▪ Reforzamiento de bolardos y muelles ▪ Restauración de ecosistemas costeros (playas, dunas, manglares, islas, arrecifes) ▪ Nuevos sistemas de bombeo y defensas desmontables ▪ Planeación aguas arriba de sistemas hidrológicos
MAREAS DE TORMENTA Y OLEAJES EXTREMOS	▪ Reforzamiento de muelles, revestimientos, puentes, vertederos, etcétera ▪ Protección de taludes, terraplenes ▪ Construcción de nuevos rompeolas y bermas ▪ Elevación y relocalización de instalaciones ▪ Nuevos sistemas de bombeo y defensas desmontables
SEQUÍAS Y MAREAS BAJAS	▪ Santuarios de atraque y nuevas posiciones ▪ Revestimiento e impermeabilización de diques, canales y represas ▪ Dragado preventivo ▪ Aumento de capacidad de almacenamiento de carga para cubrir periodos de marea baja ▪ Grúas multimodales para cubrir periodos de bajo caudal en ríos

Riesgo o Amenaza	Medida de Adaptación
CAMBIOS EN SEDIMENTACIÓN	▪ Trampas de sedimentos en cauces de agua ▪ Deflectores de corrientes ▪ Dragado y relocalización de sedimentos ▪ Arrecifes artificiales y diques ▪ Grúas multimodales
EROSIÓN COSTERA	▪ Rompeolas, bermas, muros, arrecifes artificiales ▪ Restauración de playas, manglares y arrecifes
ACIDIFICACIÓN DE AGUA DE MAR	▪ Sistemas de protección contra la corrosión ▪ Protección y compensación de arrecifes coralinos
SUBSIDENCIA E INTRUSIÓN DE AGUA DE MAR	▪ Control de explotación de aguas subterráneas ▪ Relocalización de instalaciones



Ciclo de Política de Adaptación al Cambio Climático

Inventario de activos y funciones

↓

Identificación de impactos climáticos relevantes

↓

Modelación local del puerto

↓

Identificación de vulnerabilidades y umbrales

↓

Análisis y cuantificación de riesgos

↓

Identificación de medidas de adaptación

↓

Evaluación de proyectos

↓

Simulación y evaluación de resultados