



Colegio de
Ingenieros Civiles
de México A.C.



Grupo
Selome



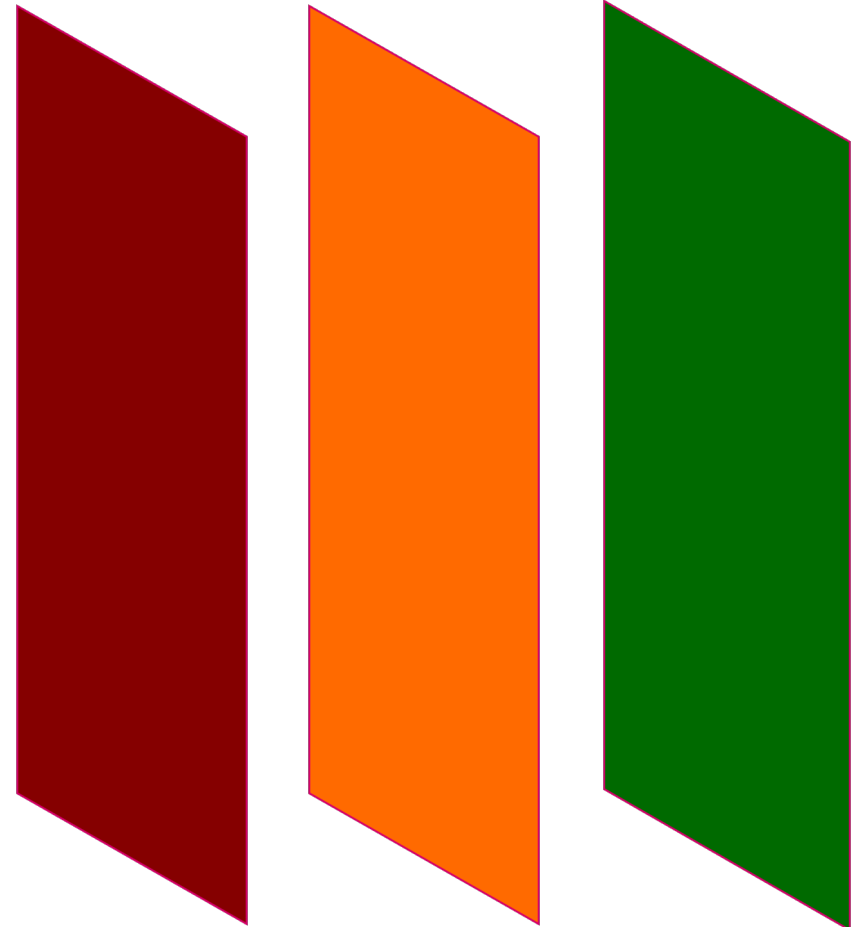
Valor ambiental compartido



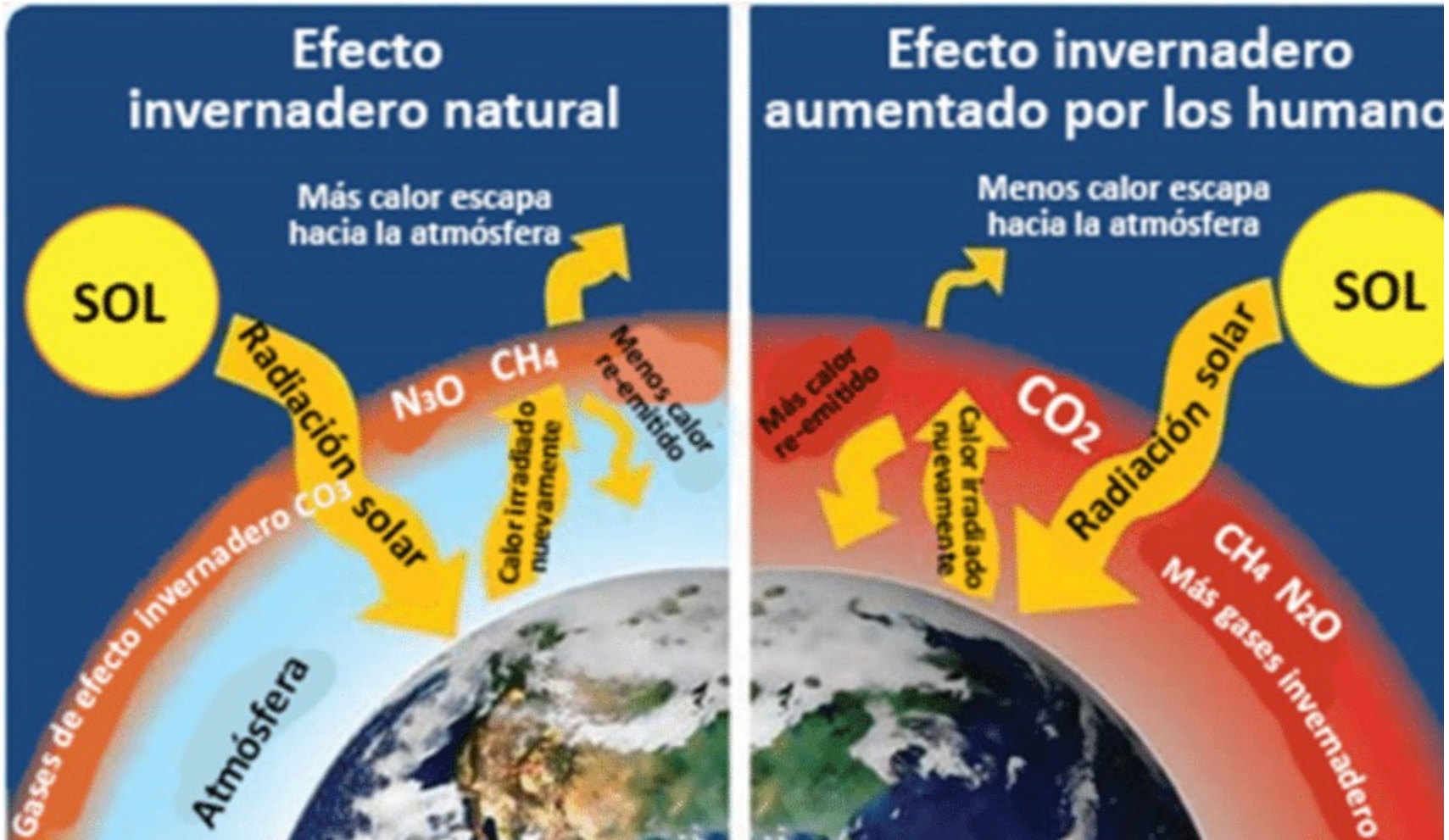
32^o CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL
SOSTENIBILIDAD | PLANEACIÓN | MANTENIMIENTO

Impacto del cambio climático en la infraestructura

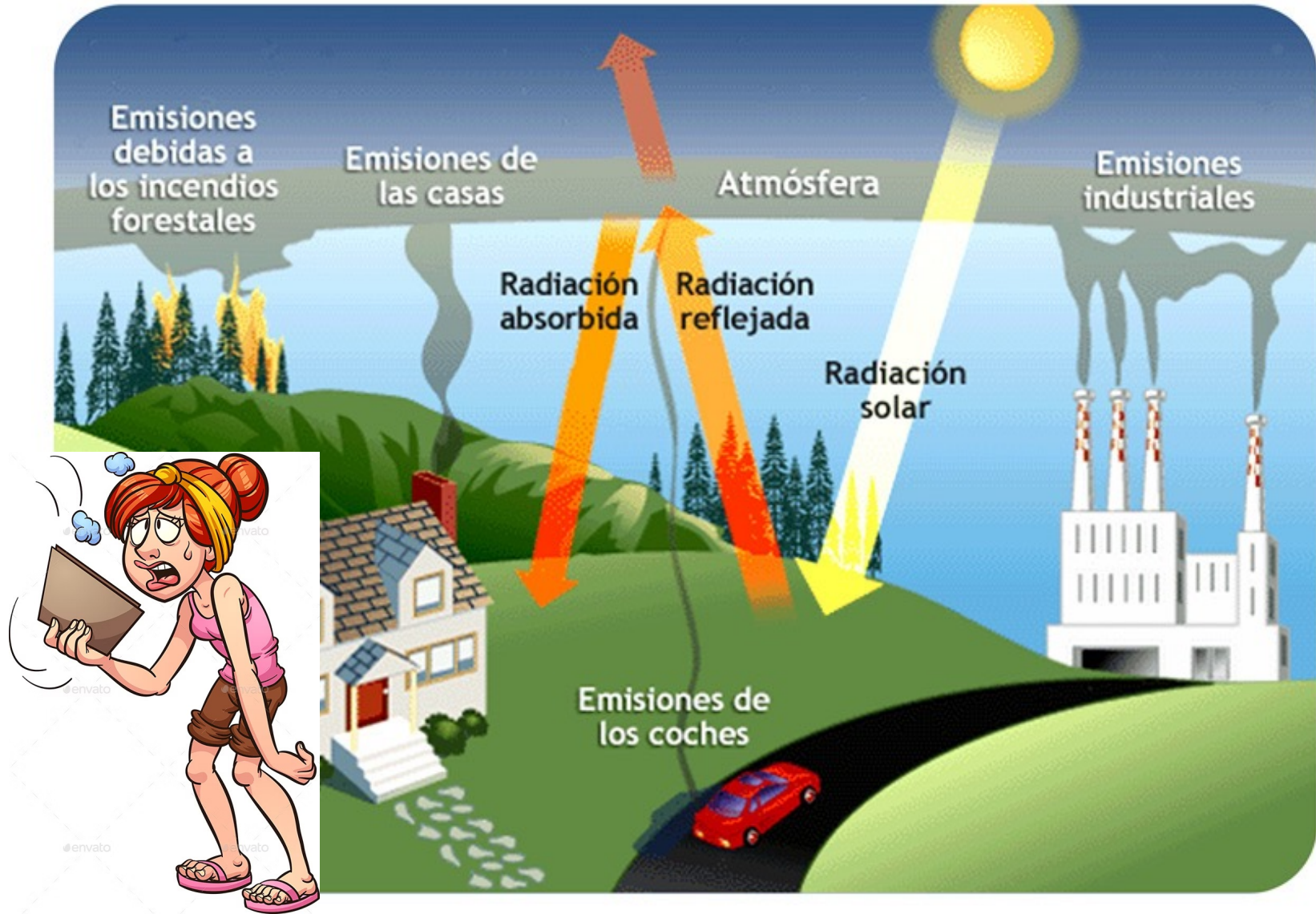
Dra. Norma Fernández Buces
Directora de Consultoría y Ciencia
16/11/2023

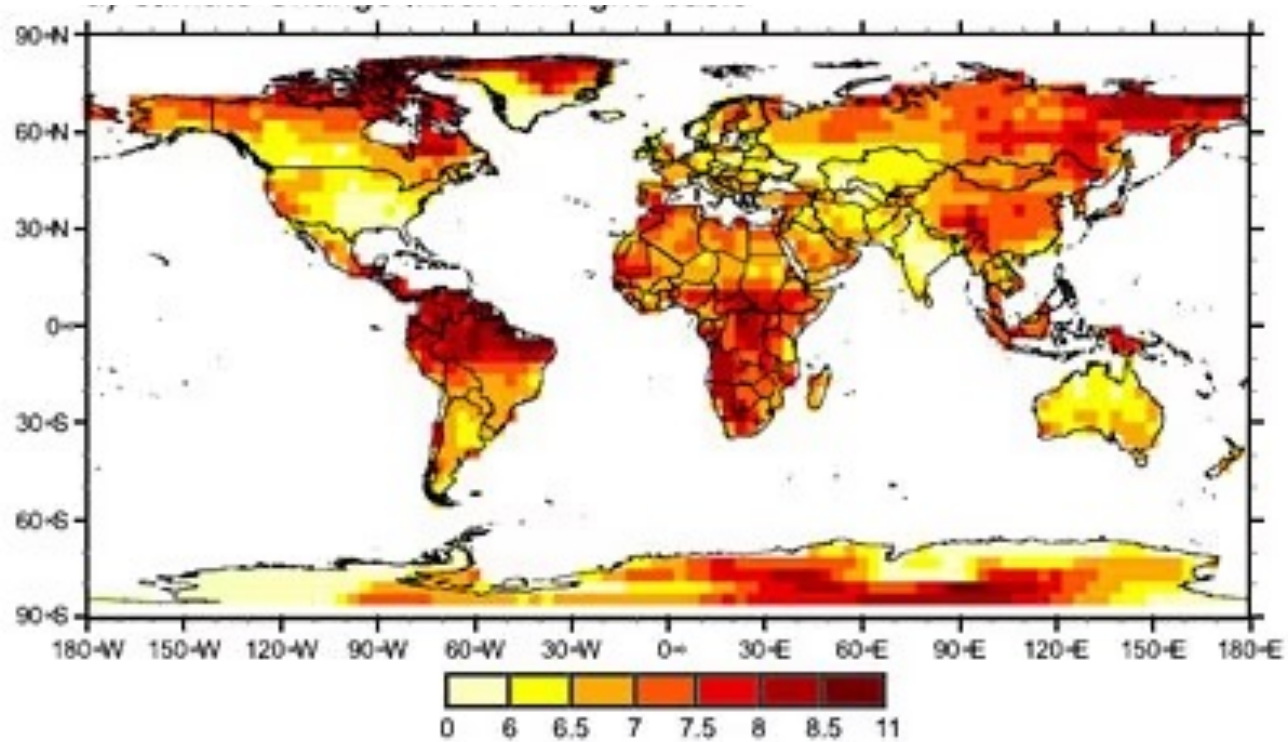


EL CAMBIO CLIMÁTICO ES UN RESULTADO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL DERIVADO DEL EFECTO INVERNADERO



ACUMULACIÓN DE GEI POR ACTIVIDAD HUMANA Y NATURAL



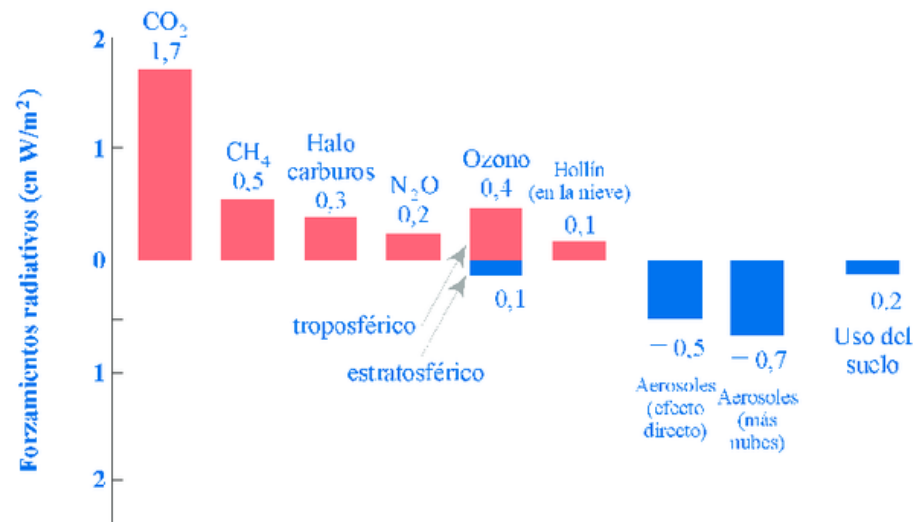
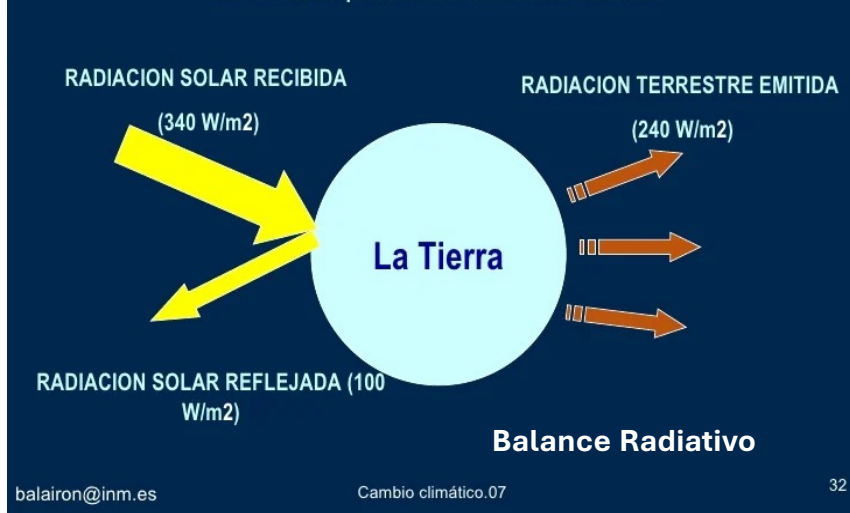


PATRONES CLIMÁTICOS

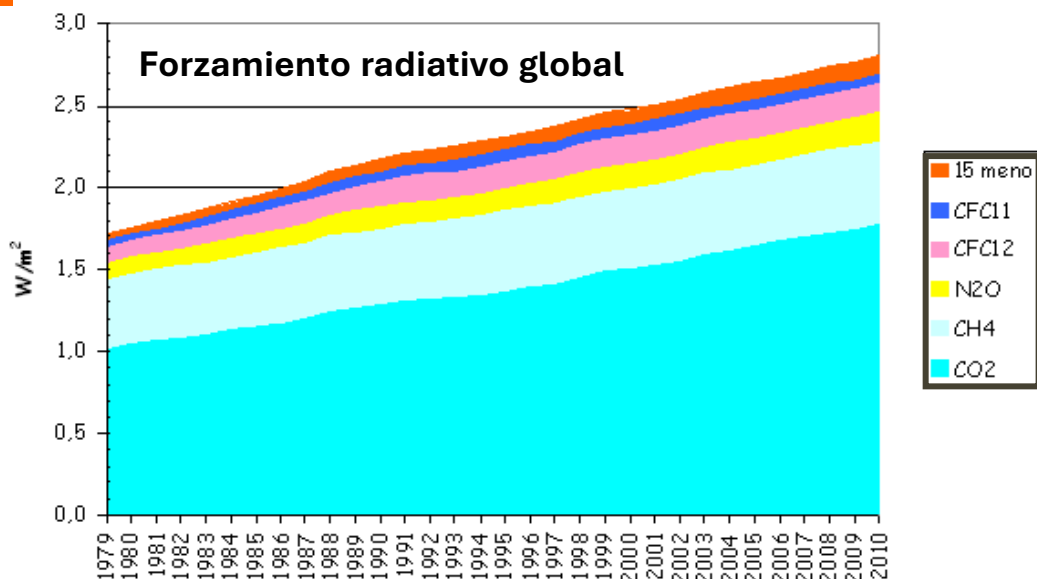
- Topografía
- Corrientes marinas
- Patrón de vientos
- Distancia a costas (continentalidad)
- Latitud
- etc.

CLIMA Y MICROCLIMA

Son la CAUSA primera de todo Cambio Climático



¿Cómo se mide el Cambio Climático?



IPCC

(Panel intergubernamental de cambio climático)

Unidades de forzamiento radiativo¹ = RCP (W/m²)

Alteración del flujo de energía radiante en la Atmósfera, debido a la absorción de radiación infrarroja terrestre por las moléculas constitutivas de GEI

¹) Forzamiento radiativo: variación en el balance radiativo superficie-troposfera respecto de 1750 (pre revolución industrial)

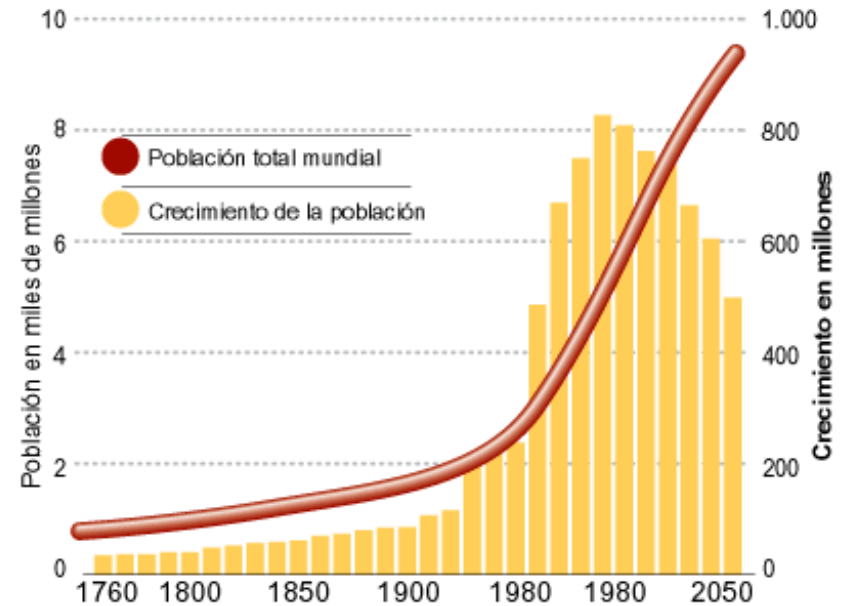
norm CO-eq.



Fuente: Alfonso Letón. 2014. Movilidad y salud: Impactos en la sociedad.

Aporte de GEI antropogénicos a la atmósfera a partir de 1760; **industrialización** (máquina de vapor)

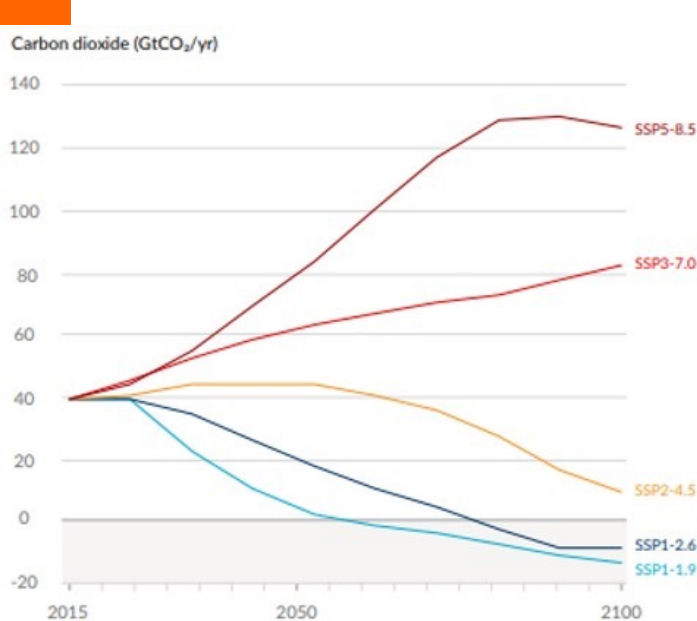
Evolución de la población mundial



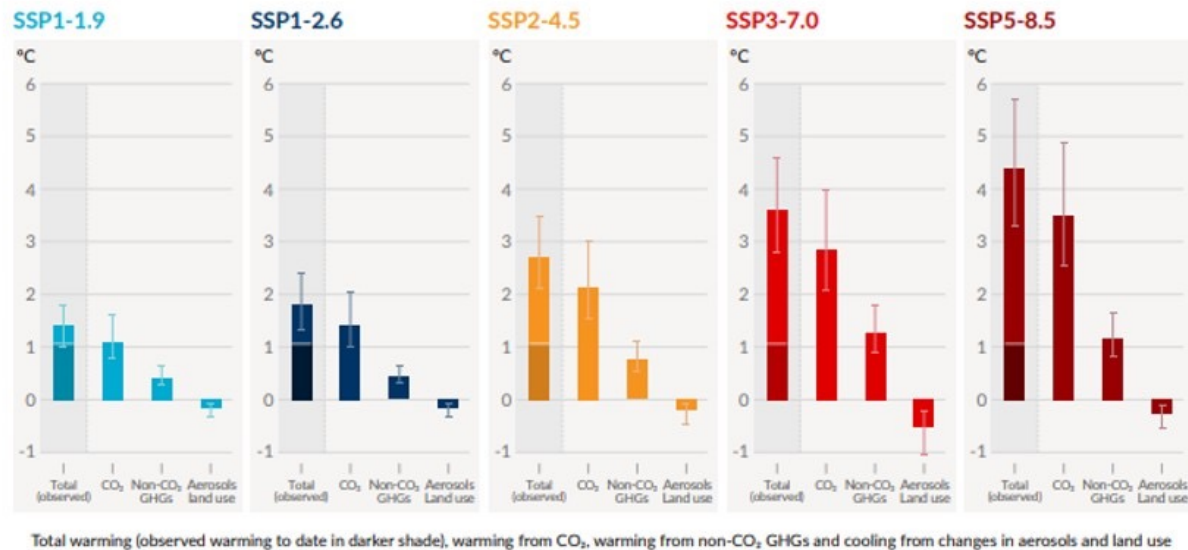
Fuente: Demografía y Población mundial a través de la historia.2010.
<http://dl.dropbox.com/u/6054449/DOCUMENTOS/Revoluci%C3%B3n%20Industrial/DEMOGRAF%C3%8DA.ppt>

ESCENARIOS DEL IPCC

El informe de IPCC 2022 (234 expertos de 66 países y más de 15,000 referencias) señala cinco posibles escenarios de calentamiento con base en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se emitan de aquí a 2100.



Actual +1°C



Fuente: IPCC

Cada escenario de calentamiento implica consecuencias en diferentes indicadores, como pueden ser la temperatura, la precipitación, los fenómenos meteorológicos extremos, incremento del nivel del mar o la pérdida de la superficie helada de los polos.

META: lograr que el incremento de temperatura no supere los 1.5°C a final de siglo.

RESULTADOS DE DIVERSOS MODELOS

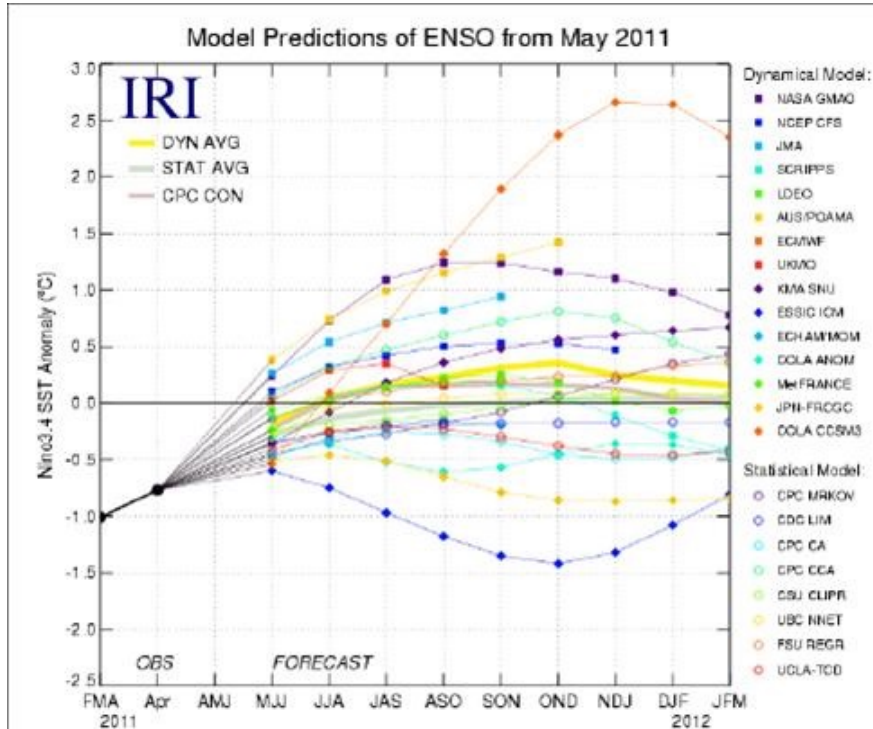
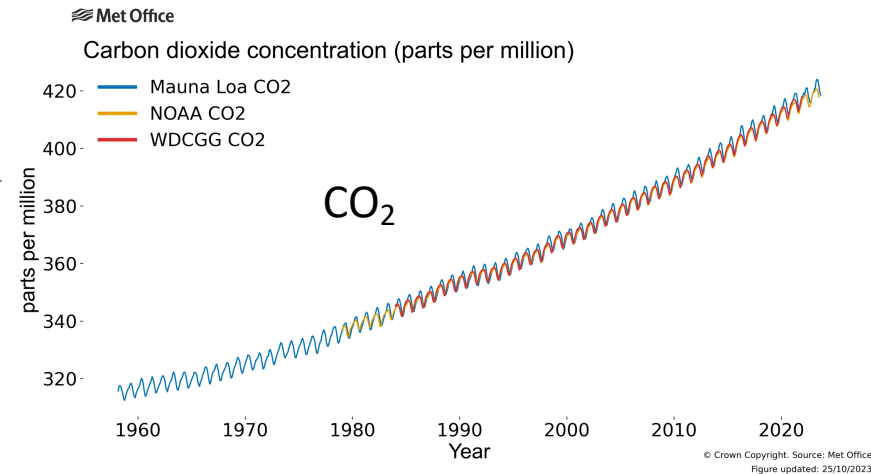
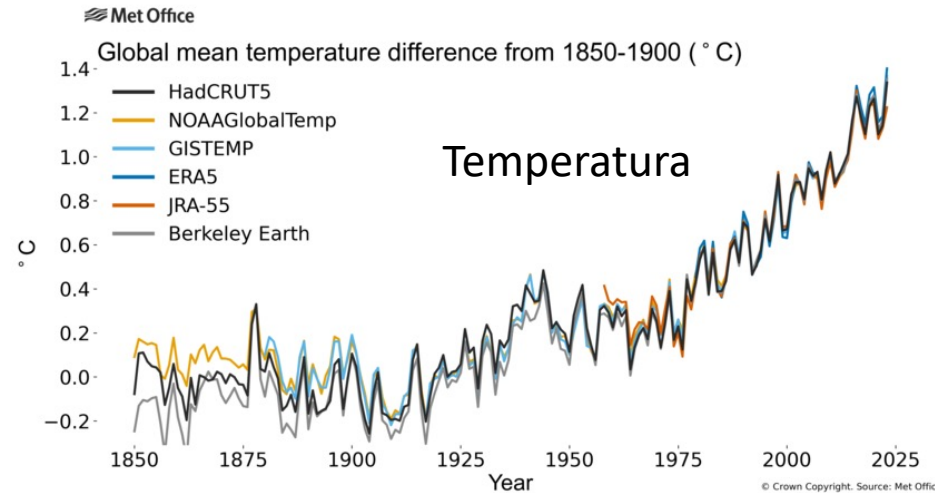


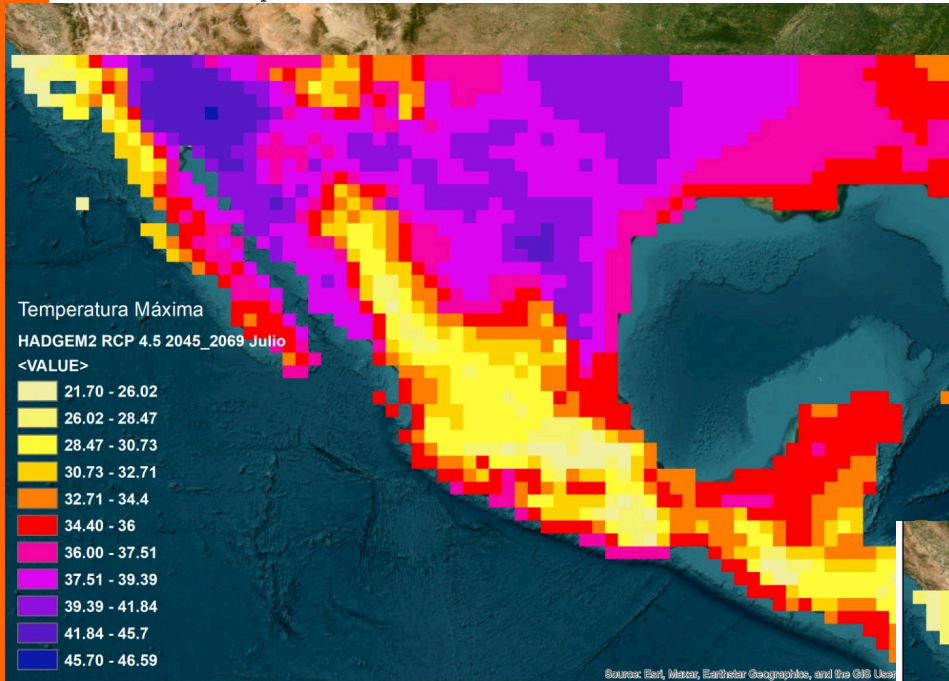
Figura 6. Pronósticos de las anomalías en la temperatura de la superficie del océano (SST) para la región de El Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°W-170°W). Figura cortesía del Instituto de Investigación Internacional (IRI por sus siglas en inglés) para Clima y Sociedad. Figura actualizada el 17 de mayo de 2011.



© Crown Copyright. Source: Met Office
Figure updated: 25/10/2023

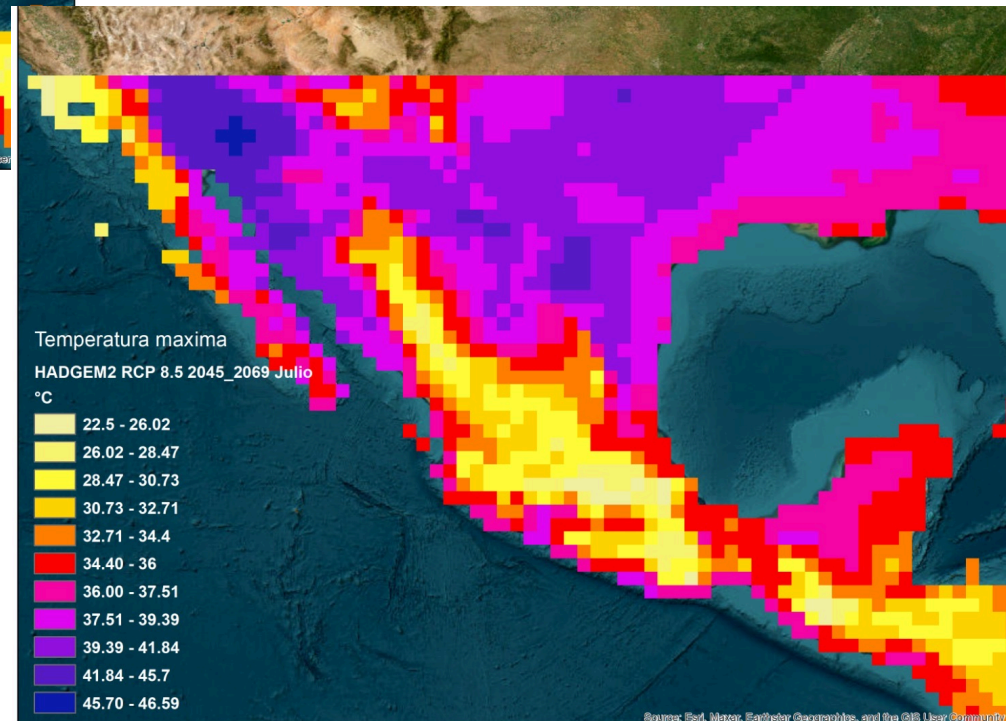


© Crown Copyright. Source: Met Office
Figure updated: 25/10/2023



**Modelo HADGEM2
2045 – 2069
Julio**

RCP 8.5 W/m²



Temperatura máxima en el mes

RCP 4.5 W/m²

ALGUNAS PROYECCIONES PARA MÉXICO BAJO DOS ESCENARIOS

Fuente: Elaboración propia a partir del Atlas climático digital de México. Escenarios de cambio climático UNIATMOS - UNAM

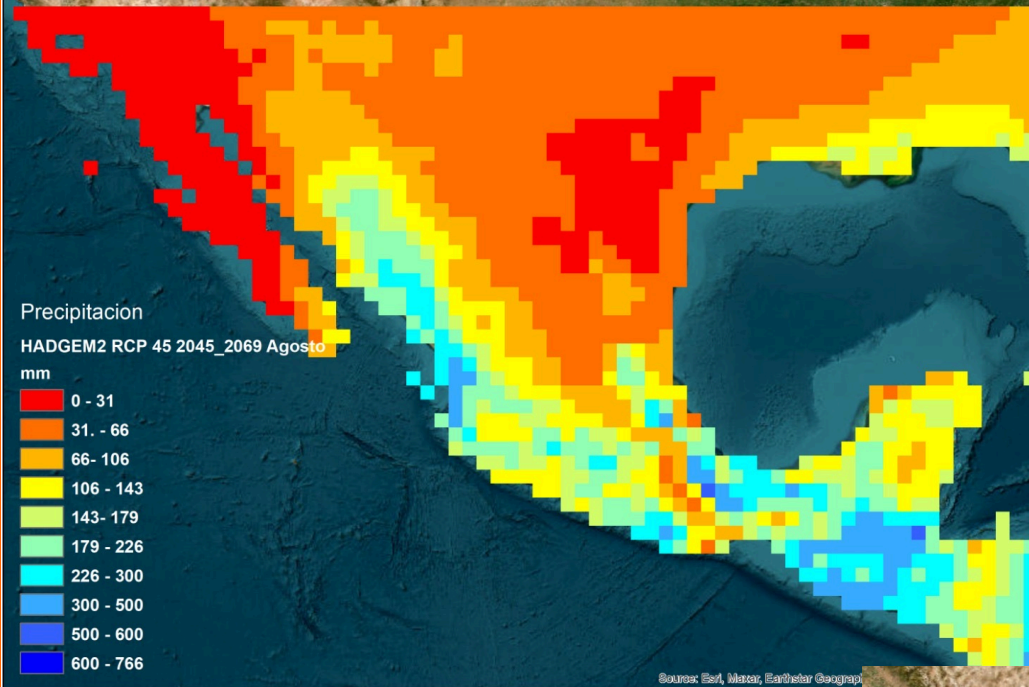
Temperatura máxima en el mes

PRECIPITACIÓN

Modelo HADGEM2
2045 – 2069
Agosto

RCP 8.5 W/m²

Precipitación total

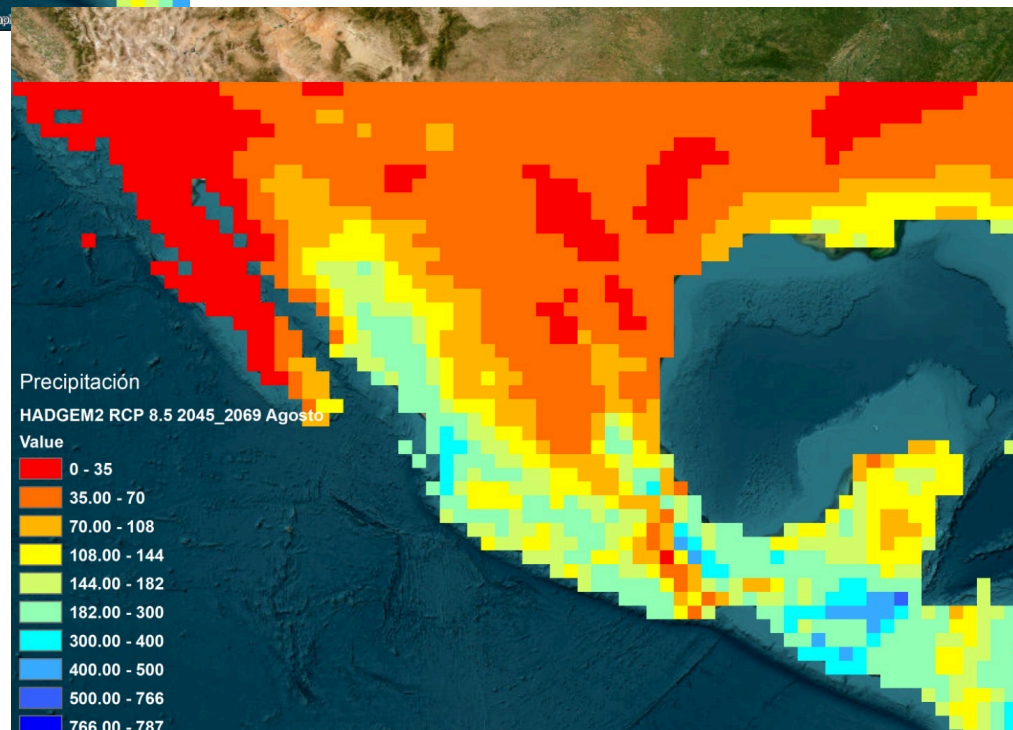


RCP 4.5 W/m²

Precipitación total

Infraestructura para captación,
conservación y distribución de
agua será crítica

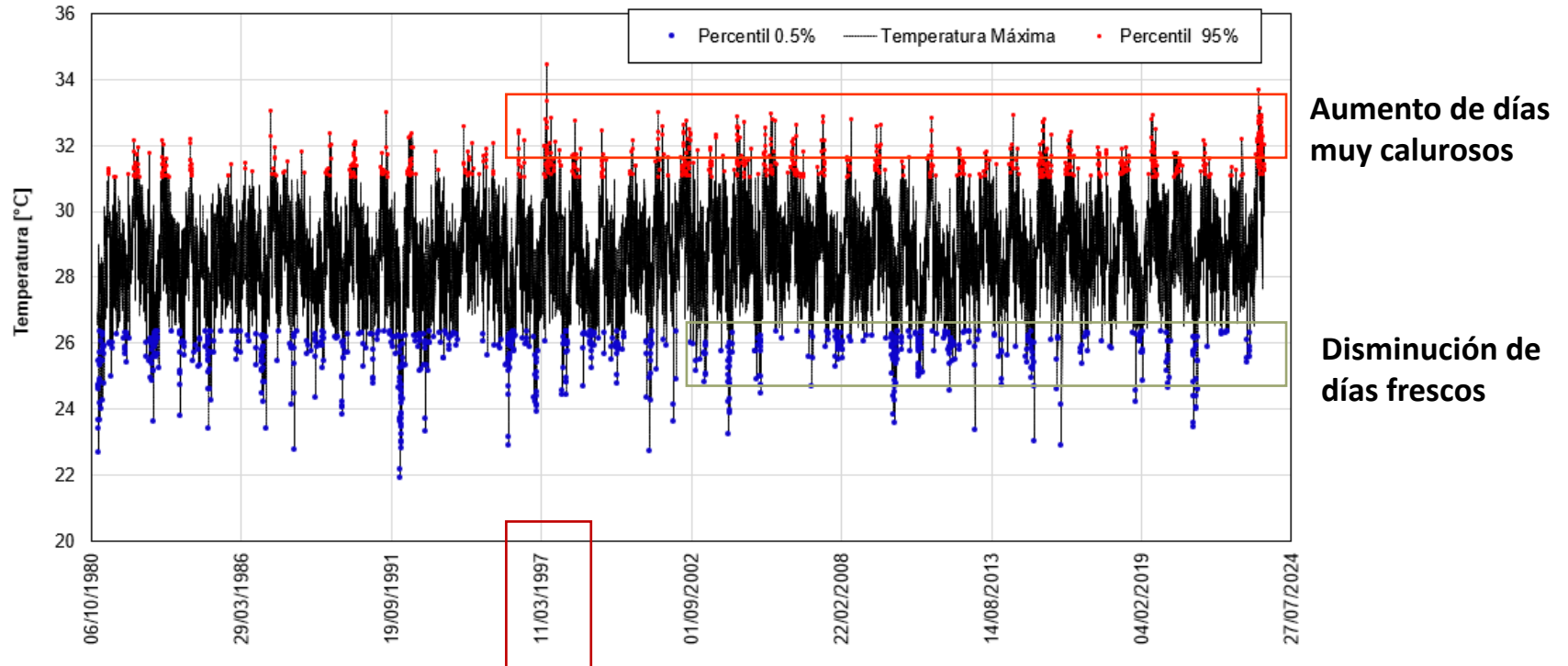
Fuente: Elaboración propia a partir del Atlas climático
digital de México. Escenarios de cambio climático
UNIATMOS - UNAM



¿CUÁNDO VA A EMPEZAR EL CAMBIO CLIMÁTICO?

Efectos del cambio climático

Variación de la temperatura máxima diaria desde 1980 a la fecha (2023)

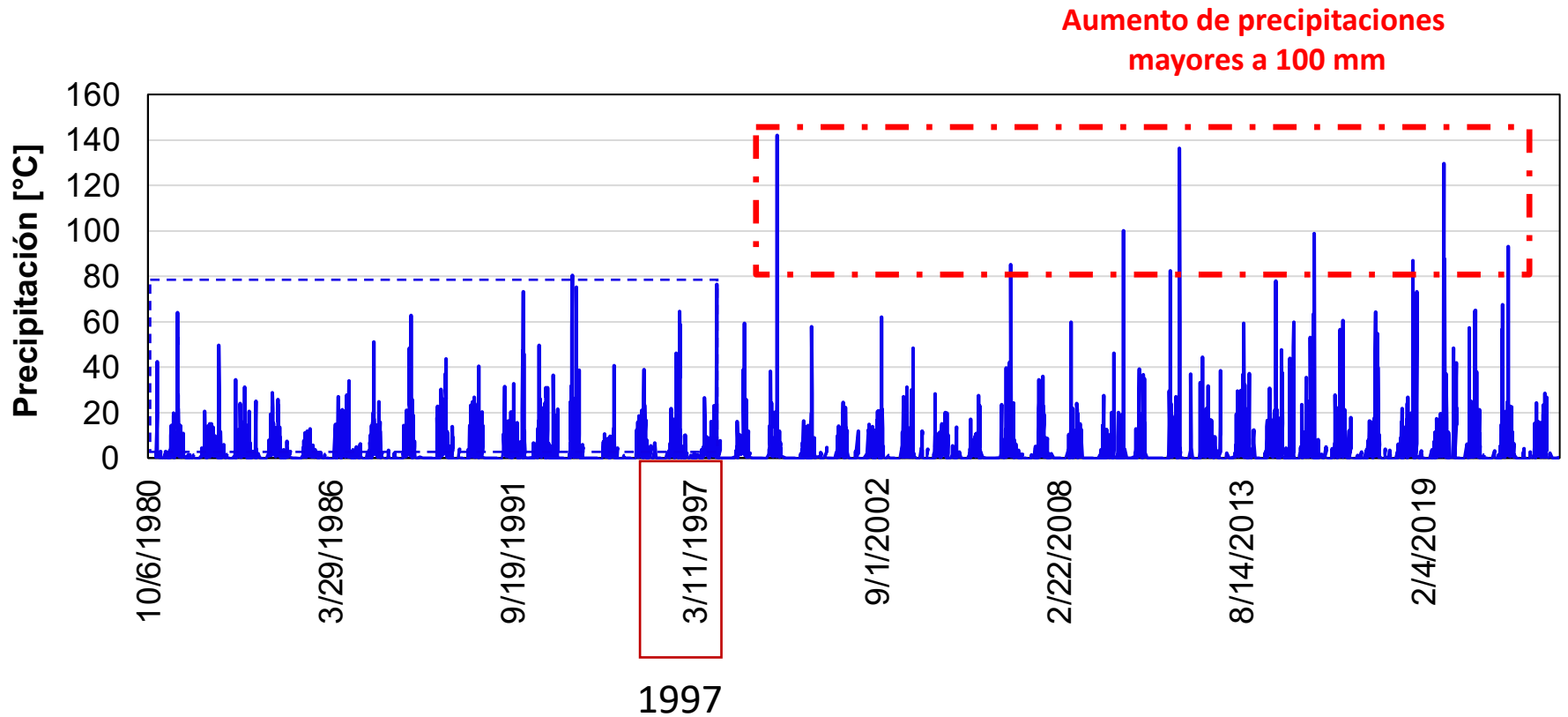


1997

Caso Manzanillo, Colima

Efectos del cambio climático

Registro de precipitación desde 1980 a la fecha (2023)



Caso Manzanillo, Colima

EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA INFRAESTRUCTURA

FACTOR: TEMPERATURA (PRECIPITACIÓN Y VIENTOS)

ALGUNAS CONSECUENCIAS:

- Incremento en las temperaturas sobre los materiales y mayor variación térmica.
- Incremento en los niveles y gasto de las corrientes de agua por mayores precipitaciones (reducción de infiltración y aumento de erosión en cuencas)
- Mayor arrastre de materiales vegetales y terrígenos sueltos por cauces
- Mayor caída de materiales en cortes y laderas de montaña (Procesos de remoción en masa)
- Incremento en el nivel medio del mar
- Incremento en la intensidad de fenómenos hidrometeorológicos
- Incremento en la intensidad de tornados
- Incremento y variación en dispersión de cenizas y contaminantes por cambios en vientos
- Incremento en alcance de elementos producto de erupción volcánica

EJEMPLOS



EJEMPLOS DE EFECTOS EN LA INFRAESTRUCTURA

POR FENÓMENOS HIDROLÓGICOS

Principales evidencias:

Situación del peligro:
Huracanes, Lluvias extraordinarias.

Erosión en los márgenes de los ríos



Socavación

Afectación por el peligro:

Erosión en márgenes de ríos
Inundaciones
Avenidas torrenciales
Socavación
Llenados y vaciados rápidos

Inundaciones



Agrietamientos intensos

POR FENÓMENOS HIDROLÓGICOS

Principales evidencias:

Situación del peligro:
Huracanes, Lluvias extraordinarias.

Erosión en los cauces de los ríos



Erosión y socavación

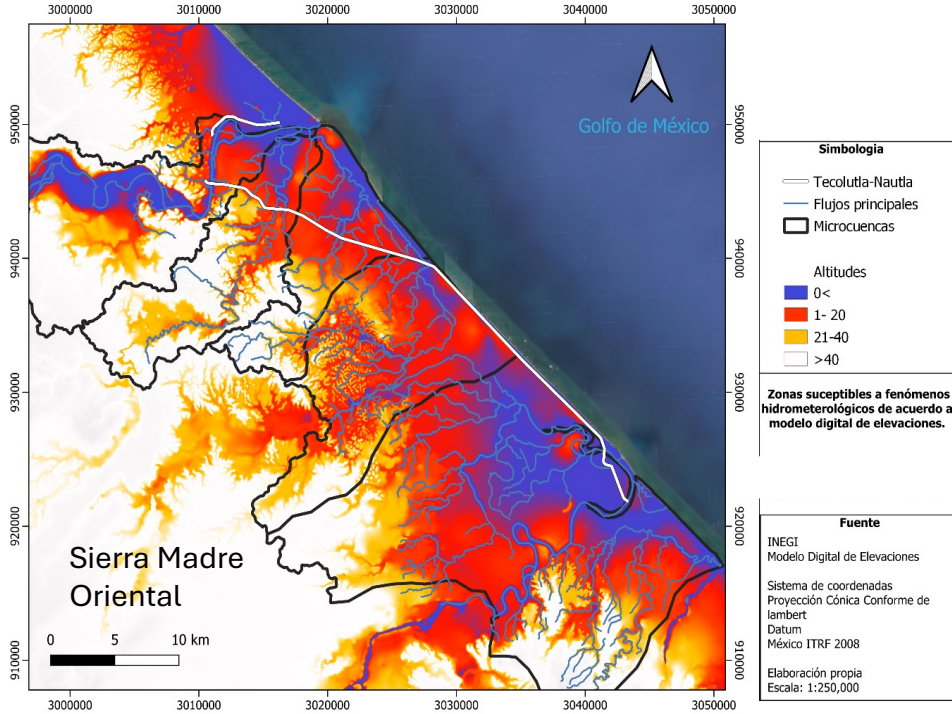
Afectación por el peligro:

Erosión
Inundaciones
Socavación y tubificación
Llenados y vaciados rápidos
Flujos torrenciales

Socavación



Flujo por inundaciones

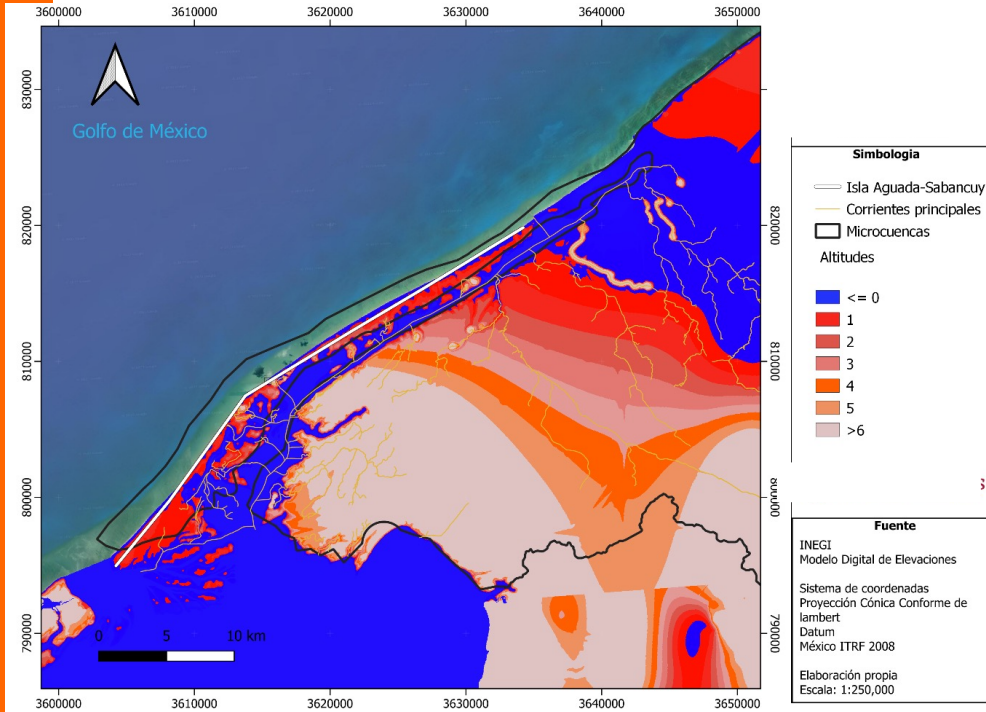


SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIÓN

En el mapa se muestran los múltiples flujos de ríos y arroyos que bajan desde las zonas más altas de la cuenca hacia el mar, haciendo la zona extremadamente vulnerable a flujos torrenciales e inundaciones.

En azul y rojo, las zonas más bajas de esta parte de la costa de Veracruz.





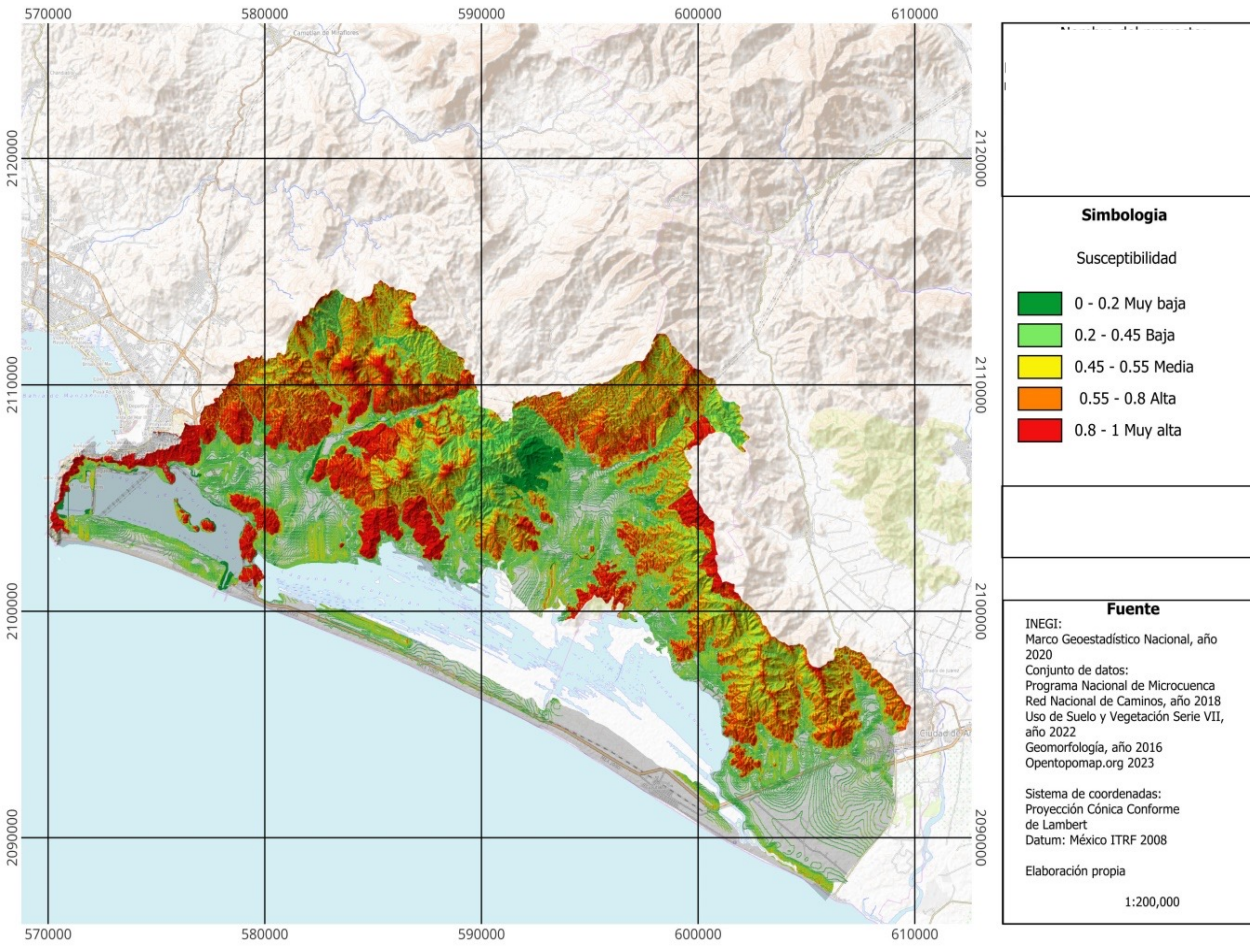
SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIÓN

En el mapa se muestra como la carretera está rodeada completamente por agua (mar y manglar) que interactúa constantemente.

En rojo, las zonas más bajas (1.00 m.s.n.m) en esta zona de la costa de Campeche

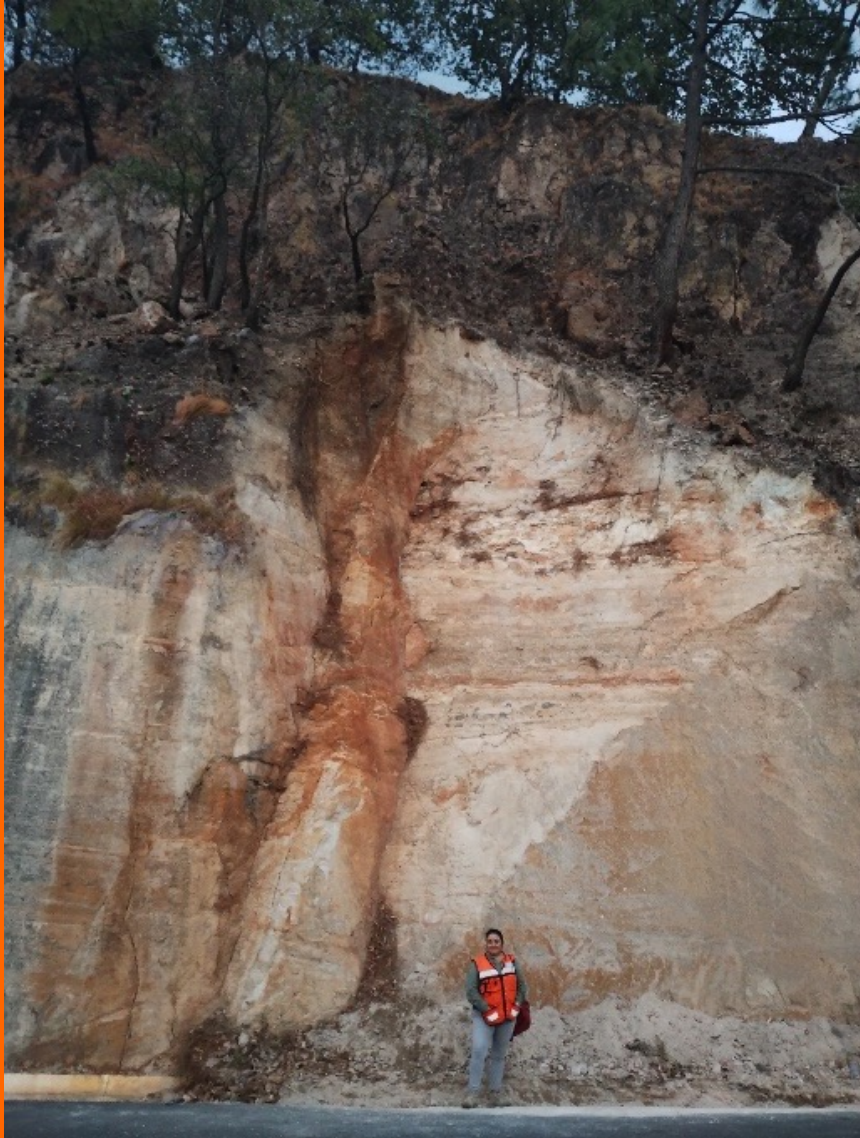


EFECTOS POR CAIDA DE MATERIALES TERRÍGENOS (PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA)



Zonas de alta susceptibilidad a caídos en la costa de Colima



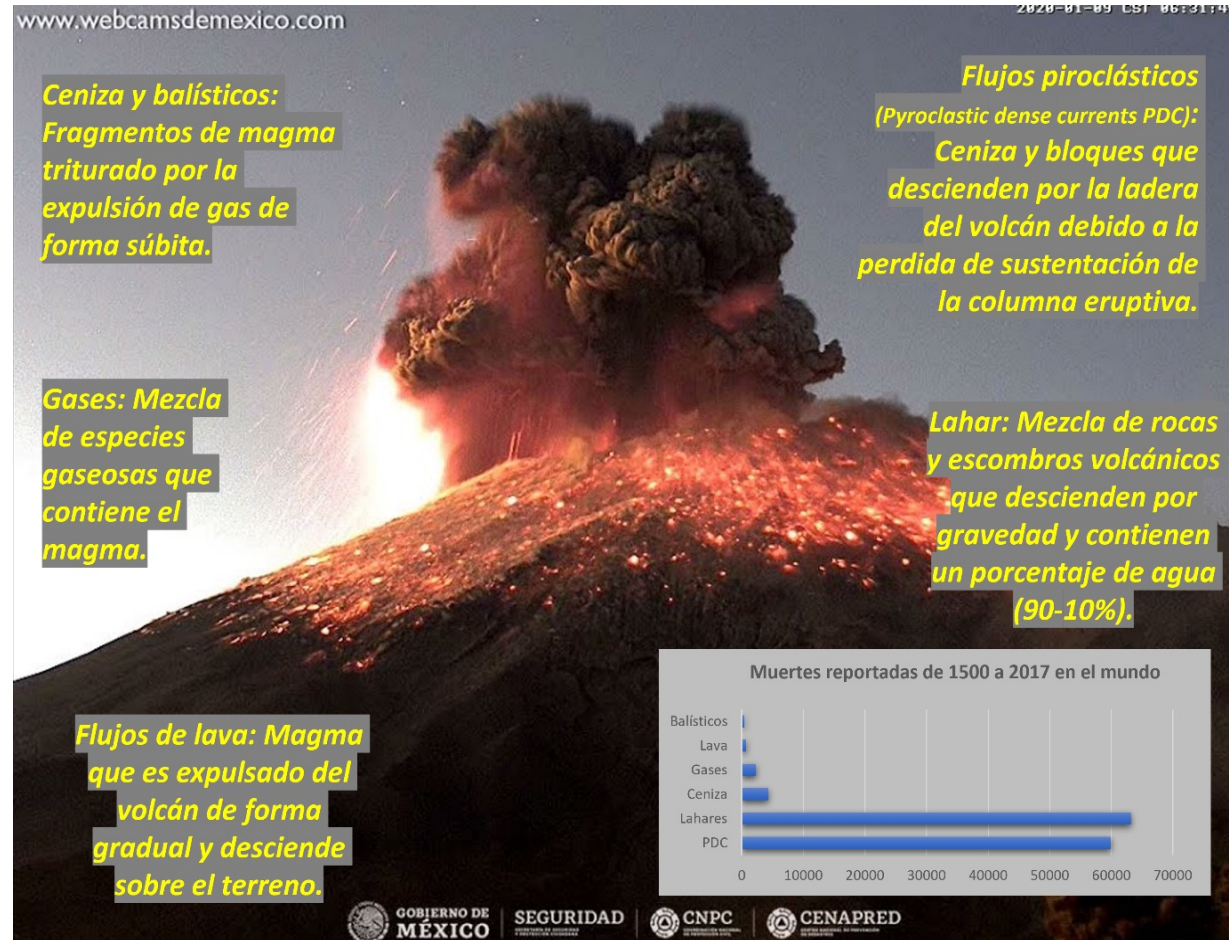


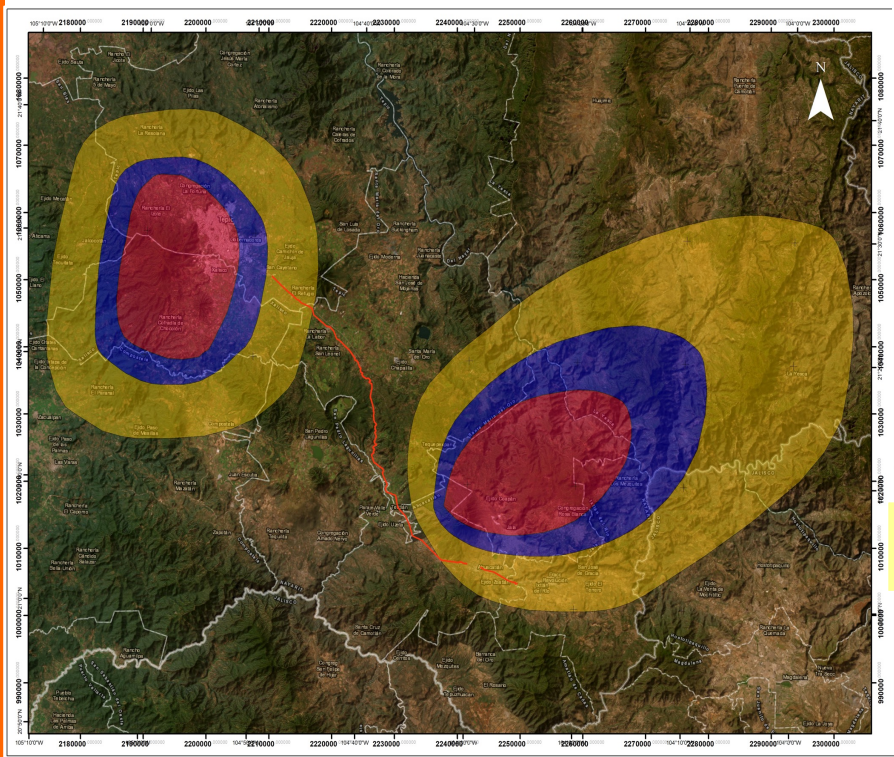
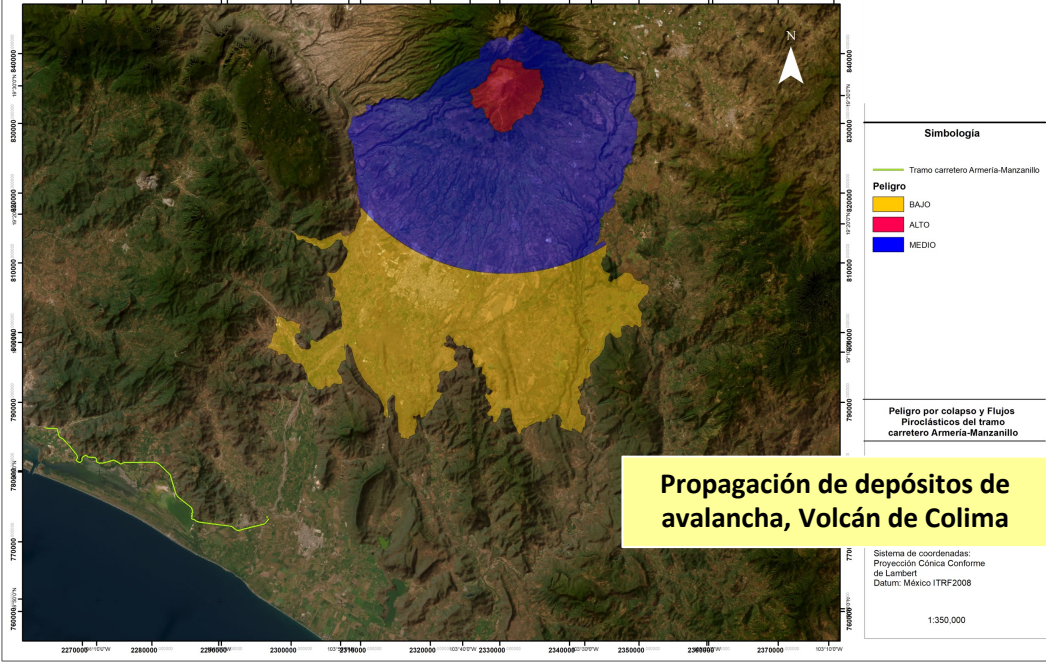
ELEMENTOS VOLCÁNICOS INCREMENTADOS POR ESCURRIMIENTO Y VIENTOS

PELIGRO VOLCÁNICO

- Projectiles balísticos
- Flujos piroclásticos
- Oleadas piroclásticas
- Lahares
- Flujos de lava
- Avalanchas de escombros
- Caída de ceniza y/o pómez
- Colapso de la estructura

Susceptibles de alteración por Cambio Climático





Simbología

- Tramo carretero Armeria-Manzanillo
- Peligro**
 - BAJO
 - ALTO
 - MEDIO

Peligro ceniza y pomez del tramo carretero Tuxtla - Atlix

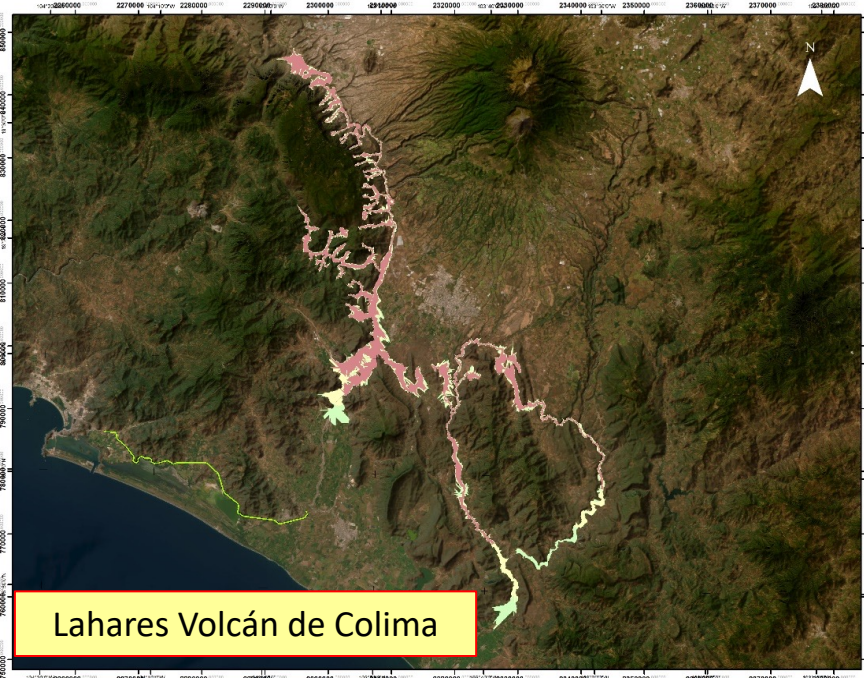
Vectoriales: elaboración propia

Sistema de coordenadas: Proyección Cónica Conforme de Lambert
 Datum: México ITRF2008

1:400,000

Caída de ceniza y/o pómez
 Depósitos de avalancha

Distribución de los depósitos de caída de pómez para los volcanes Ceboruco y San Juan,



Lahares Volcán de Colima

Nombre del Proyecto

Simbología

- Tramo carretero Armeria-Manzanillo
- Bajo
- Medio
- Alto

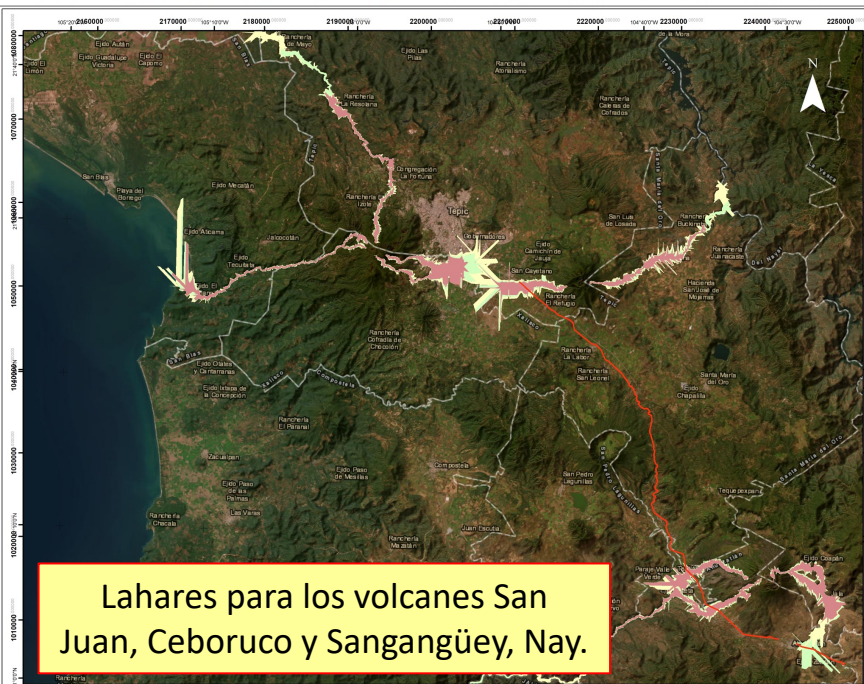
Peligro por lahares H/L 0.08 del tramo carretero Armeria-Manzanillo

Fuentes:
 Vectoriales: elaboración propia
 Sistema de coordenadas: Proyección Cónica Conforme de Lambert
 Datum: México ITRF2008

1 : 400,000



Depósito de lahar en Colima



Lahares para los volcanes San Juan, Ceboruco y Sangangüey, Nay.

Simbología

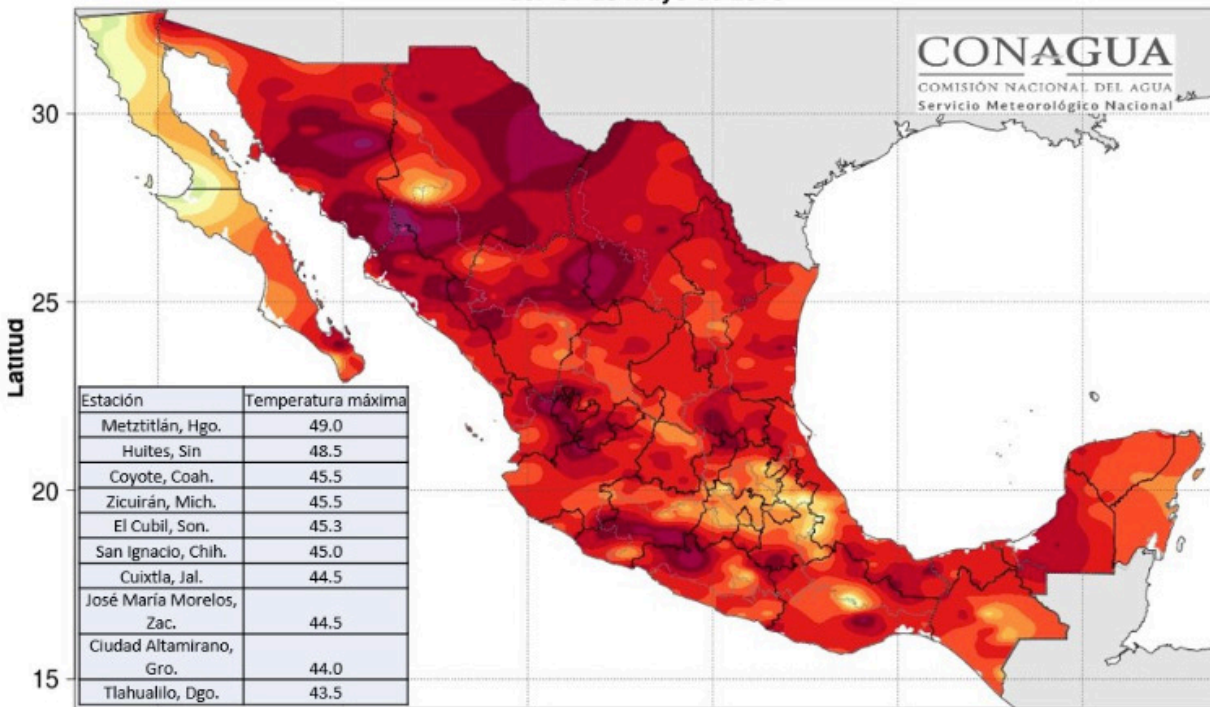
- Tramo carretero Armeria-Manzanillo
- ALTO
- BAJO
- MEDIO

Peligro lahares del tramo carretero Tepic - Ixtaln del Rio

Fuentes:
 Vectoriales: elaboración propia
 Sistema de coordenadas: Proyección Cónica Conforme de Lambert
 Datum: México ITRF2008

1 : 300,000

Temperatura Máxima en 24H (°C)
del 31 de mayo de 2018



"Una Visión Interdisciplinaria del Cambio Climático y los Servicios Ecosistémicos"

POR ALTAS TEMPERATURAS Y VARIACIONES EXTREMAS

Ondas de calor; temperaturas que alcanzan hasta cerca de los 50°C

Mayor fluctuación de temperatura día/noche; verano/invierno afectan resistencia de materiales



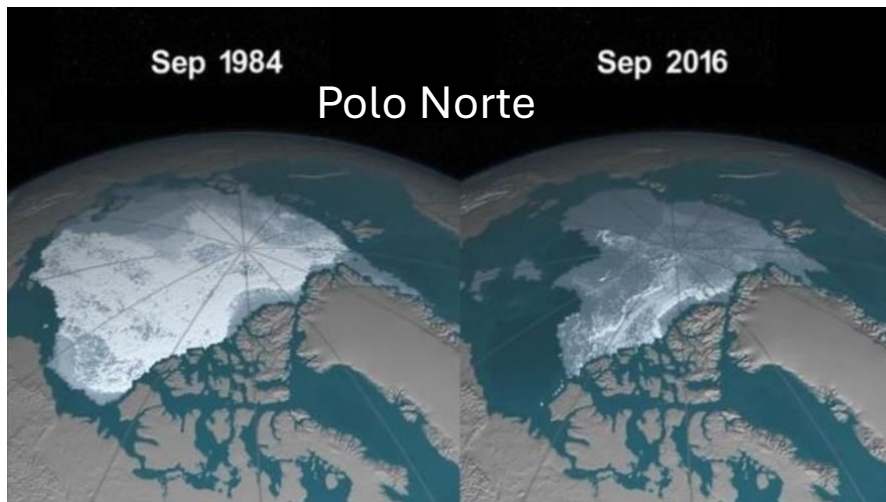
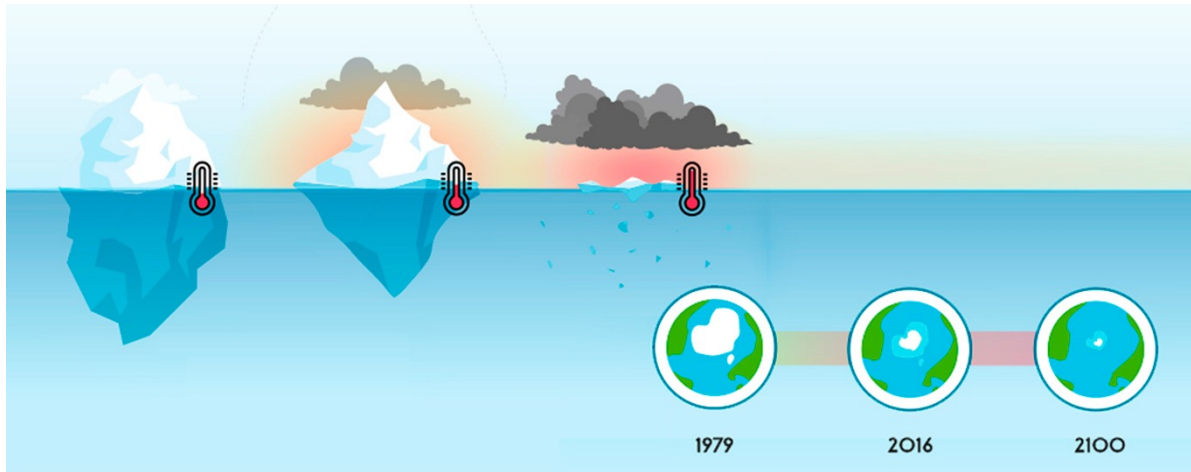
Fuente: Mortífera ola de calor en India derrite hasta el pavimento. Guioteca 2016



Fuente: Por el calor, el pavimento de algunas calles comienza a subir las veredas. Contexto 2018.

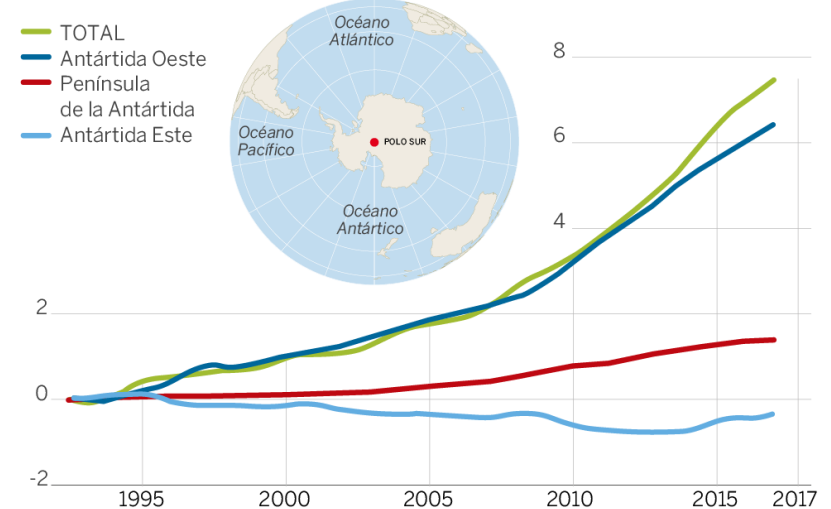
EFECTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

DERRETIMIENTO DE ZONAS POLARES Y GLACIARES



EL DESHIELO DE LA ANTÁRTIDA Y EL NIVEL DEL MAR

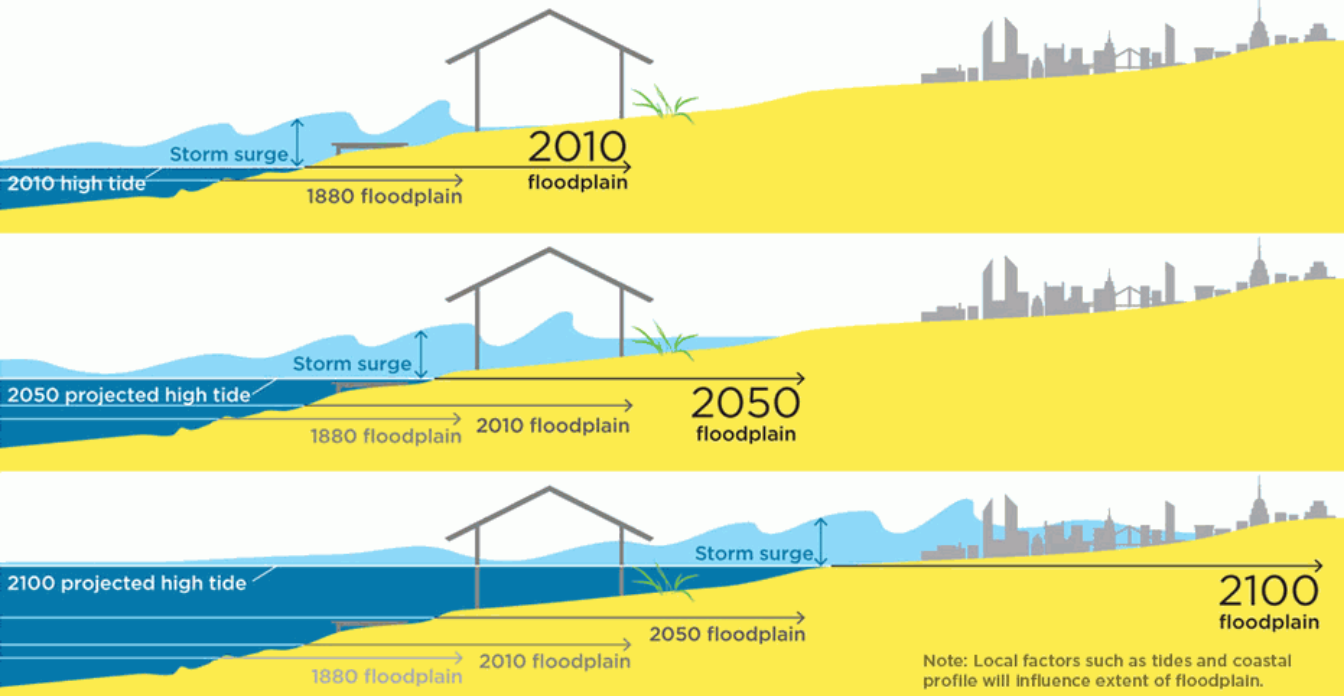
En mm



Fuente: elaboración propia. EL PAÍS

CONSECUENCIA: INCREMENTO EN EL NIVEL DEL MAR





El cambio climático en las costas mexicanas (Golfo de México)



Aumento del Nivel del Mar 1 a 5 metros en diferentes zonas costeras de México





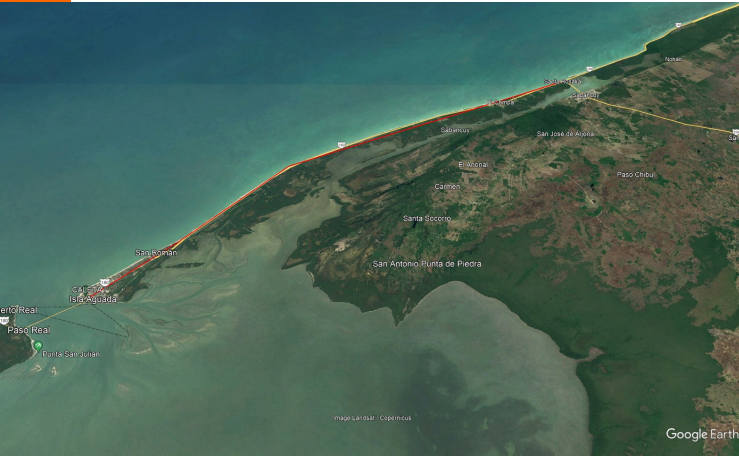
Bioguía 2018

Daños del margen de carreteras provocado por erosión costera (oleaje) e intrusión salina en cimientos de puentes y terraplenes de una carretera; además de la influencia del “spray” marino con alta salinidad

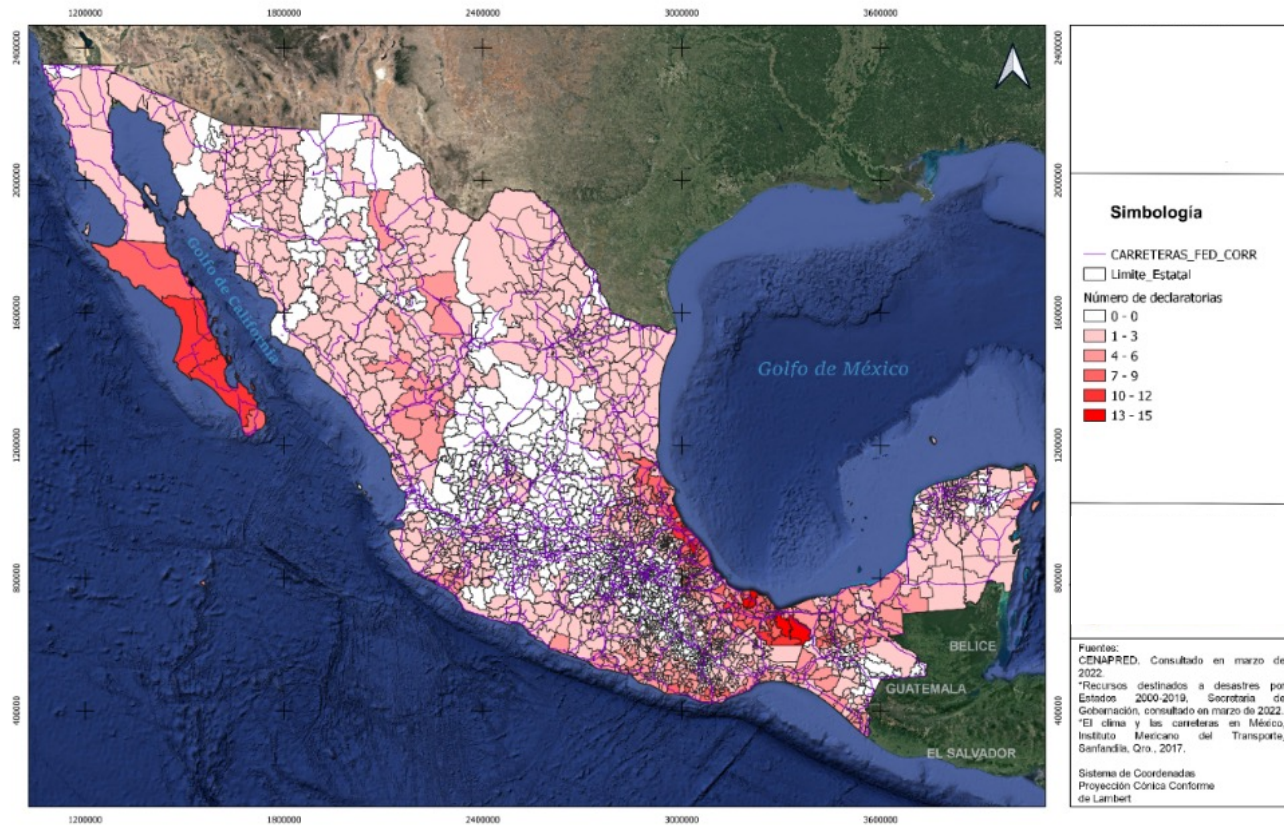


POR INCREMENTO EN EL NIVEL DEL MAR

El nivel del mar ha ocasionado la pérdida de playa, lo que ha causado erosión en el terraplén/piedraplén de una carretera en Campeche; amenazando también la infraestructura eléctrica aleada



POR INCIDENCIA DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS

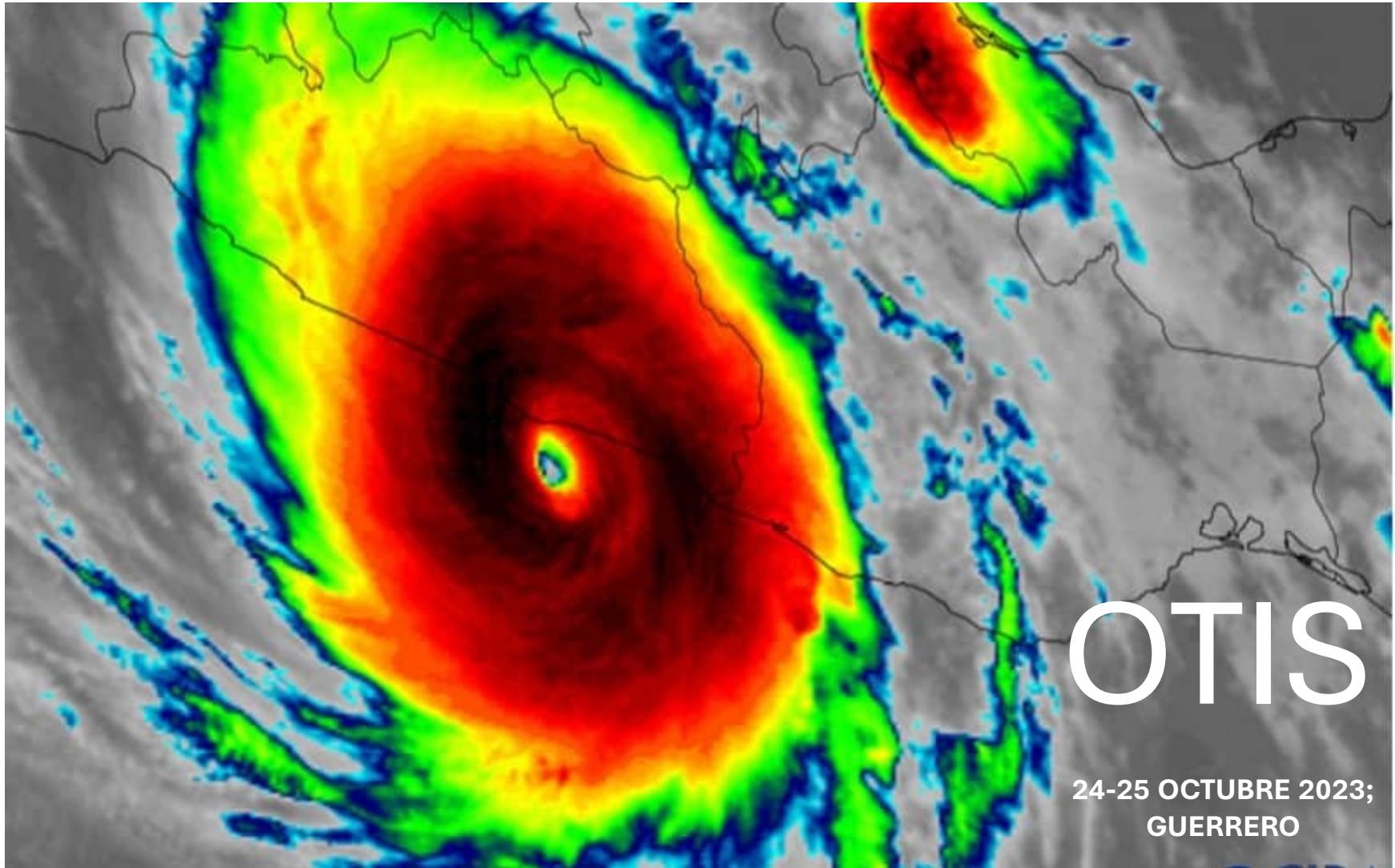


Declaratorias de desastres por fenómenos hidrometeorológicos.

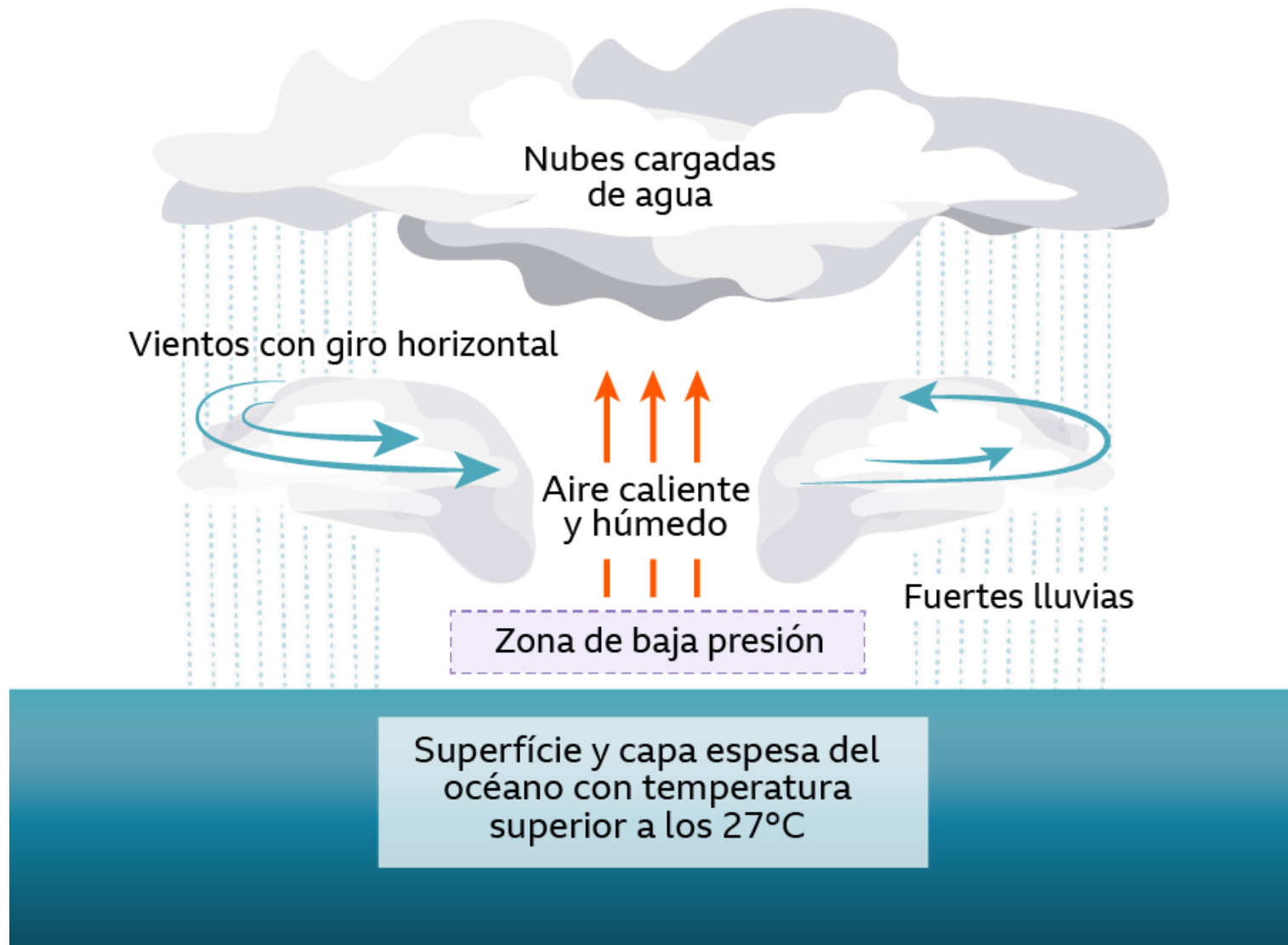
Fuente: Elaboración propia, resultados del análisis de información CENAPRED, FONDEN (declaratoria de desastres), FONDEN (asignación de recursos), Sistema Nacional de Información del Agua (SINA) y datos hemerotecas.

Y CUANDO CREEMOS ENTENDER A LA NATURALEZA

EL CAMBIO CLIMÁTICO IMPLICA VARIACIÓN EN LOS PRONÓSTICOS CONOCIDOS HASTA HOY

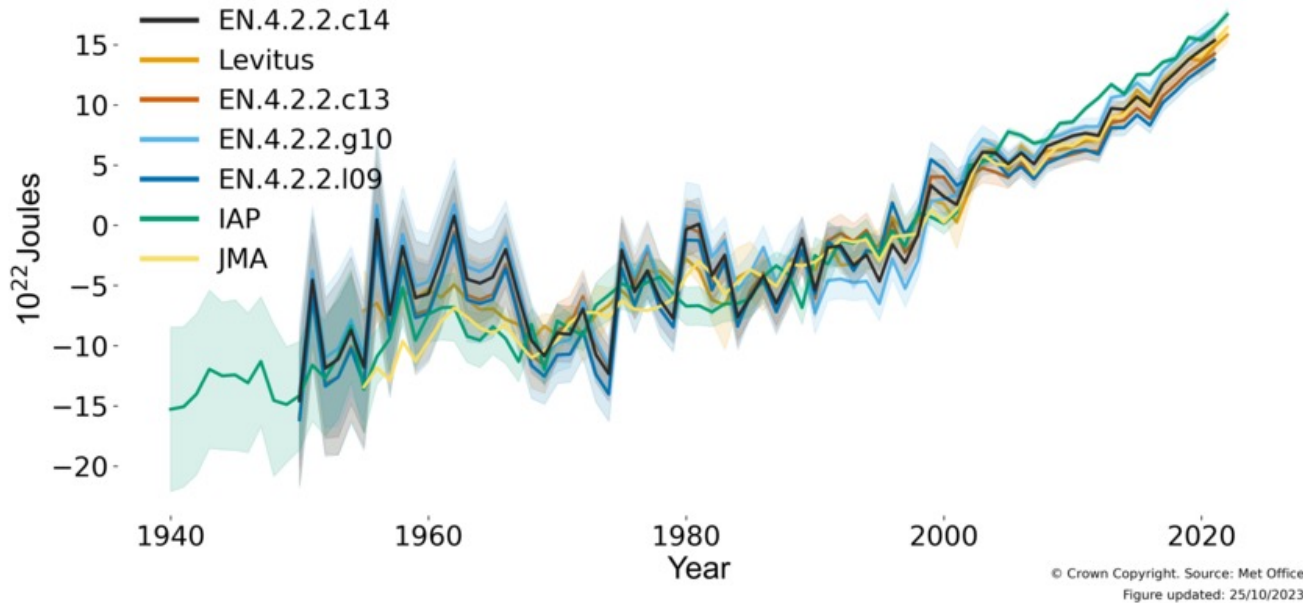


Ingredientes básicos para un huracán



Met Office

Global ocean heat content difference from 1981-2010 (10^{22} Joules)

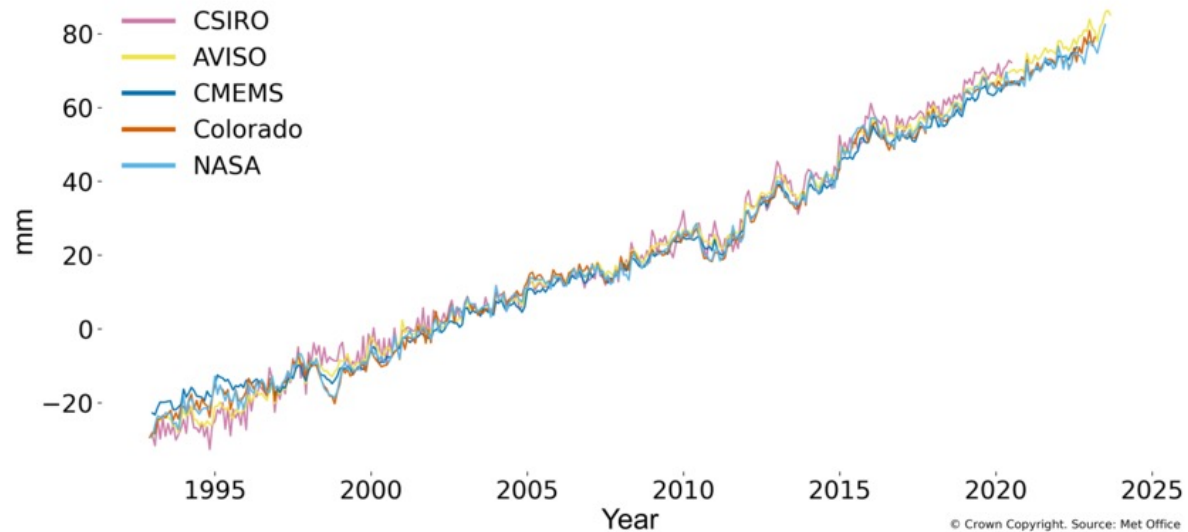


Incremento en
contenido calórico
de océanos

Incremento en nivel
del mar (mm)

Met Office

Global sea level difference from 1993-2010 (mm)



EXPLICACIÓN DE UN INVESTIGADOR DE LA UNAM

El huracán Otis, que llegó a Acapulco, Guerrero, el 25 de octubre como tormenta tropical y se intensificó a categoría 5 al tocar tierra.

El aumento de la temperatura en la capa superficial del océano proporcionó más energía al huracán, actuando como «combustible».

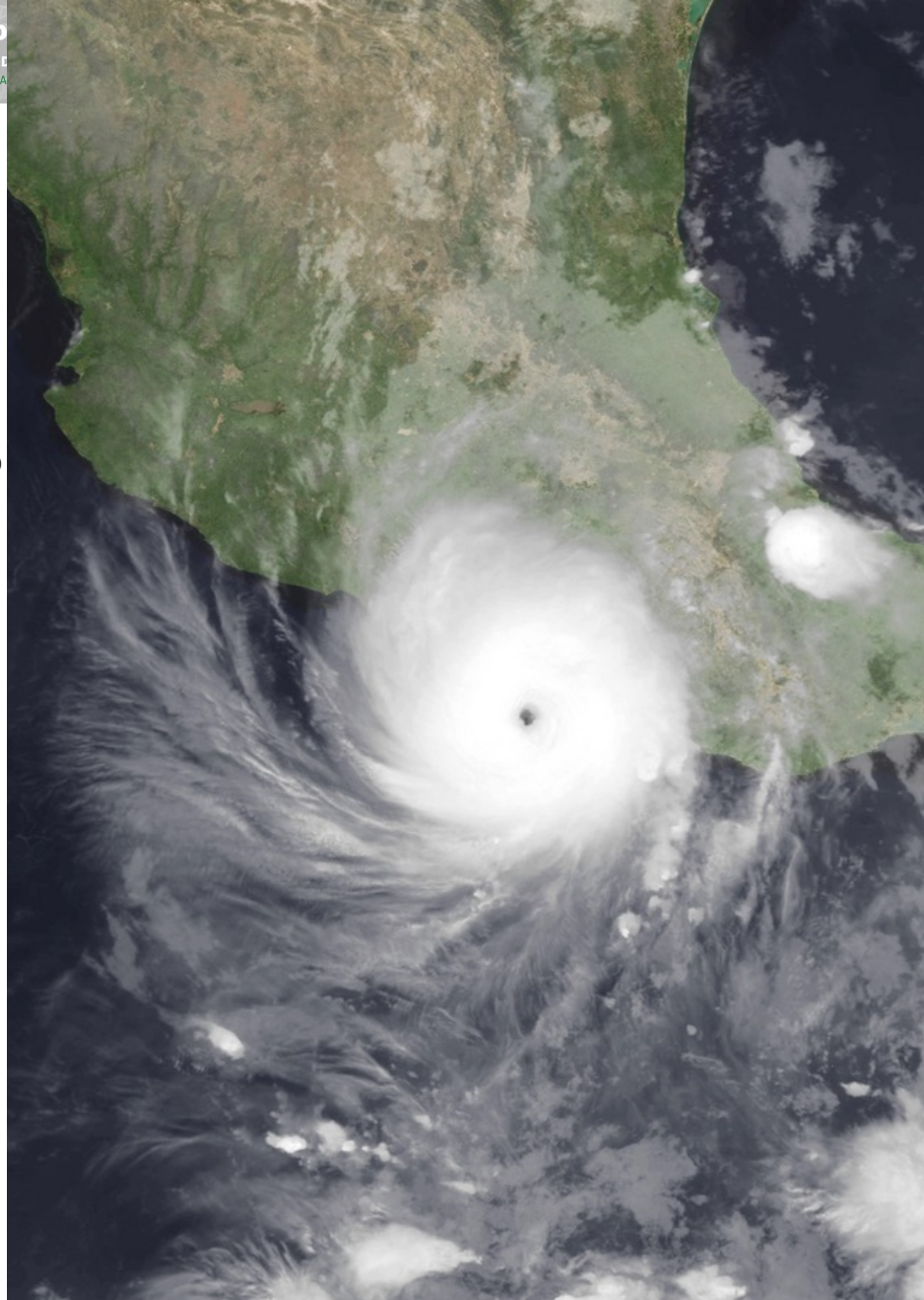
«Cuando la temperatura del océano es alta, el huracán tiene más posibilidades de fortalecerse porque la atmósfera puede retener más vapor de agua. Se intensifica con la temperatura»

Las aguas cálidas tienen más energía latente, lo que fortalece huracanes junto con el oleaje, la turbulencia y la fuerza del viento sobre el mar.

La temperatura óptima para la formación e intensificación de un huracán es de 28 grados en la superficie del océano. Aunque no es común en esta temporada, fenómenos como El Niño y el calentamiento global pueden mantener el agua a esa temperatura o incluso más alta.

«La condición de El Niño y el calentamiento global hacen que la temperatura del océano sea mayor a 30 grados Celsius»

La investigación continúa para comprender completamente las causas del impacto del huracán Otis en Acapulco.





0-18



ON
CI
ENI

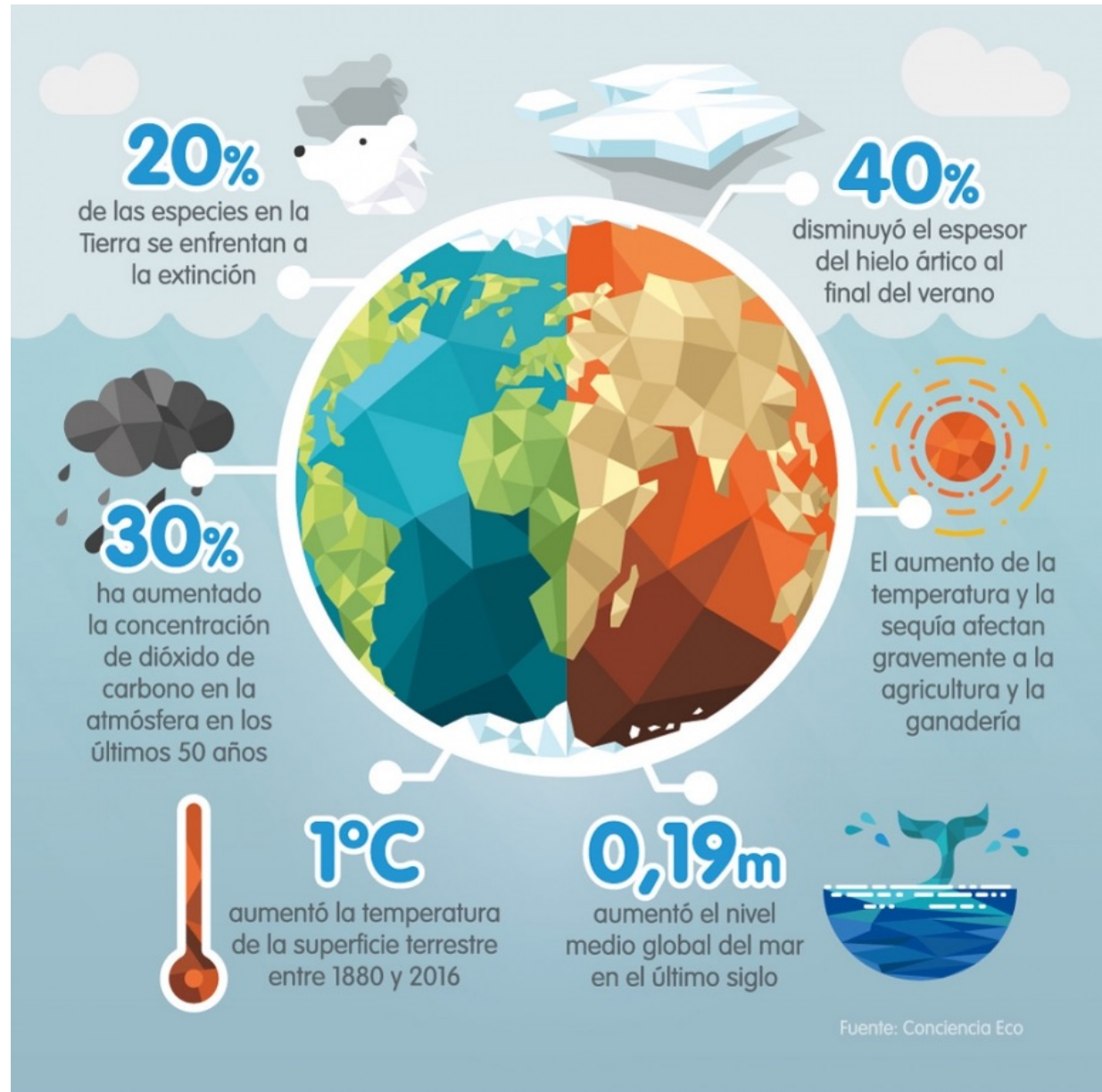


COMENTARIOS FINALES

CONCLUSIONES:

- EL CAMBIO CLIMÁTICO TIENE MUY FUERTES REPERCUSIONES, NO SOLO EN LA INFRAESTRUCTURA, SINO EN NUESTRA FORMA Y EXPECTATIVA DE VIDA.
- TENEMOS QUE PREVENIR Y FORTALECER NUESTRA INFRAESTRUCTURA CONSIDERANDO LOS EFECTOS DERIVADOS DEL CC.
- TENEMOS QUE CAMBIAR LA MANERA COMO HACEMOS LAS COSAS PARA LOGRAR UN DESARROLLO SOSTENIBLE CON UN USO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS Y DEJAR DE INCREMENTAR LOS GEI.

¿ COMO VAMOS CON RESPECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO?

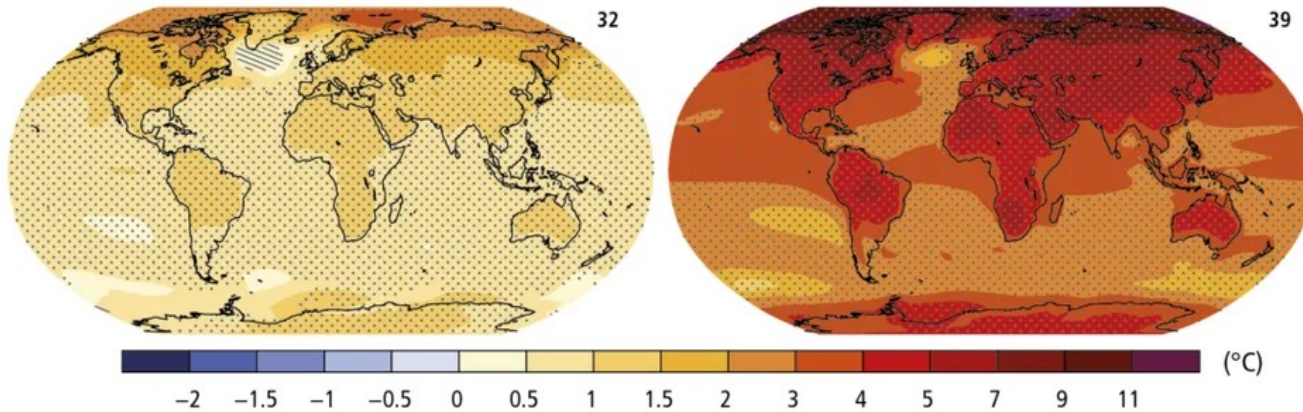


¿QUE PANORAMA NOS ESPERA?

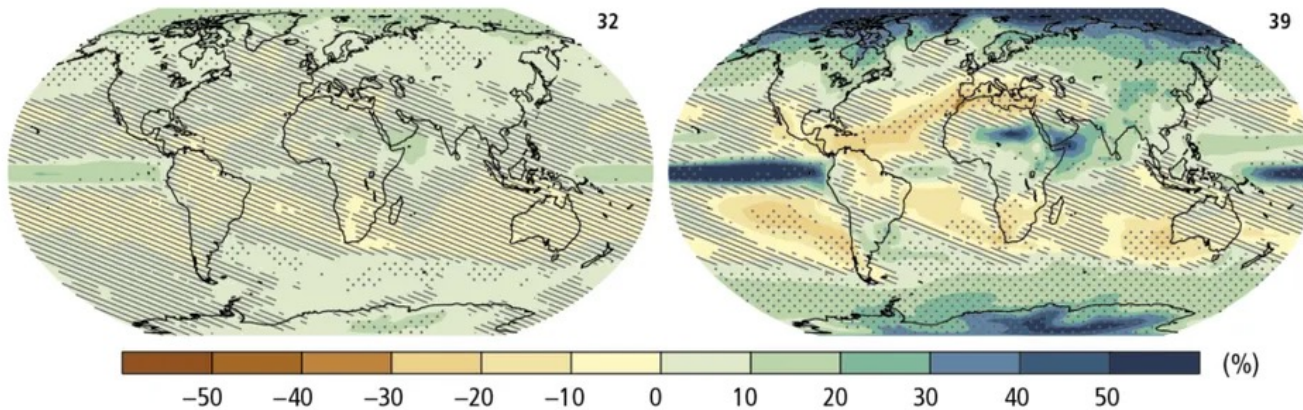
RCP2.6

RCP8.5

(a) Cambio en la temperatura media de la superficie (1986-2005 a 2081-2100)



(b) Cambio en la precipitación media (1986-2005 a 2081-2100)



De 2010-2019 se registraron los niveles más altos de calentamiento global de la historia.

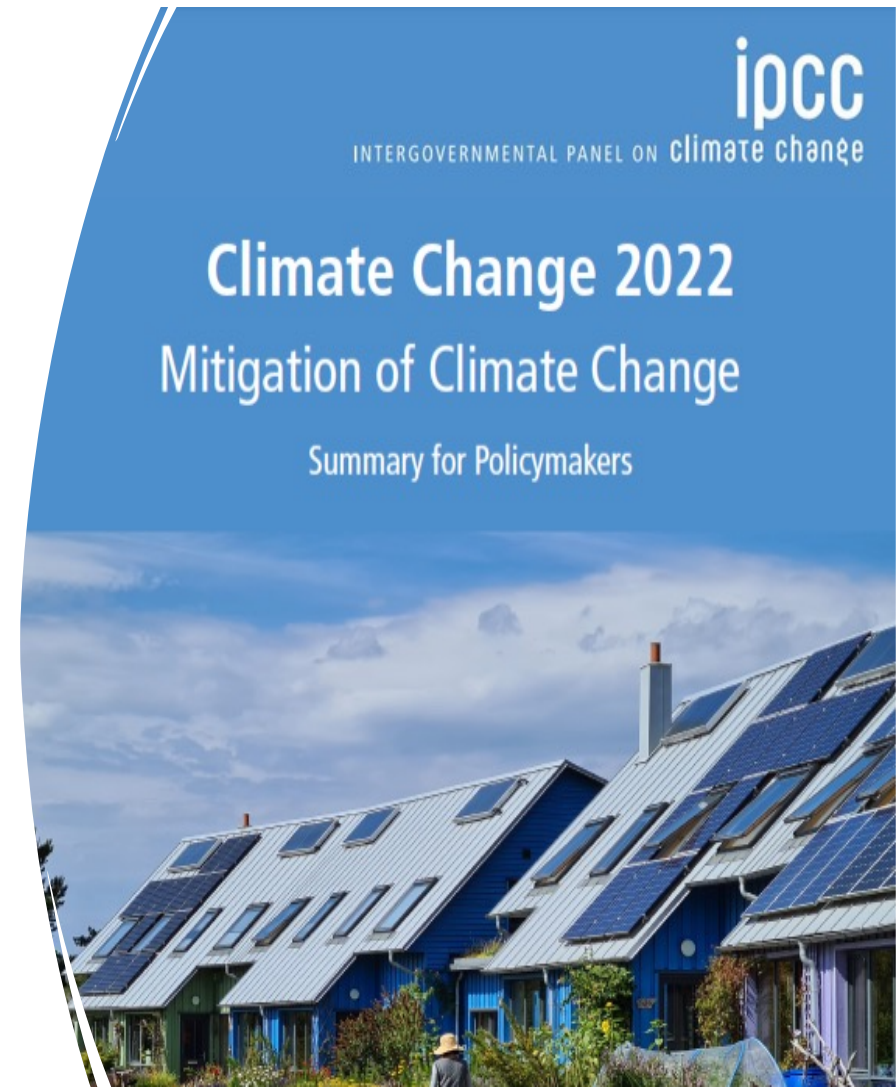
SITUACIÓN:

IPCC | Cambio Climático 2022

Sin una reducción inmediata de las emisiones en todos los sectores, será imposible limitar el calentamiento global a 1,5°C (2,7°F).

Es necesario que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero se reduzcan en un **43% para 2030; restan 7 años.**

La aplicación de políticas cada vez más amplias han mejorado la eficiencia energética, han reducido las tasas de deforestación y han acelerado el despliegue de las energías renovables con miras a disminuir la tasa de calentamiento; pero aún no es suficiente.



GRACIAS



Impacto del cambio climático en la infraestructura