



EL PAPEL DE LOS OCÉANOS EN EL CAMBIO CLIMÁTICO: ESCENARIO ACTUAL Y FUTURO

Iván Pérez Anta

Investigador Predoctoral en el Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética
ETSIAM-UCLM

Ciclo de Conferencias del Programa José Saramago

10 de Diciembre de 2020

17:30 – 19:00

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE ESTUDIAR Y ANALIZAR EL ESTADO DE NUESTROS OCÉANOS?

1. MARES Y OCÉANOS: ¿CÓMO DIFERENCIARLOS?

2. CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES

3. CORRIENTES OCEÁNICAS PROFUNDAS

4. INTERACCIONES ENTRE OCÉANO Y ATMÓSFERA

5. LA VIDA DENTRO DE LOS OCÉANOS

6. LOS OCÉANOS Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE ESTUDIAR Y ANALIZAR EL ESTADO DE NUESTROS OCÉANOS?

Toda la humanidad depende **directa o indirectamente** del océano: fuente de **biodiversidad, materias primas y energía**.

El océano ocupa alrededor del **71% de la superficie terrestre** y contiene el **97% del agua de la Tierra**.

El océano sostiene **hábitats únicos** y se encuentra **interconectado** con otros componentes del sistema climático **a través del intercambio global de agua, energía y carbono**.

Las comunidades humanas situadas en las costas, las islas de bajo relieve son **particularmente vulnerables a los cambios presentes y futuros** de los océanos.

Fuente: Iván Pérez - Bahía de Galway, Irlanda

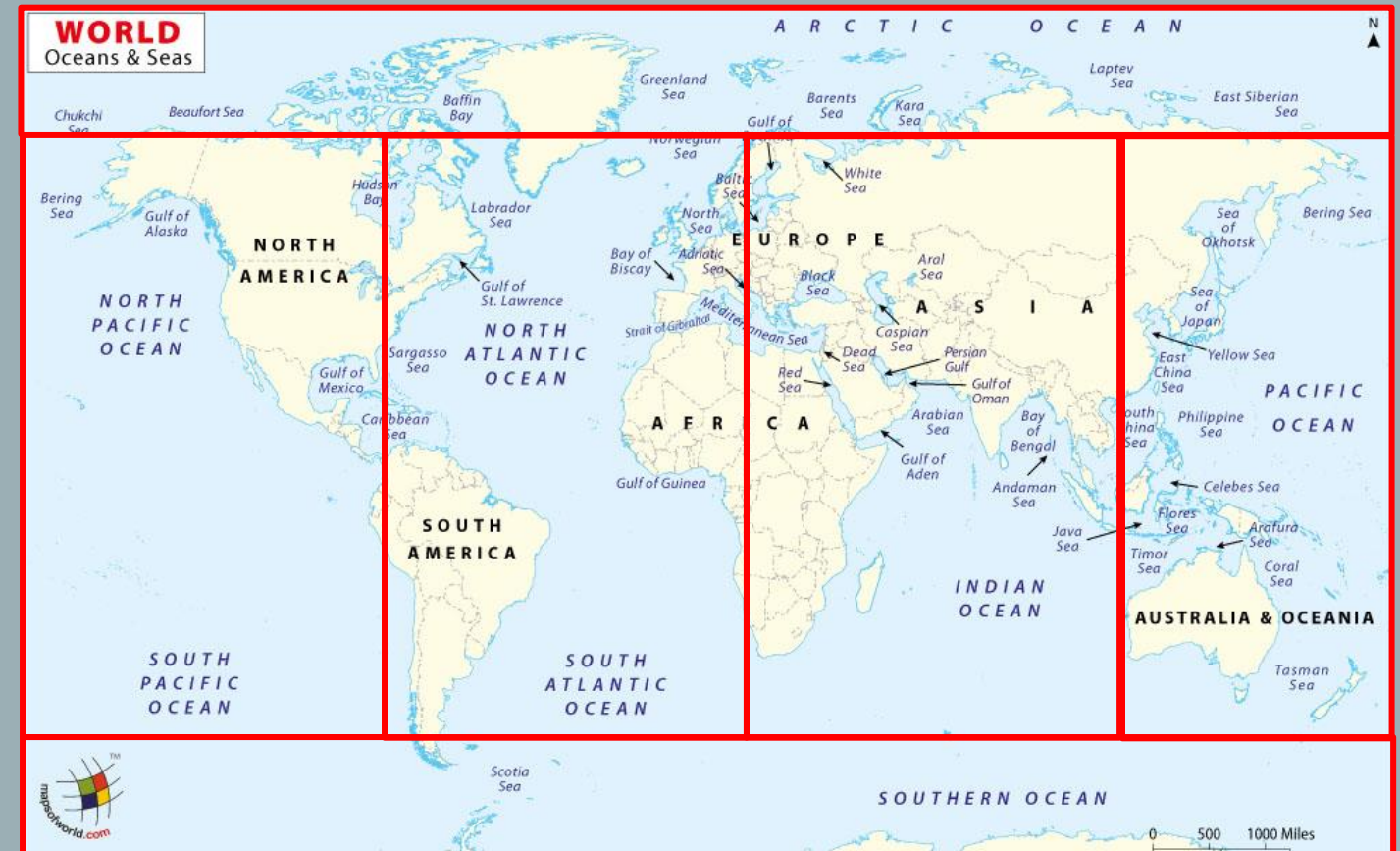
I. MARES Y OCÉANOS

I.1. ¿CÓMO DIFERENCIARLOS?

A pesar de que ambos nombres son utilizados indistintamente, los **océanos** son **grandes masas abiertas de agua salada que separan los continentes**.

Por otro lado, los mares suelen ser **masas de agua salada, habitualmente cerradas, que forman parte de los océanos**.

Hay 5 océanos y 54 mares



Distribución de mares y océanos.

Fuente: www.academia.edu

I. MARES Y OCÉANOS

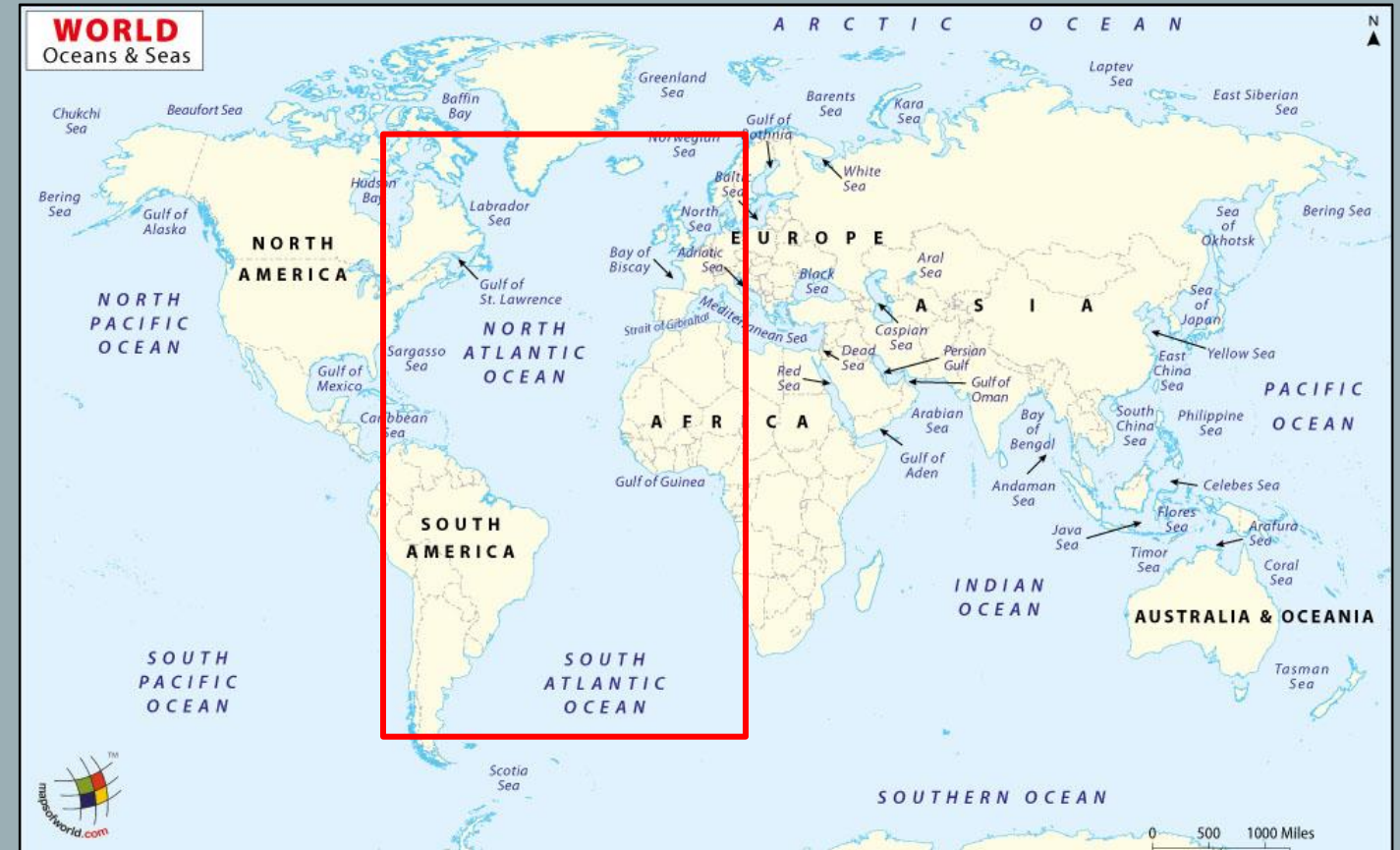
I.2. OCÉANO ATLÁNTICO

Se divide en **Océano Atlántico Norte y Sur**

20 % Superficie del Planeta

Océano más joven, creado durante la separación del supercontinente Pangea.

Se comunica artificialmente con el océano Pacífico a través del **canal de Panamá**, de forma natural a través del **estrecho de Magallanes** y el **pasaje de Drake** en **América del Sur**, y con el océano Índico a través del **canal de Suez** en **Egipto** y el **Cabo de las Agujas** en **Sudáfrica**.



Distribución de mares y océanos.

Fuente: www.academia.edu

I. MARES Y OCÉANOS

I.2. OCÉANO ATLÁNTICO



Estrecho de Gibraltar (España) (59 km).

Fuente: www.academia.edu

I. MARES Y OCÉANOS

I.3. OCÉANO PACÍFICO

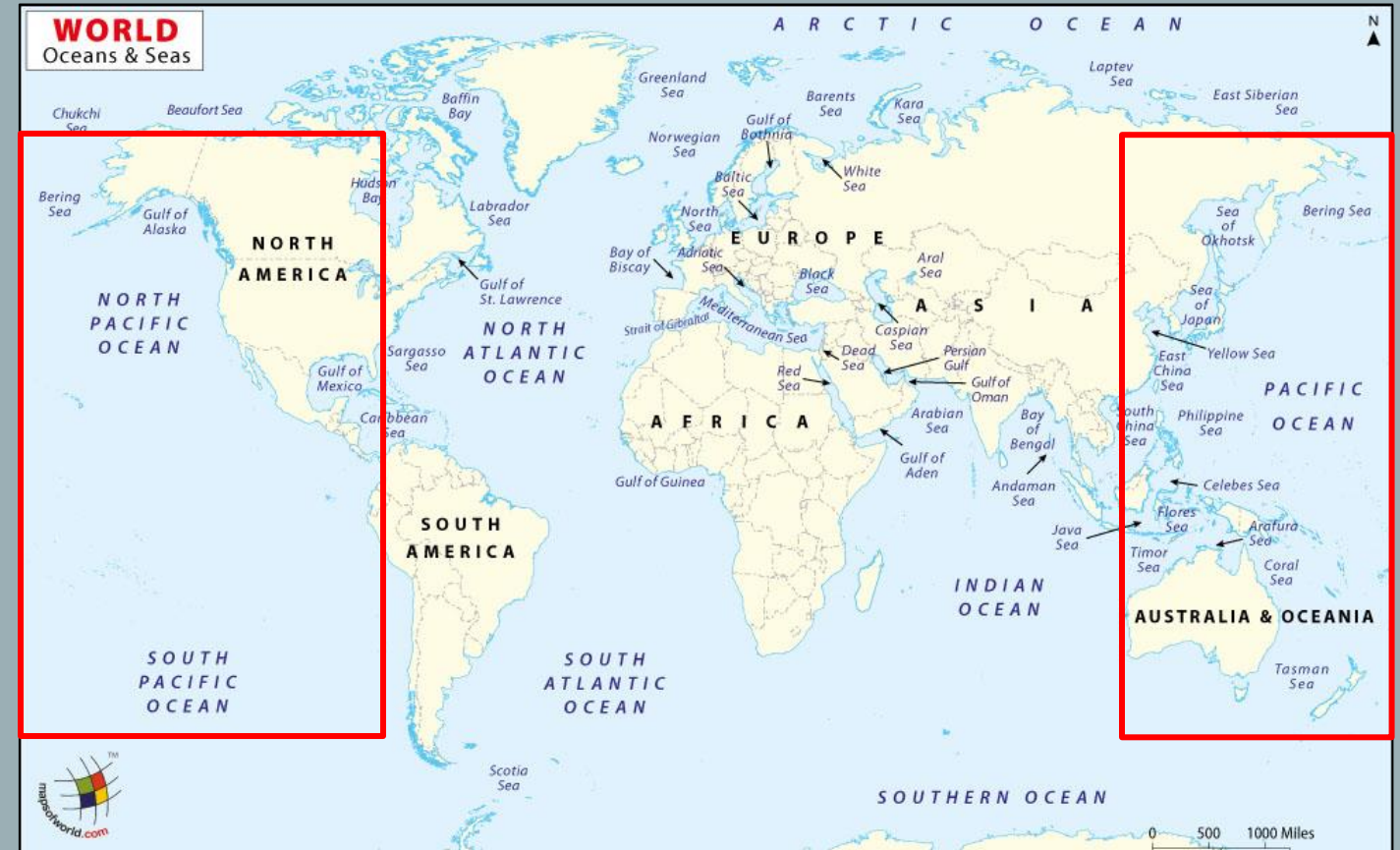
Se divide en **Océano Pacífico Norte y Sur**

Océano más extenso - 30% Superficie del Planeta

Más de 25.000 islas (la mayoría en el HS) – por ejemplo, archipiélago de Hawái

El océano Pacífico solo se comunica con el océano Atlántico a través de tres conexiones: los pasos naturales en el extremo austral americano, el estrecho de Magallanes y el pasaje de Drake, y una conexión artificial, el canal de Panamá.

Con el océano Índico a través de Indonesia.



Distribución de mares y océanos.

Fuente: www.academia.edu

I. MARES Y OCÉANOS

I.3. OCÉANO PACÍFICO



Playa en San Francisco (Estados Unidos).

Fuente: www.academia.edu



I. MARES Y OCÉANOS

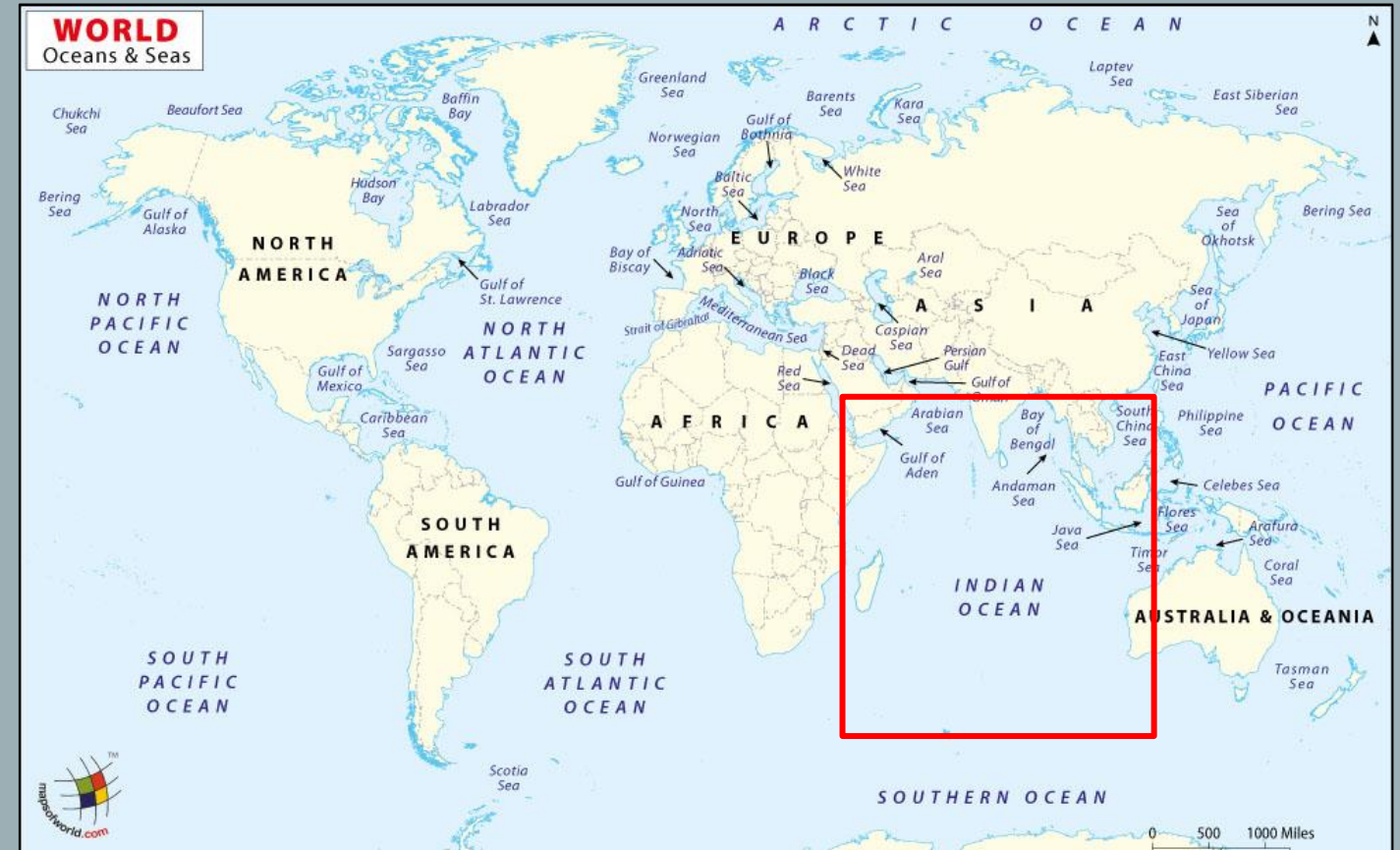
I.4. OCÉANO ÍNDICO

Ocupa aproximadamente un 20%
Superficie del Planeta

Se divide en Índico Oriental, Occidental y
Sur

El océano Índico baña las costas del este de
África y el sur de Asia, Oriente Medio y
Australia. Las principales islas incluyen Sri
Lanka, Madagascar, Mauricio, Seychelles e
Indonesia supone el límite oriental.

Es considerado uno de los océanos más
contaminados del mundo.



Distribución de mares y océanos.

Fuente: www.academia.edu

I. MARES Y OCÉANOS

I.4. OCÉANO ÍNDICO



Isla de plástico en el Océano Índico

Fuente: www.academia.edu



I. MARES Y OCÉANOS

I.5. OCÉANO ÁRTICO

Al norte del **Círculo Polar Ártico**

Océano más pequeño del Planeta

Está limitado por el **estrecho de Bering**, entre Chukotka (Rusia) y Alaska (EE. UU.), que lo separa del Pacífico; por la costa norte de Alaska y Canadá. También limita con el litoral septentrional de Europa y Asia.

Las temperaturas en invierno suelen rondar los **-50 °C** debido a los fuertes vientos provenientes de Siberia (Rusia); mientras que **en el verano y apenas pueden superar el 0 °C**; en tanto que en la plataforma continental pueden darse temperaturas de hasta **30 °C**.



Distribución de mares y océanos.

Fuente: www.academia.edu

I. MARES Y OCÉANOS

I.5. OCÉANO ÁRTICO



Deshielo hacia el Océano Ártico en Groenlandia.

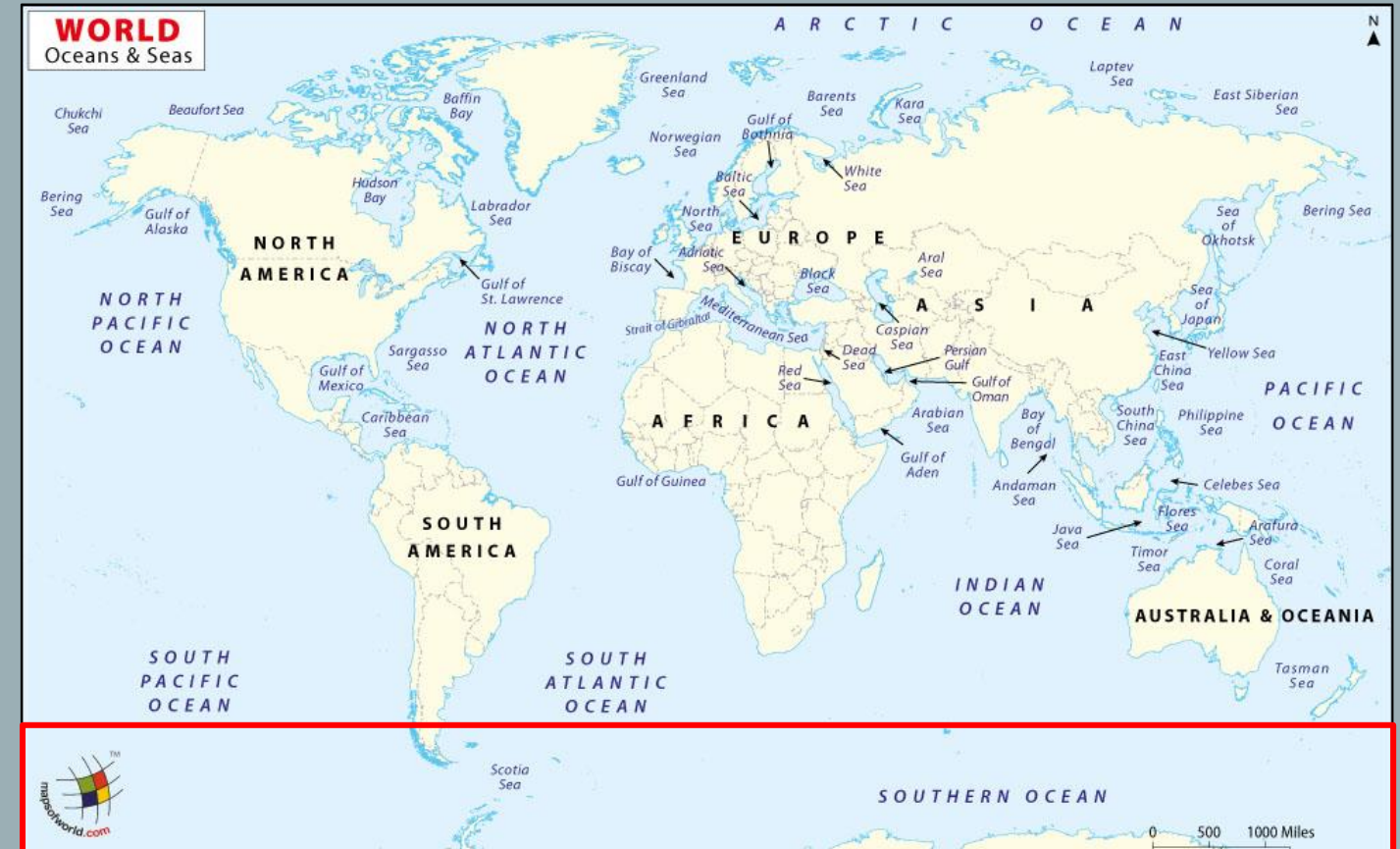
Fuente: www.academia.edu

I. MARES Y OCÉANOS

I.6. OCÉANO ANTÁRTICO

Desde las costas de la Antártida hasta los 60° Sur (aunque su extensión e incluso existencia es cuestionada).

El océano Antártico rodea completamente a la Antártida, y junto al Ártico son los únicos en circundar el mundo de forma completa.



Distribución de mares y océanos.

Fuente: www.academia.edu

I. MARES Y OCÉANOS

I.6. OCÉANO ANTÁRTICO



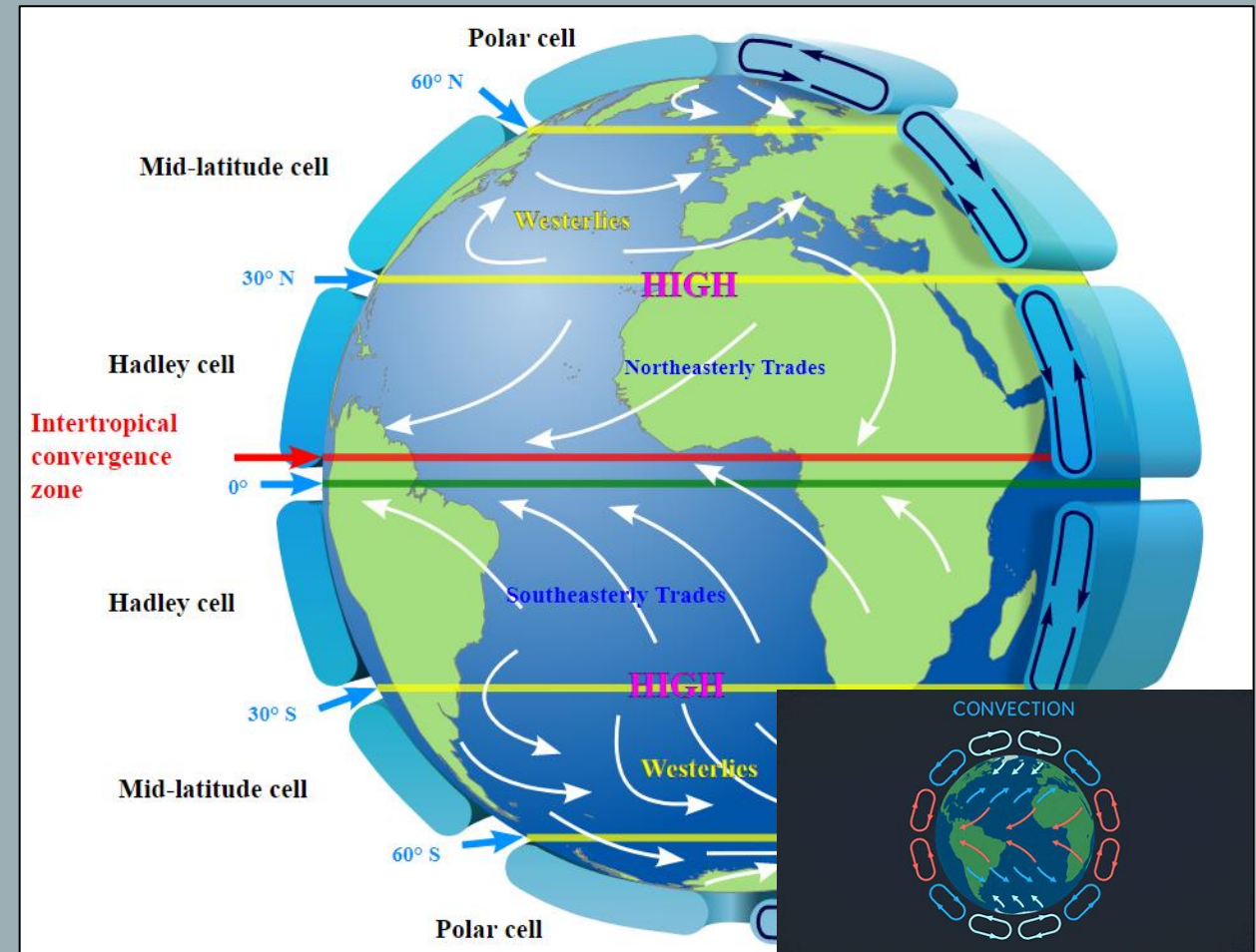
Glaciar en la Antártida.
Fuente: www.academia.edu



2. CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES

Las corrientes oceánicas superficiales se producen principalmente por 4 factores principalmente:

1. Distribución de vientos: Vientos del Este (Alisios y Polares) y Oeste (Latitudes Medias)
2. Efecto de Coriolis
3. Orografía submarina y configuración de los continentes
4. Desigualdad en la distribución energética



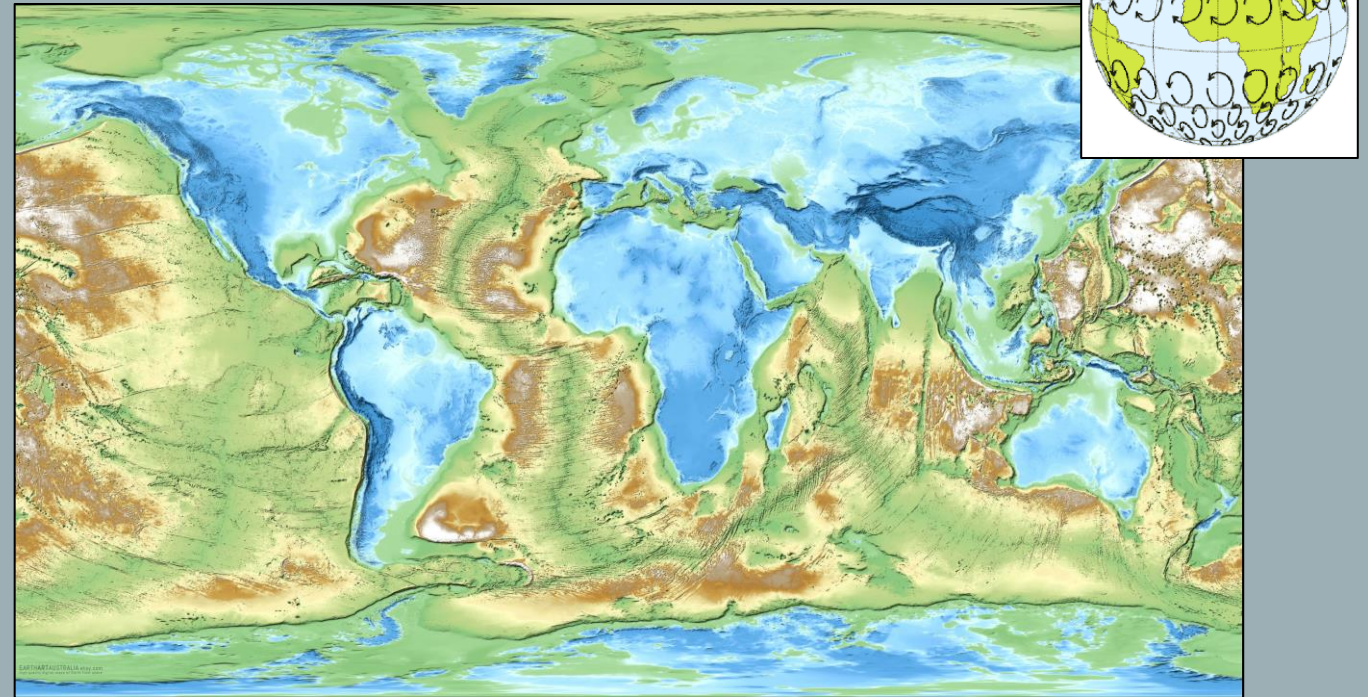
Mapa de vientos predominantes.

Fuente: www.academia.edu

2. CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES

Las corrientes oceánicas superficiales se producen principalmente por 4 factores principalmente:

1. Distribución de Vientos
2. Efecto de **Coriolis**: Inercia producida por la rotación terrestre
3. Orografía submarina y configuración de los continentes
4. Desigualdad en la distribución energética a causa de la inclinación del eje de rotación terrestre.



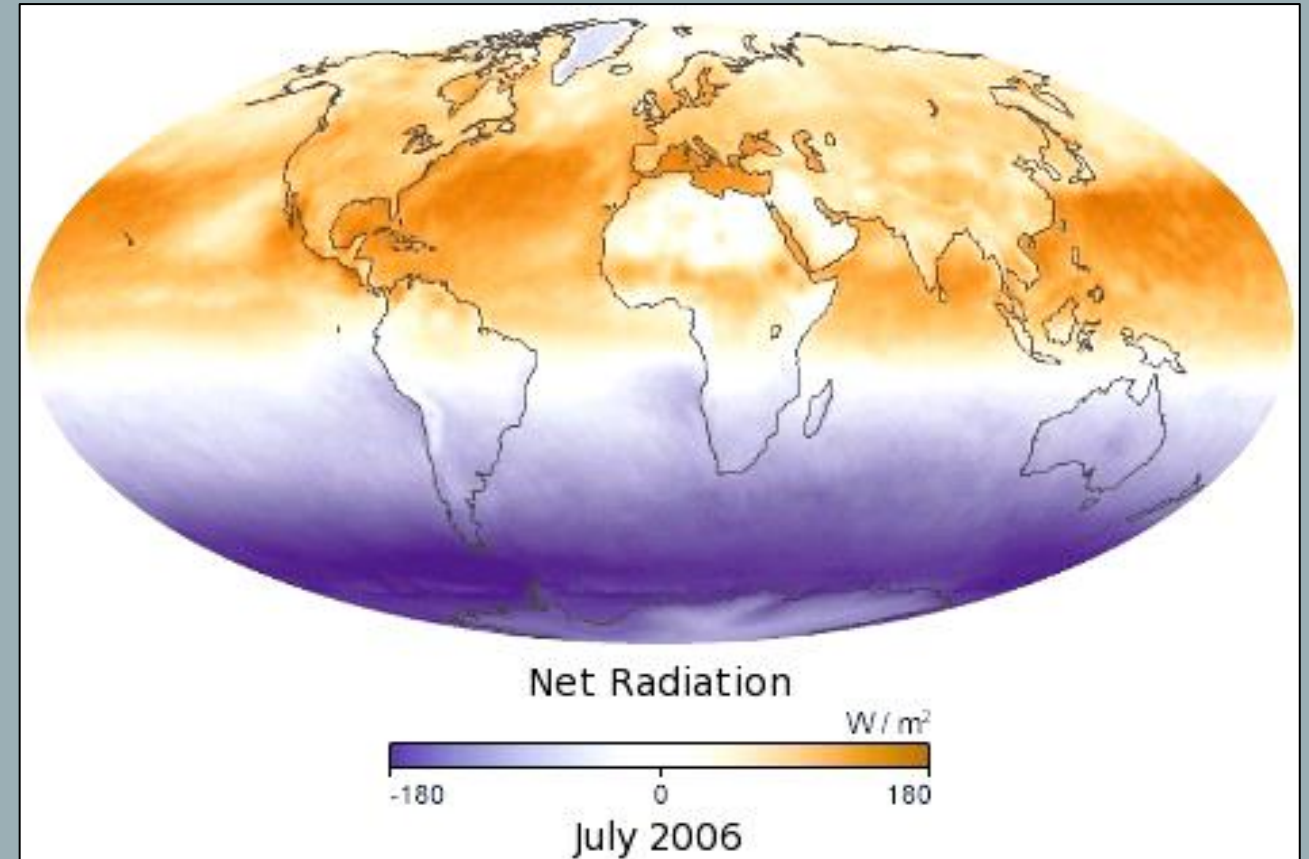
Batimetría de los fondos oceánicos.

Fuente: www.academia.edu

2. CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES

Las corrientes oceánicas superficiales se producen principalmente por 4 factores principalmente:

1. Distribución de Vientos
2. Efecto de Coriolis
3. Orografía submarina y configuración de los continentes
4. **Desigualdad en la distribución energética** a causa de la inclinación del eje de rotación terrestre



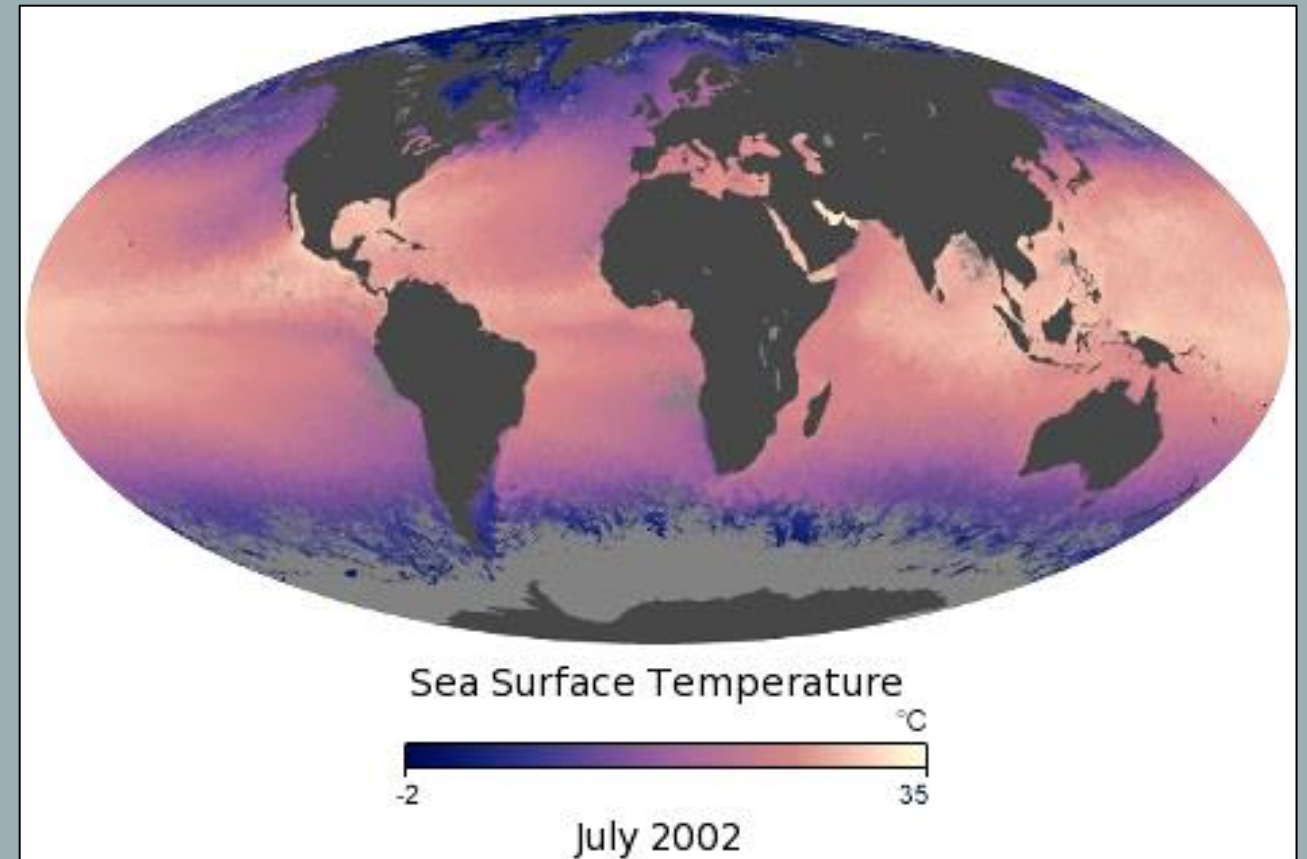
Distribución de la radiación neta (2006-2019).

Fuente: www.nasa.gov

2. CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES

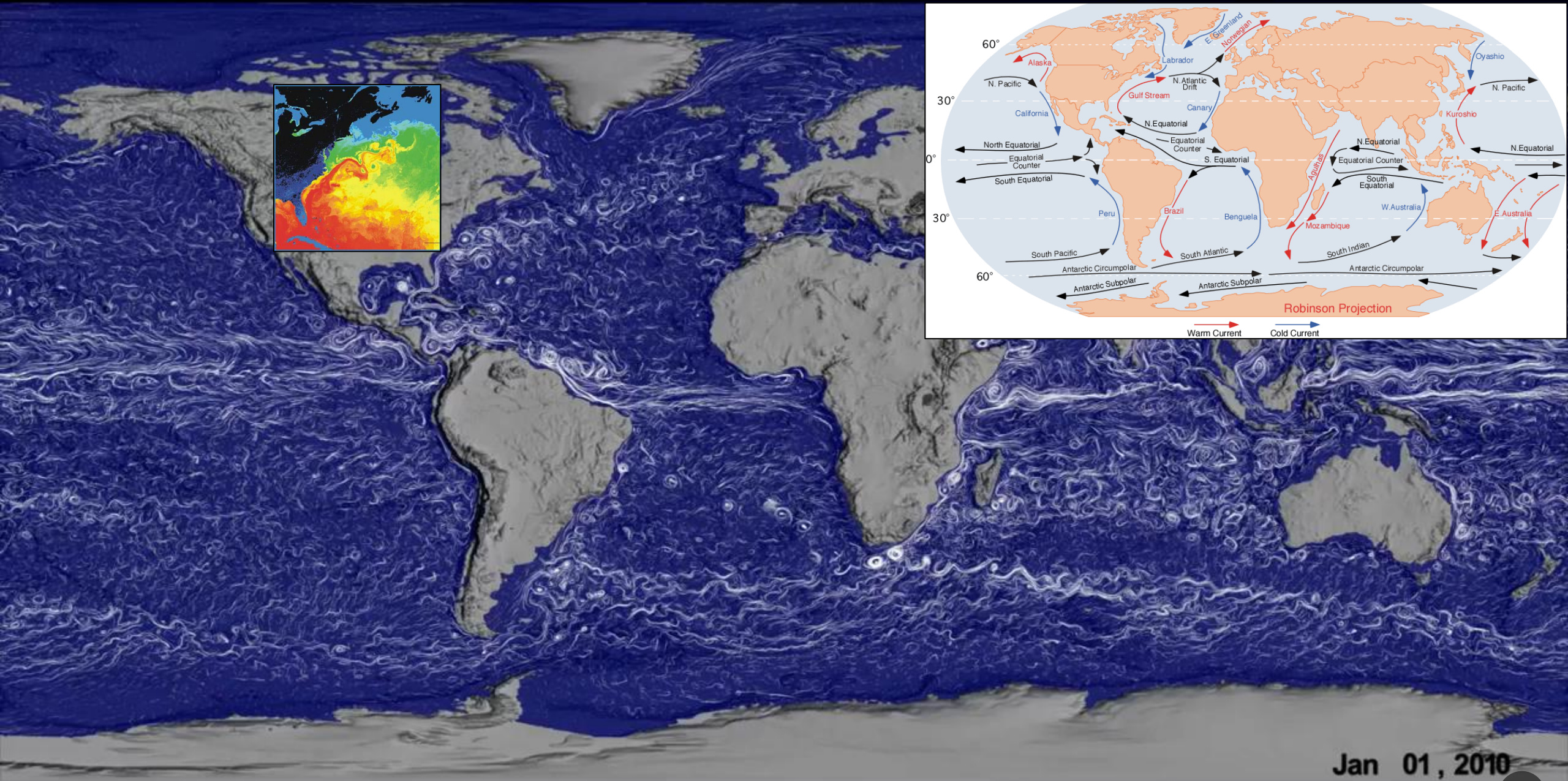
Las corrientes oceánicas superficiales se producen principalmente por 4 factores principalmente:

1. Distribución de Vientos
2. Efecto de Coriolis
3. Orografía Submarina y Configuración de los Continentes
4. **Desigualdad en la distribución energética** a causa de la inclinación del eje de rotación terrestre



Distribución de la temperatura superficial del mar (2002-2019).

Fuente: www.nasa.gov



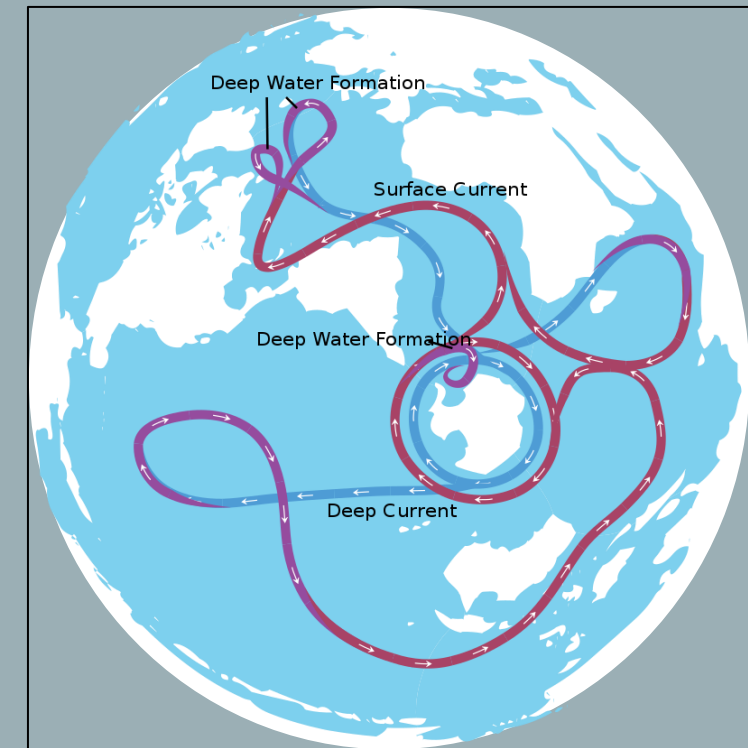
Jan 01, 2010

3. CORRIENTES OCEÁNICAS PROFUNDAS

Las corrientes oceánicas profundas se producen debido a cambios en la densidad de las masas de agua.

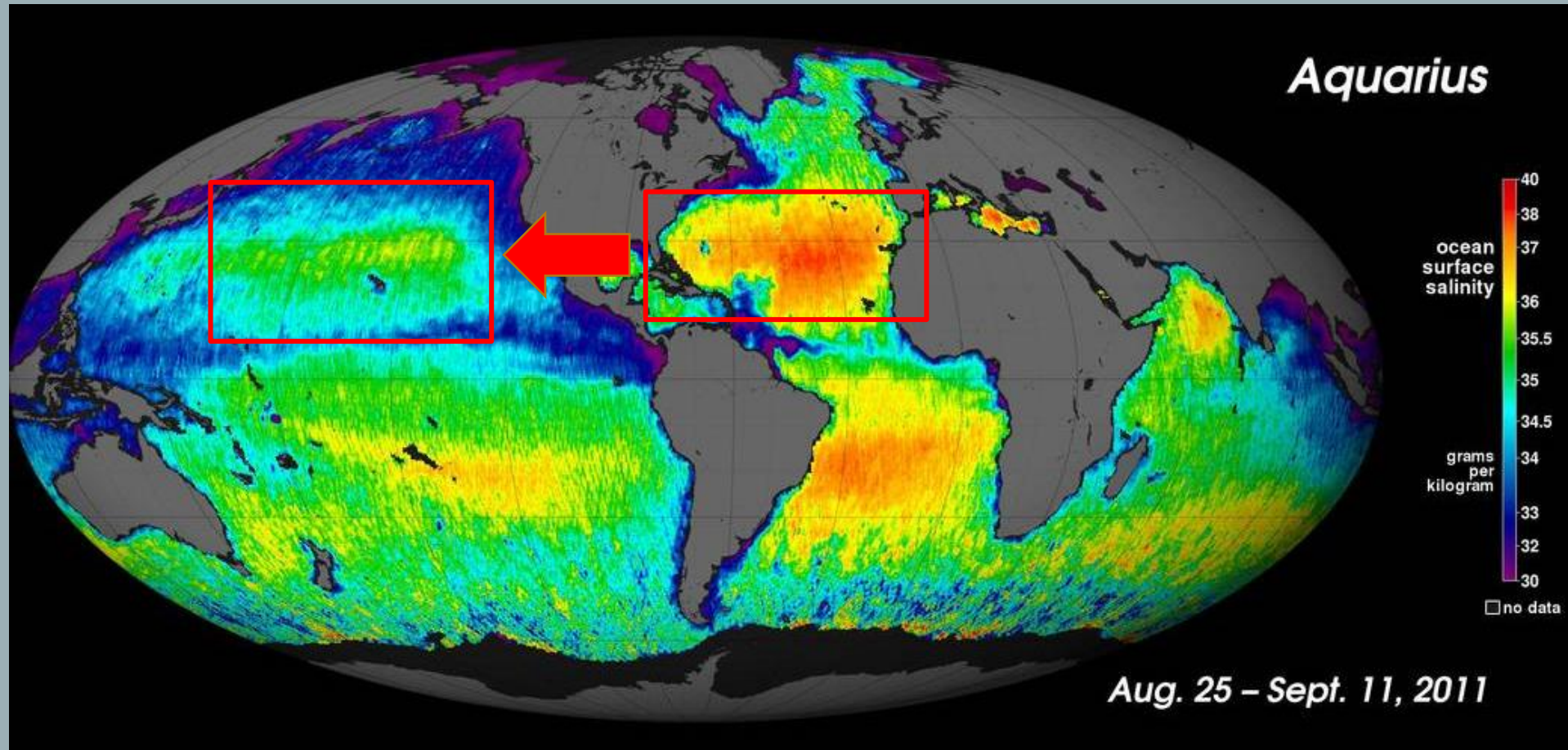
Estos cambios se deben principalmente a dos factores fundamentales:

1. Salinidad
2. Temperatura



Distribución de corrientes oceánicas profundas
Fuente: www.academia.eu

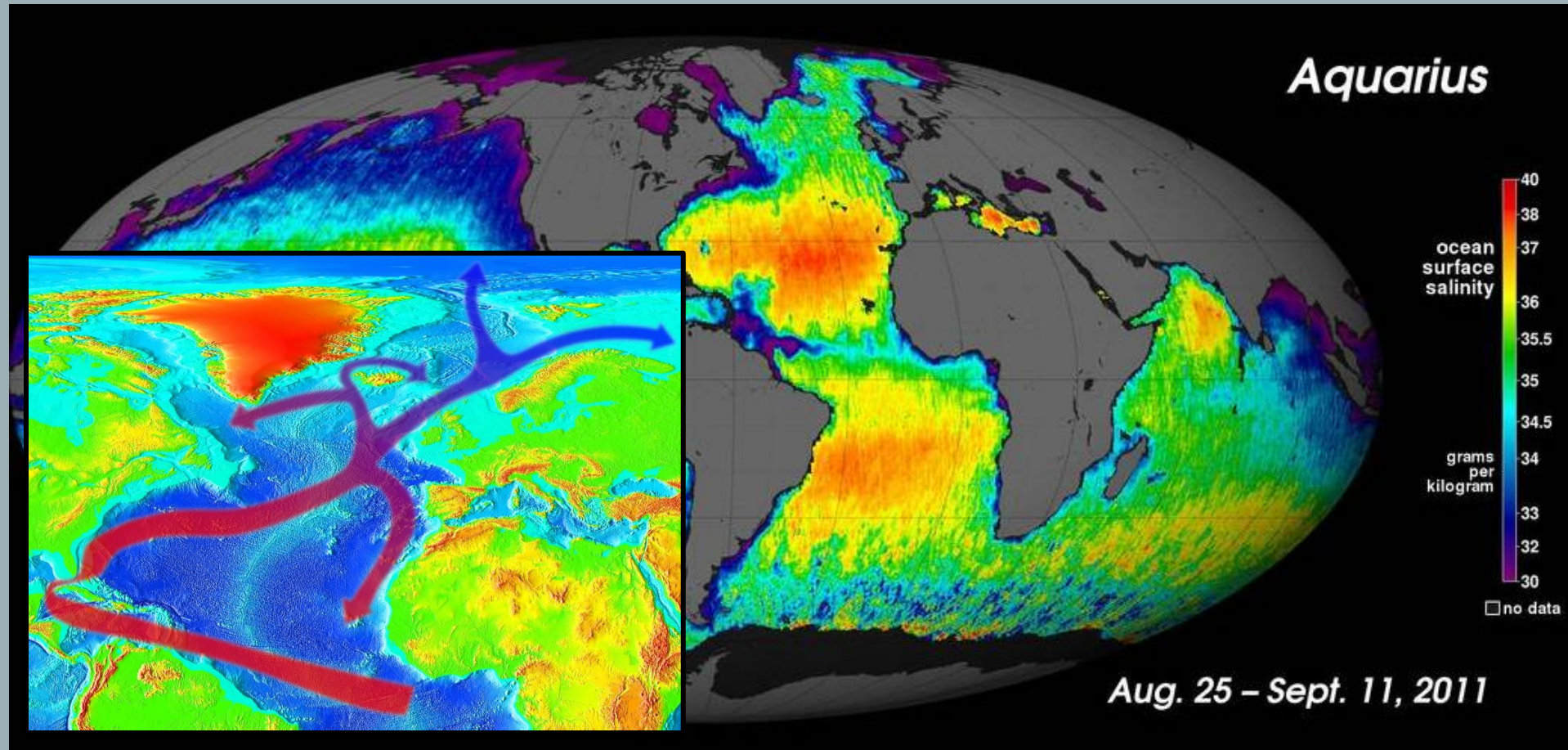
3. CORRIENTES OCEÁNICAS PROFUNDAS



Distribución mundial de la salinidad superficial del mar (2011).

Fuente: www.nasa.gov

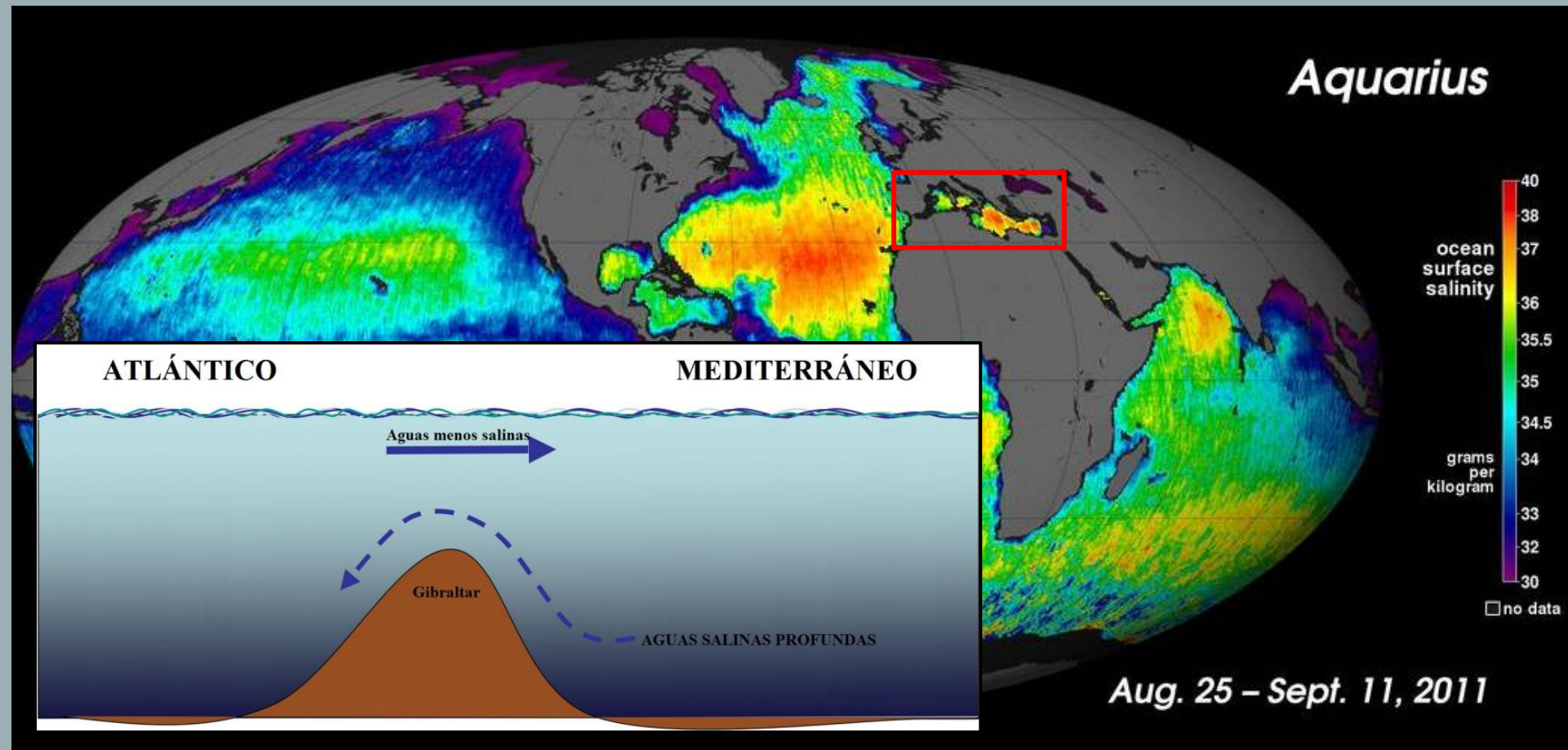
3. CORRIENTES OCEÁNICAS PROFUNDAS



Distribución mundial de la salinidad superficial del mar (2011).

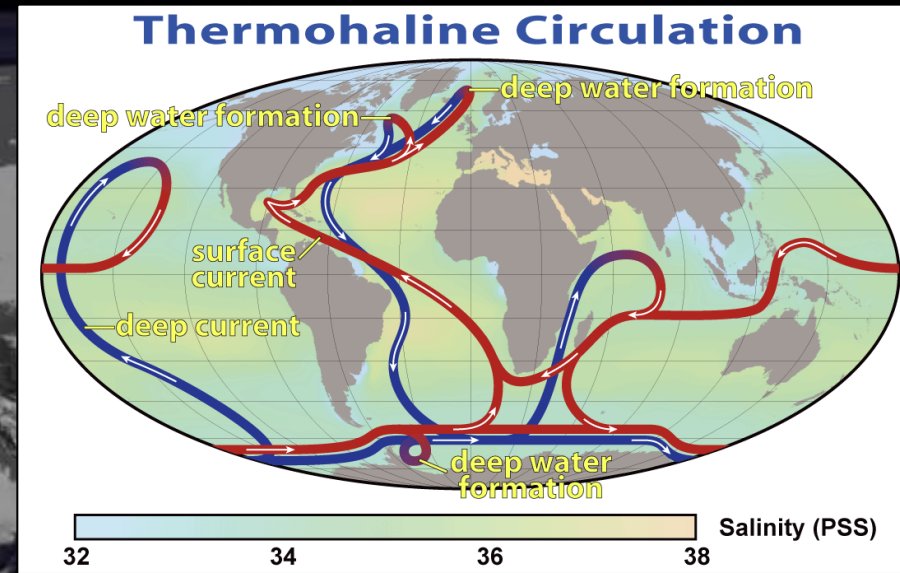
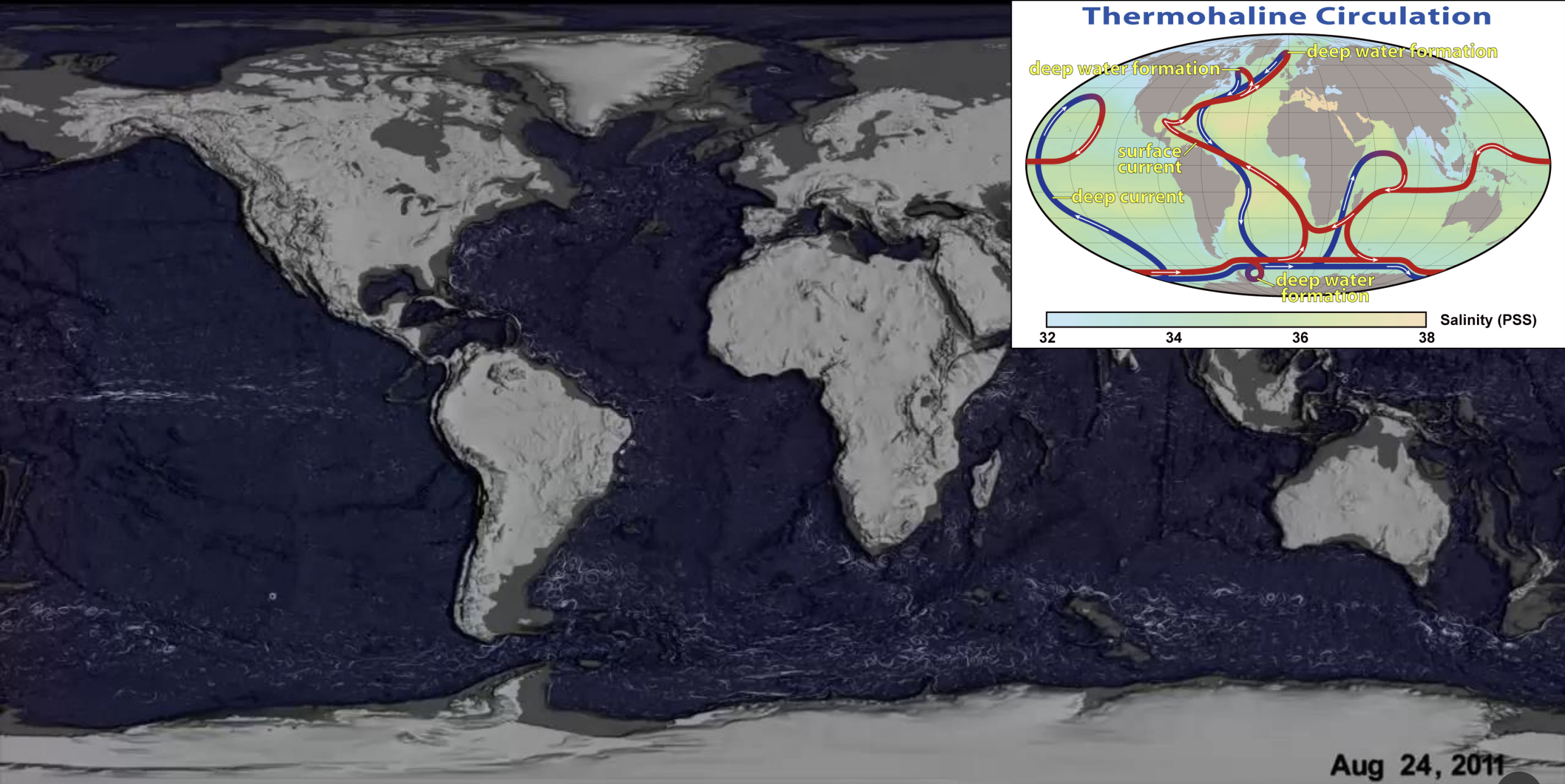
Fuente: www.nasa.gov

3. CORRIENTES OCEÁNICAS PROFUNDAS



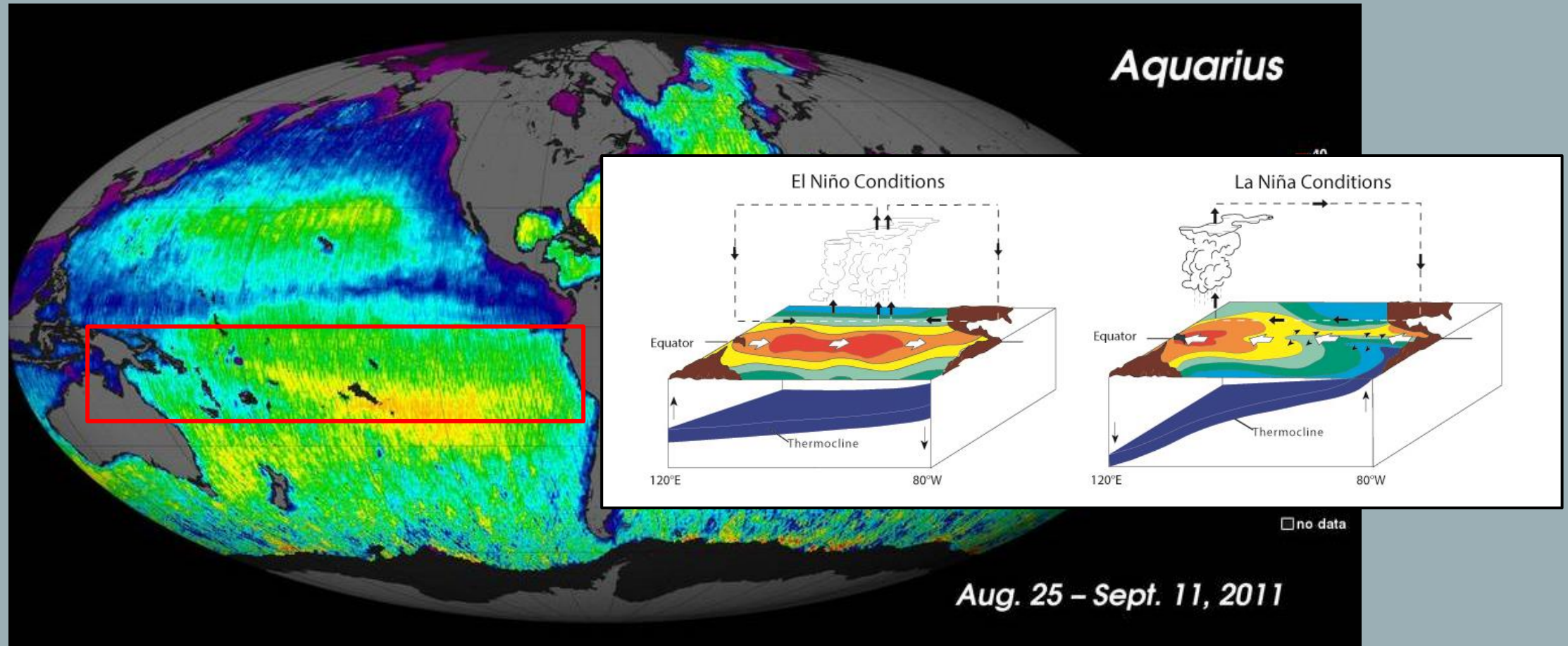
Distribución mundial de la salinidad superficial del mar (2011).

Fuente: www.nasa.gov



Aug 24, 2011

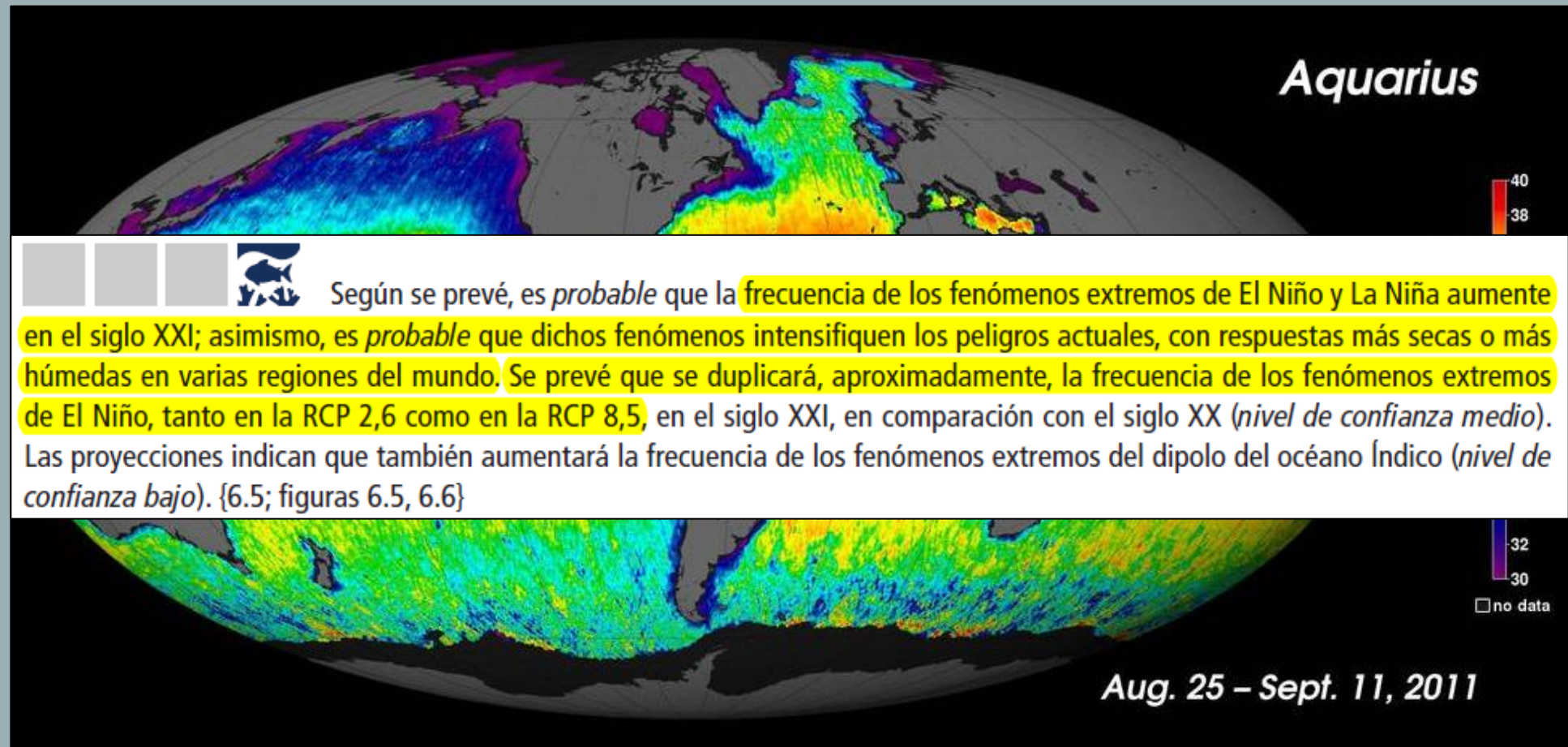
4. INTERACCIONES ENTRE OCÉANO Y ATMÓSFERA



Distribución mundial de la salinidad superficial del mar (2011).

Fuente: www.nasa.gov

4. INTERACCIONES ENTRE OCÉANO Y ATMÓSFERA



Distribución mundial de la salinidad superficial del mar (2011).

Fuente: www.nasa.gov

5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS

La cadena alimentaria del océano

NIVEL 4

GRANDES DEPREDADORES

De reproducción lenta, figuran entre los peces con mayor demanda energética.



ATÚN ROJO DEL ATLÁNTICO

La sobreexplotación ha reducido su población a una fracción de su abundancia original. Los conservacionistas reclaman una moratoria en la pesca de esta especie.

NIVEL 3

DEPREDADORES INTERMEDIOS

Son vitales para mantener controladas las poblaciones de peces del nivel inferior.



ABADEJO DE ALASKA

Aunque su biomasa ha disminuido en los últimos años, esta especie (con la que suelen fabricarse barritas de pescado) sigue siendo el mayor recurso pesquero de Estados Unidos por su volumen.



ARENQUE DEL ATLÁNTICO

Presa importante para aves y mamíferos marinos, así como para otros peces, el arenque sufrió los efectos de la sobrepesca en la década de 1960, pero se está recuperando.

NIVEL 2

CONSUMIDORES DE PRIMER ORDEN

Estas especies se reproducen con rapidez y constituyen gran parte de la biomasa marina.



ZOOPLANKTON

Estos animales diminutos se alimentan de fitoplancton y sirven de alimento a peces y ballenas.



ANCHOVETA PERUANA

Por su volumen, la pesquería de la anchoveta es la mayor del mundo. A menudo se captura para fabricar piensos animales. Los fenómenos de El Niño determinan grandes altibajos en su población.

BOGAVANTE AMERICANO

Tras el drástico descenso de la población de su principal depredador, el bacalao, debido a la pesca excesiva, el bogavante americano se ha recuperado.



NIVEL 1

PRODUCTORES PRIMARIOS

Los organismos del nivel inferior captan la energía solar mediante la fotosíntesis.



FITOPLANCTON

Los organismos vegetales microscópicos son tan abundantes en el mar que ellos solos llevan a cabo la mitad de la fotosíntesis realizada en el planeta.



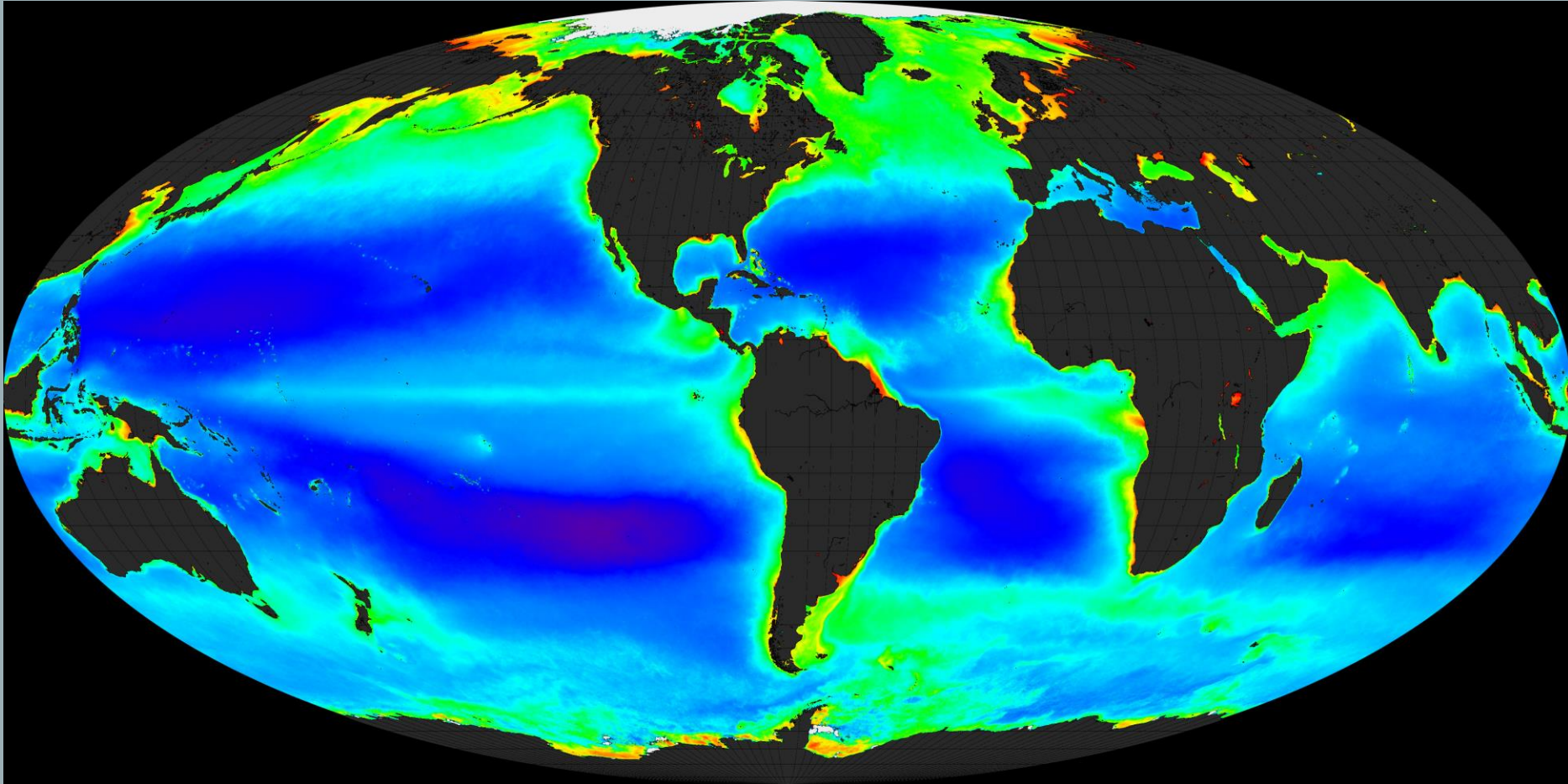
ALGAS

Apreciadas como alimento en todo el mundo, las algas rojas sólo necesitan agua y luz para prosperar.

MARTEL, PULMONES NOMI Y ALUMINOSO TUMAS
ILUSTRACION: HERRMAN CARRILLO
FUENTES: ENRICO SALA, PROYECTO SEA ANOUNO US, CENTRO DE PESCA DE LA UNIVERSIDAD DE COLUMBIA DIVINICA, BARTON SEAFAR

27

5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS



Distribución mundial de clorofila a en la superficie oceánica.

Fuente: www.nasa.gov

5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS

AMBIENTES OLIGOTRÓFICOS

Columna de agua muy estratificada

Baja concentración de nutrientes en la capa fótica.

Domina el bucle microbiano (fitoplancton < 20 µm)

Regeneración de nutrientes.

$P \leq R$

AMBIENTES EUTRÓFICOS

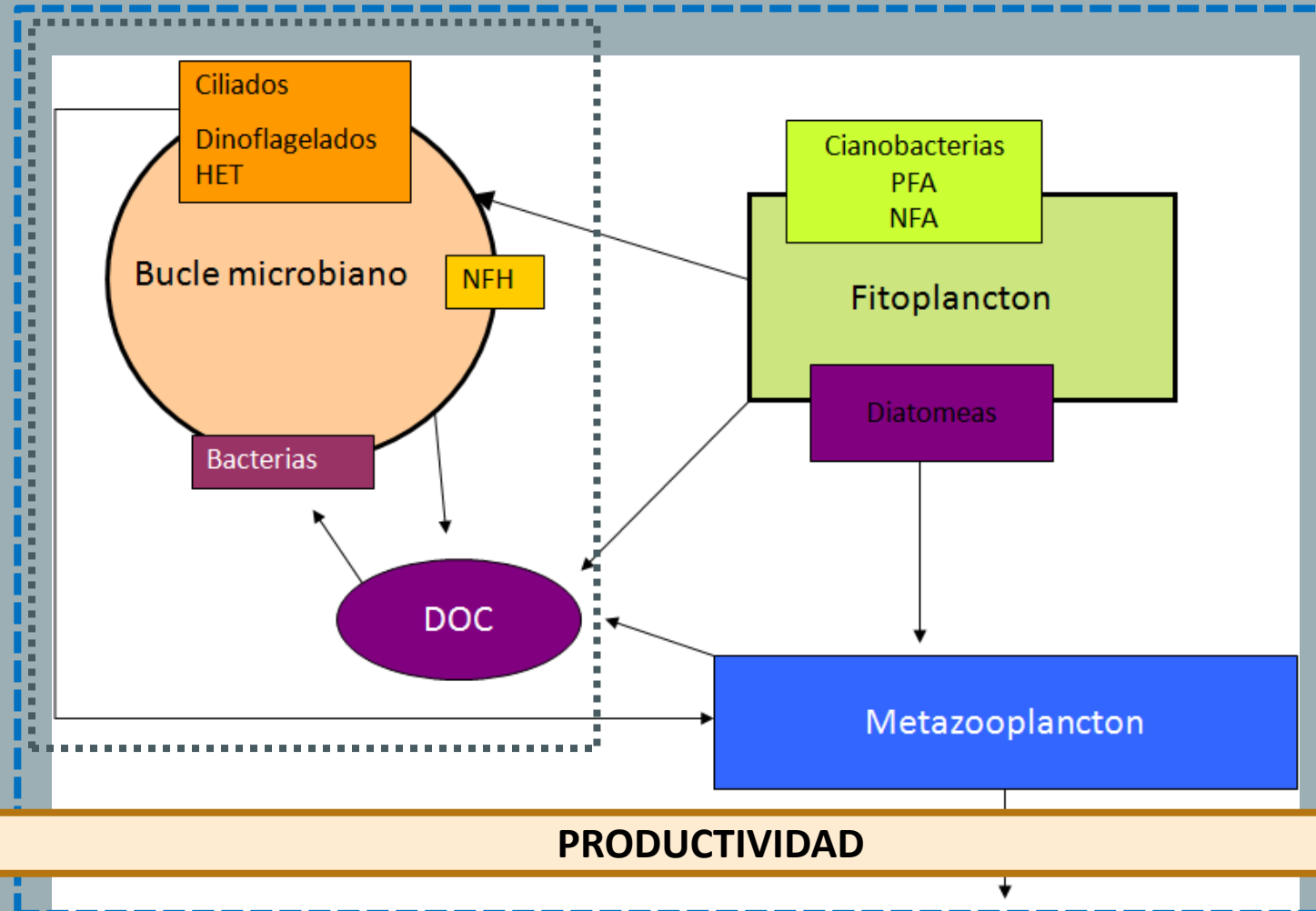
Mezcla vertical de la columna de agua.

Elevada concentración de nutrientes en la capa fótica.

Elevada capacidad de exportación (fitoplancton > 20 µm).

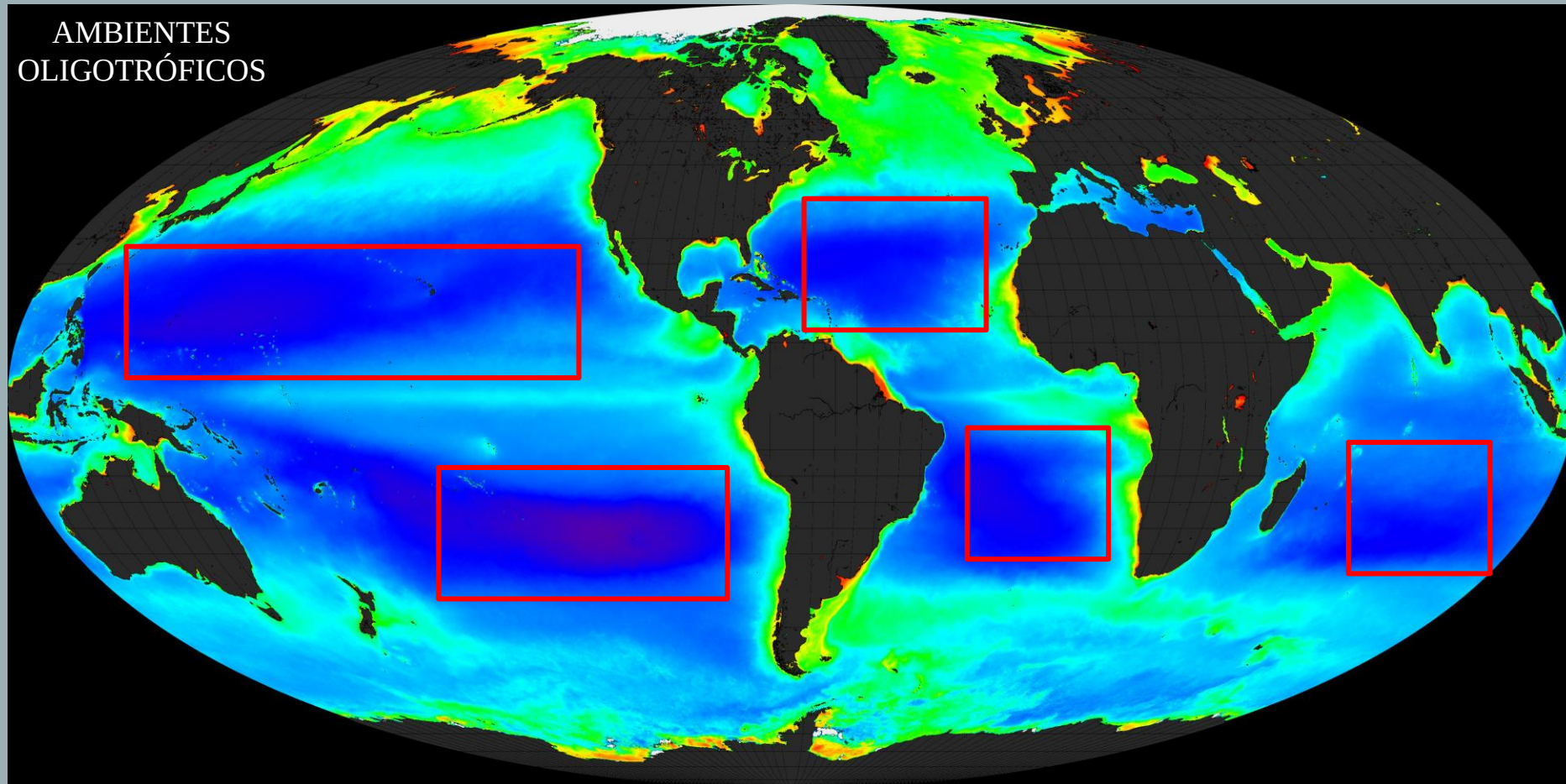
Cadena trófica completa.

$P \geq R$



Fuente: Elaboración propia.

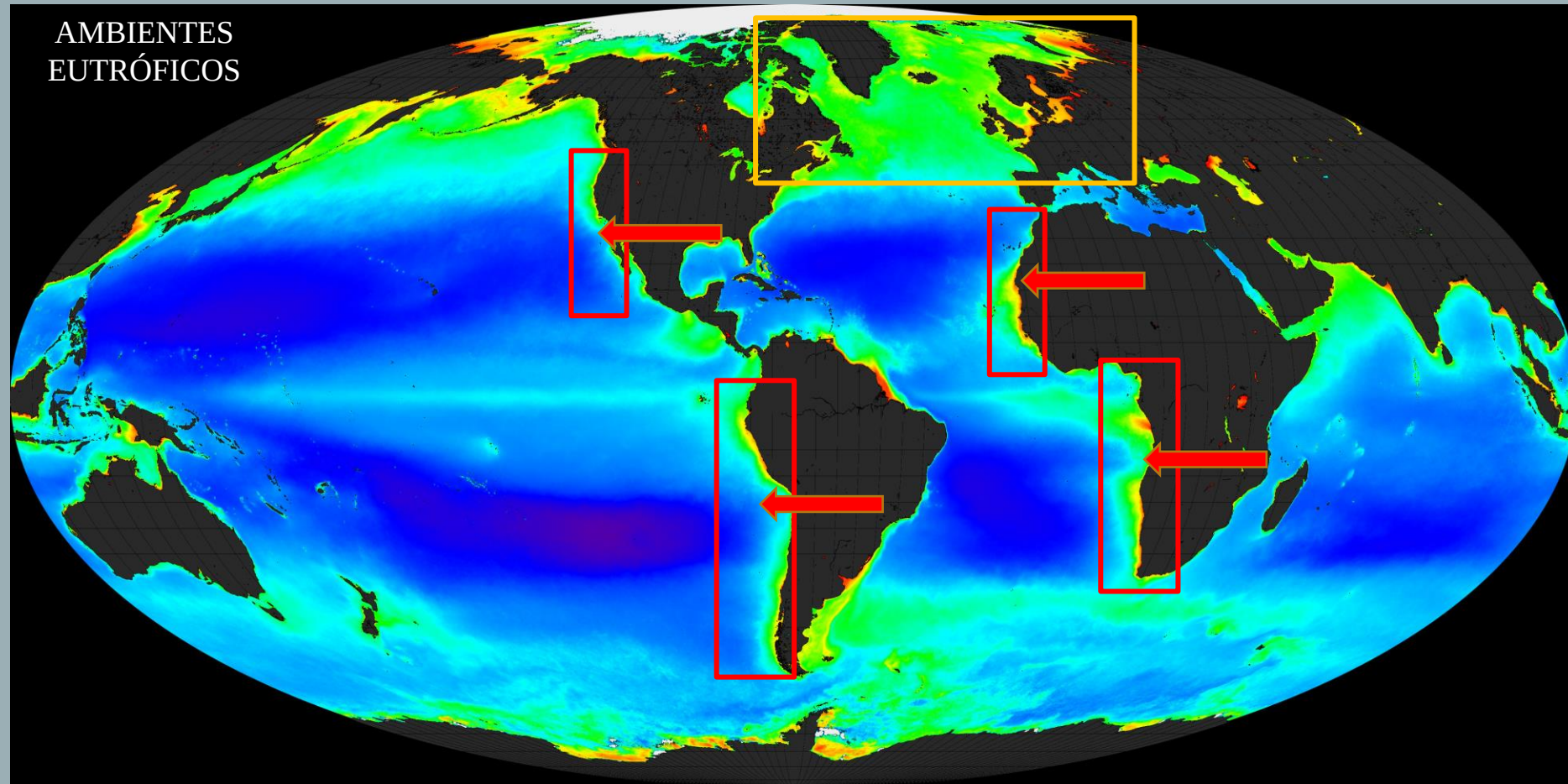
5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS



Distribución mundial de clorofila a en la superficie oceánica.

Fuente: www.nasa.gov

5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS



Distribución mundial de clorofila a en la superficie oceánica.

Fuente: www.nasa.gov

5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS

Picofitoplancton (0,2 – 2 μm)

Nanofitoplancton (2 – 20 μm)

Microfitoplancton (> 20 μm)

CIANOBACTERIAS

FLAGELADOS
AUTÓTROFOS

BACTERIAS
HETERÓTROFAS

FLAGELADOS
HETERÓTROFOS

DINOFLAGELADOS

DIATOMEAS

FLAGELADOS
AUTÓTROFOS

DINOFLAGELADOS

CILIADOS

FLAGELADOS
HETERÓTROFOS

DINOFLAGELADOS

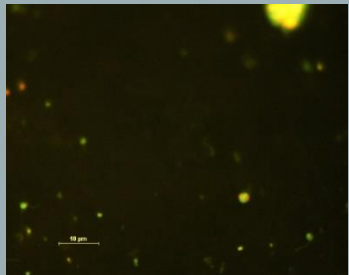
DIATOMEAS

FLAGELADOS
AUTÓTROFOS

DINOFLAGELADOS

CILIADOS

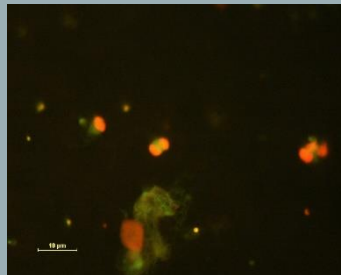
FLAGELADOS
HETERÓTROFOS



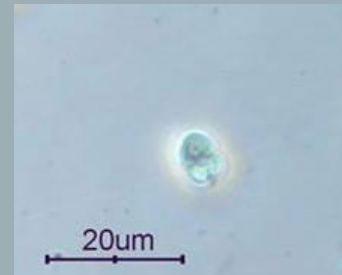
Cianobacterias



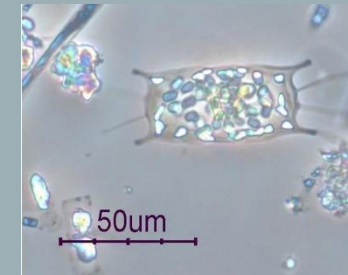
Bacterias heterótrofas



Flagelados



Dinoflagelados

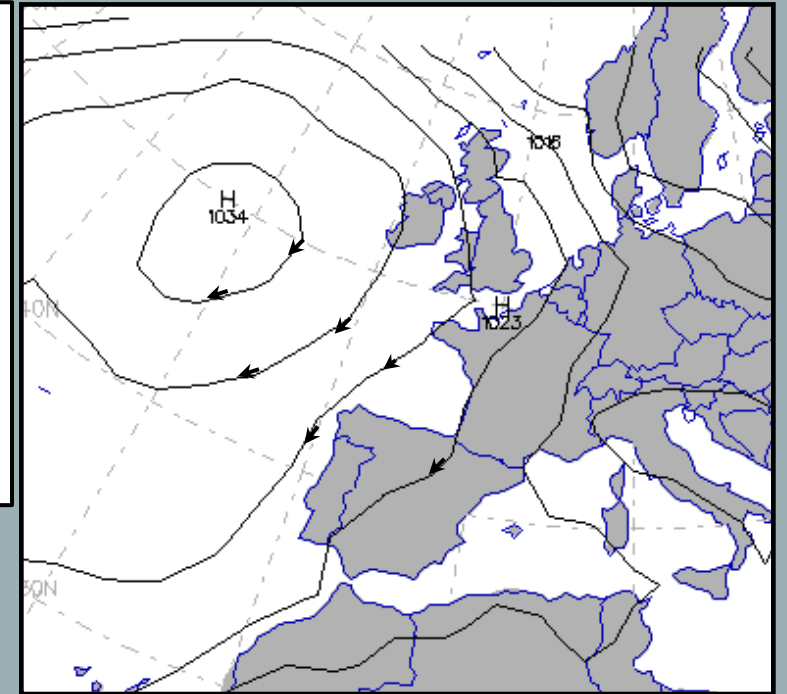
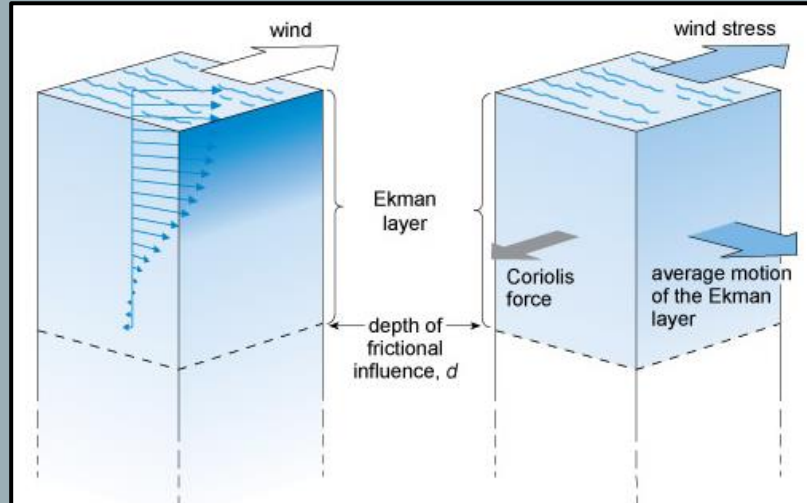
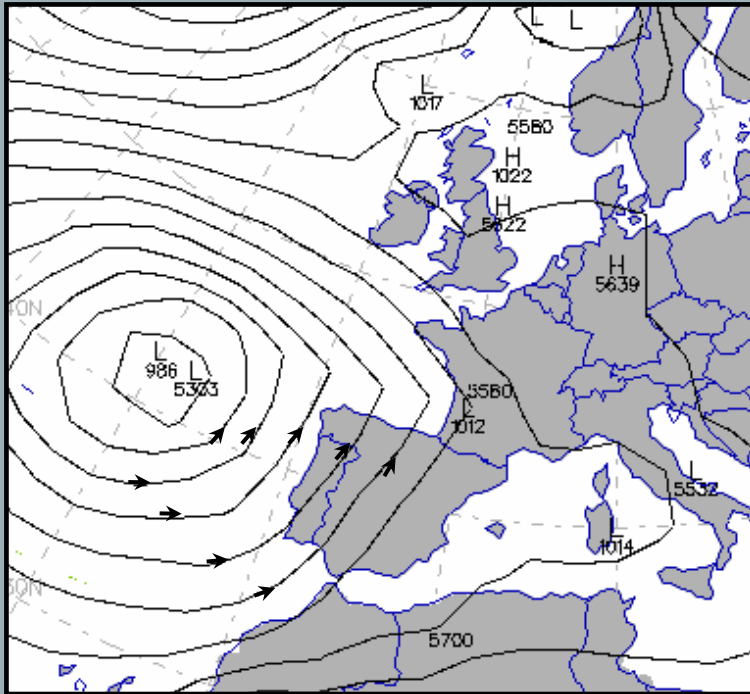


Odontella spp.



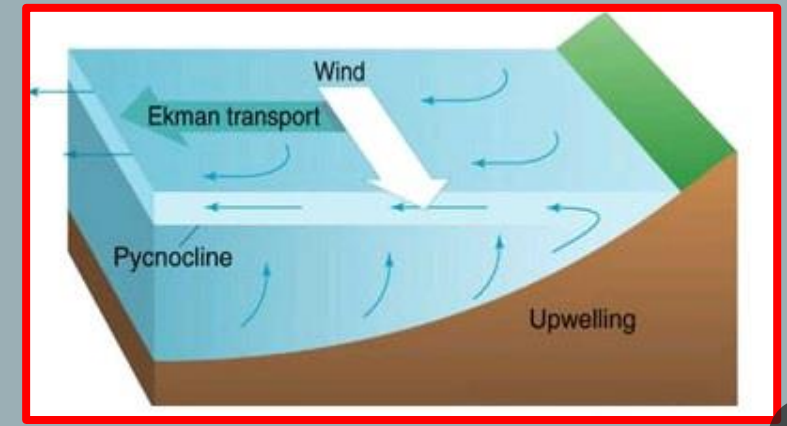
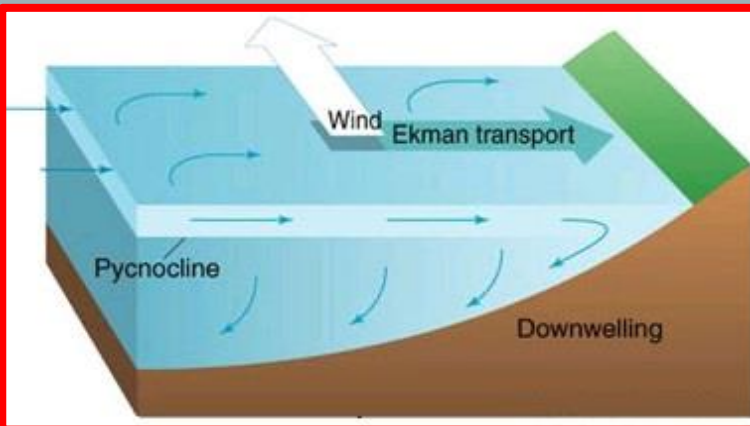
Ciliado

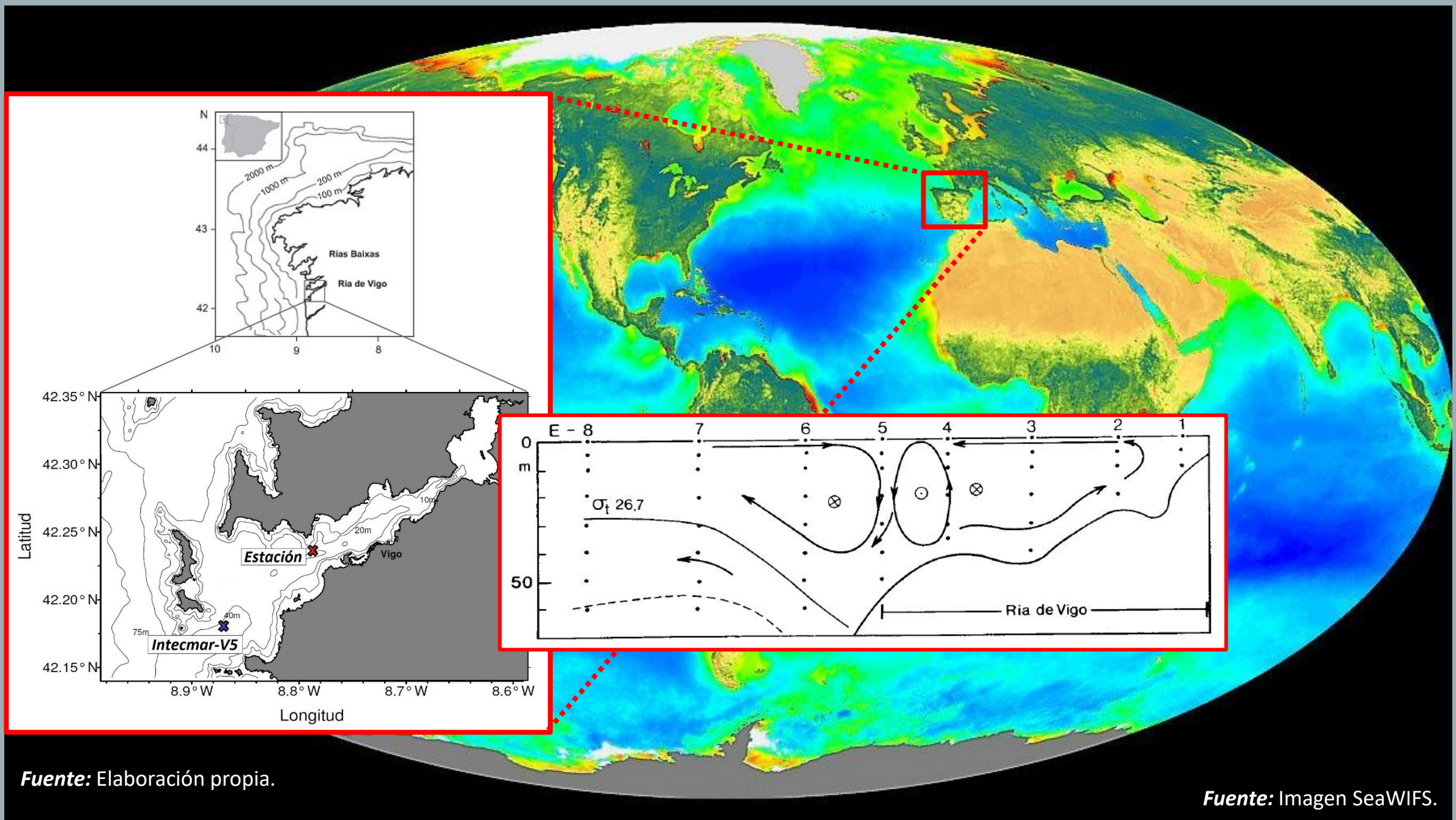
5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS



*En los episodios de hundimiento
el transporte de Ekman
transporta agua superficial
cálida y pobre en nutrientes
hacia la costa.*

*Durante los **episodios de afloramiento** el agua fría y rica en nutrientes aflora en la plataforma.*

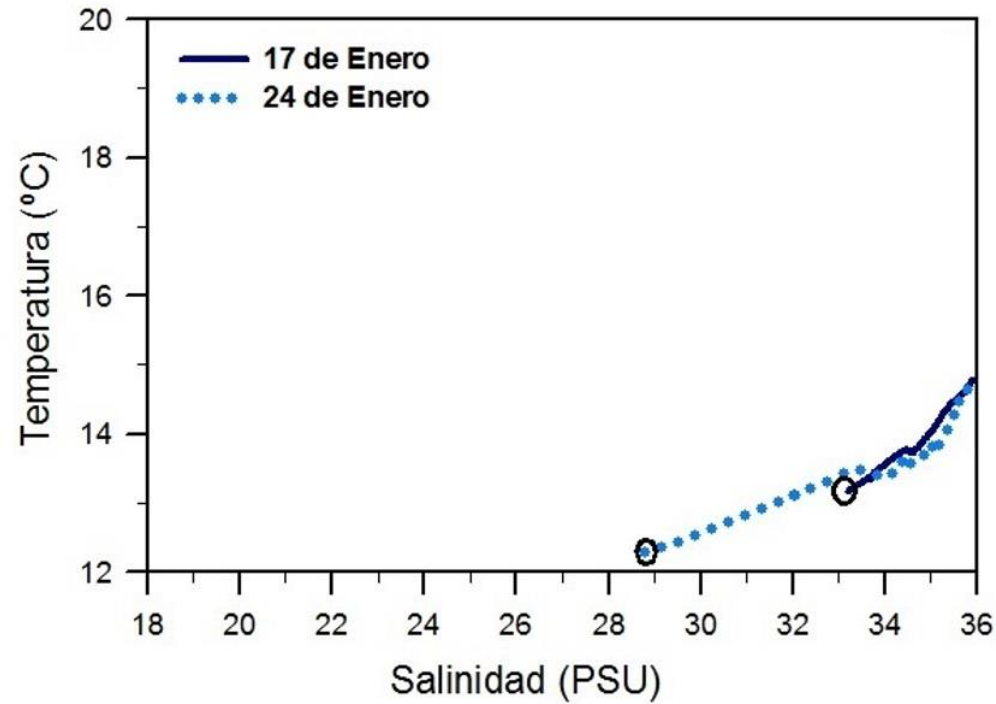




Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Imagen SeaWIFS.

5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS



Transición periodo hundimiento – afloramiento

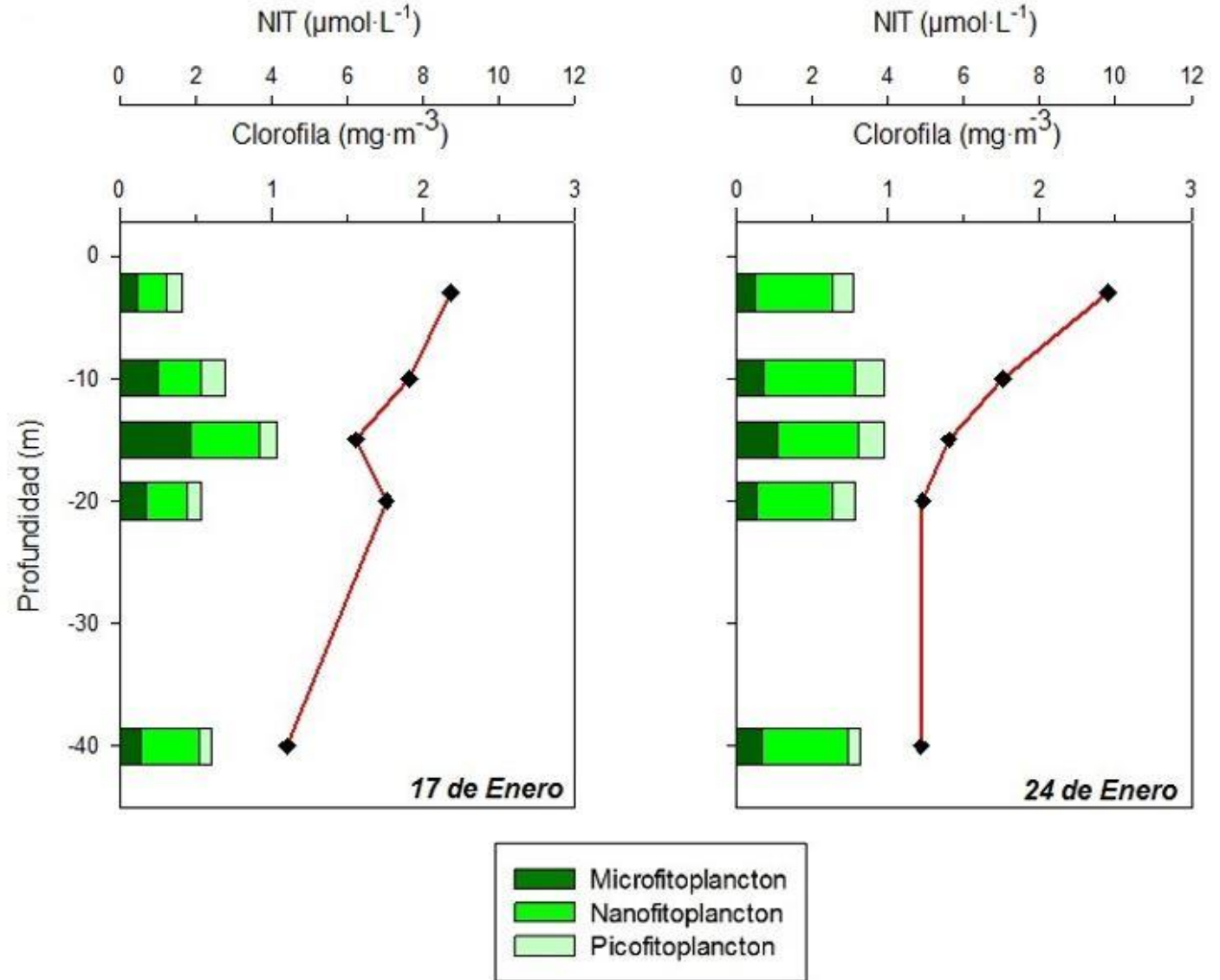
Elevado aporte fluvial

Inversión térmica

Mayor concentración de nutrientes superficial

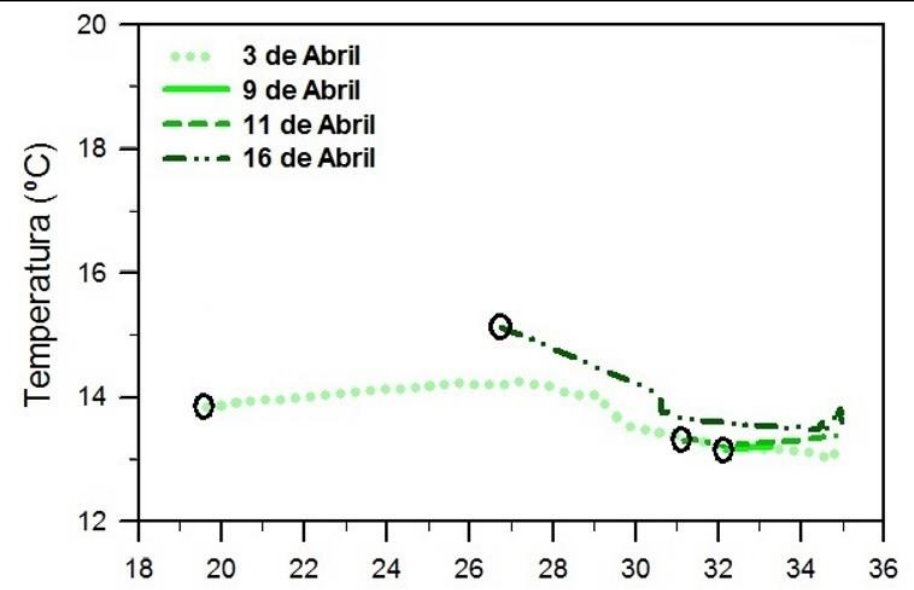
Homogeneización de la columna de agua

Dominio de las formas menores de 20 μm



Fuente: Elaboración propia.

5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS



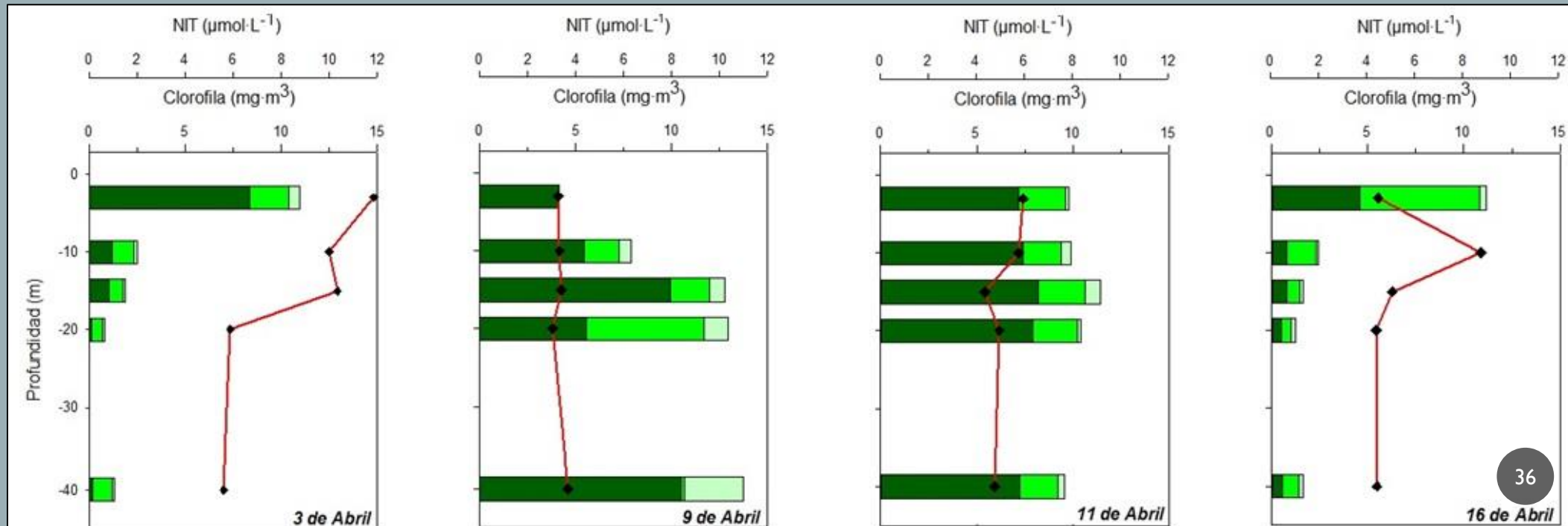
Secuencia relajación – hundimiento – hundimiento – relajación

Aporte fluvial elevado

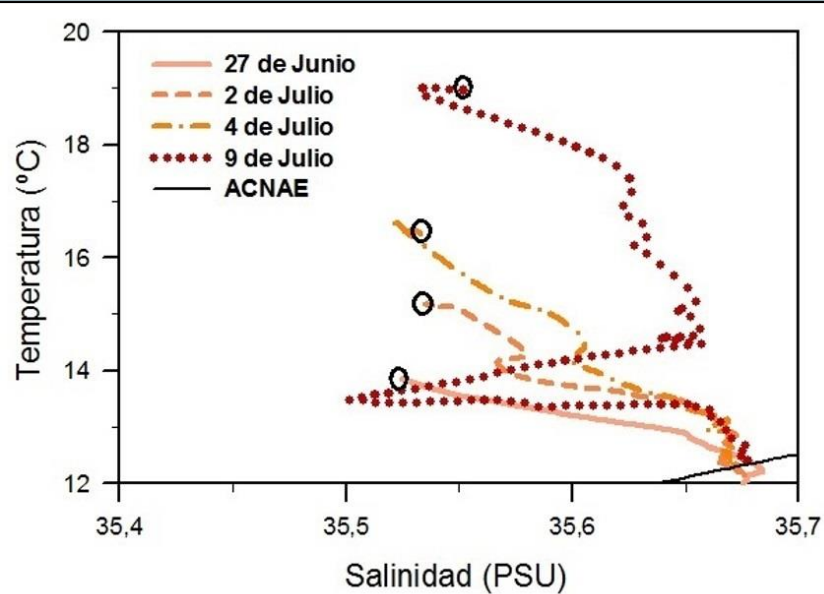
Mayor concentración de nutrientes superficial

Homogeneización de la columna de agua durante los episodios de hundimiento.

Dominio del microfitoplancton (excepto durante el último muestreo).



5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS



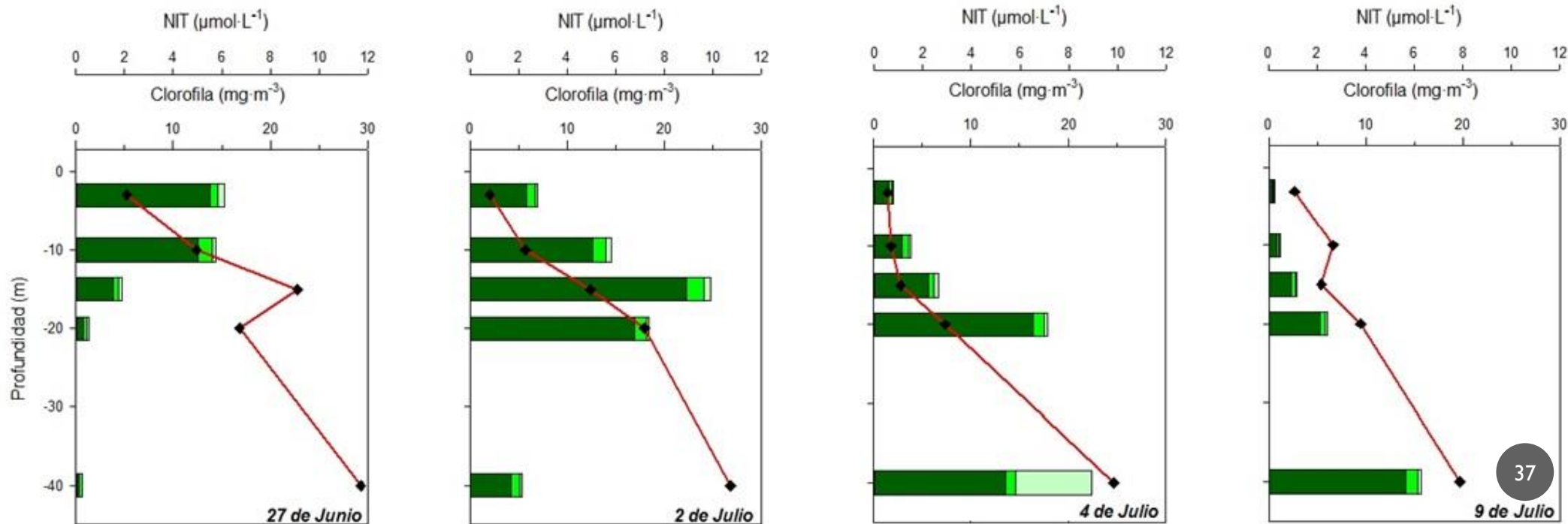
Relajación tras intenso pulso de afloramiento

Escaso aporte fluvial

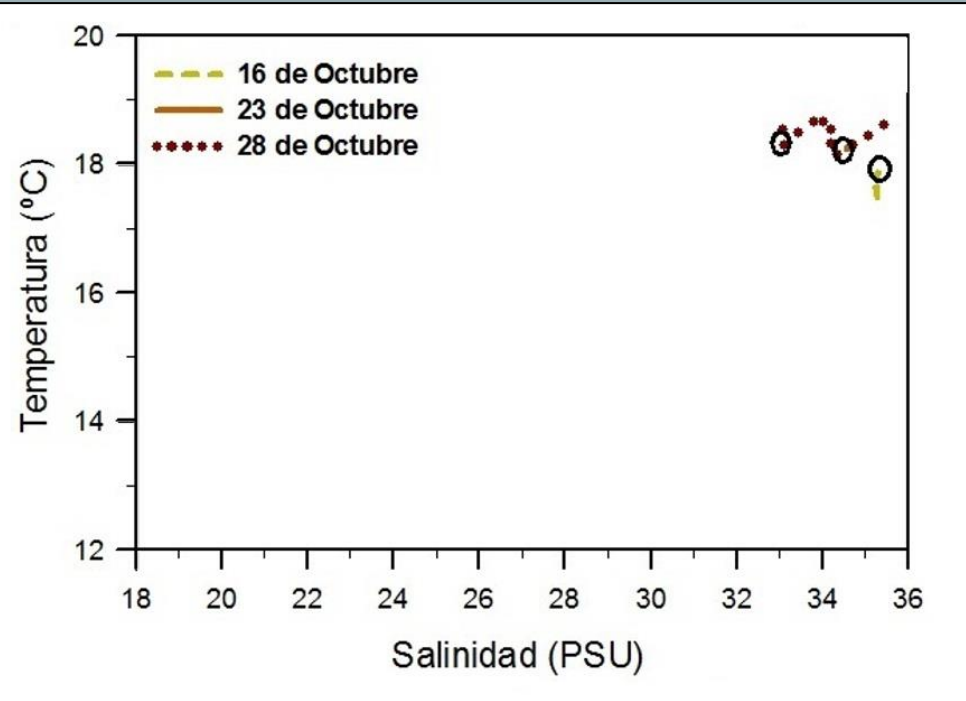
Mayor concentración de nutrientes en fondo (ACNAE)

Hundimiento del máximo de clorofila superficial

Dominio del microfitoplancton



5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS

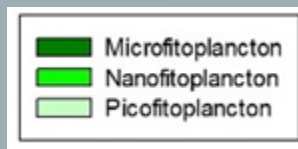


Episodio de hundimiento intenso

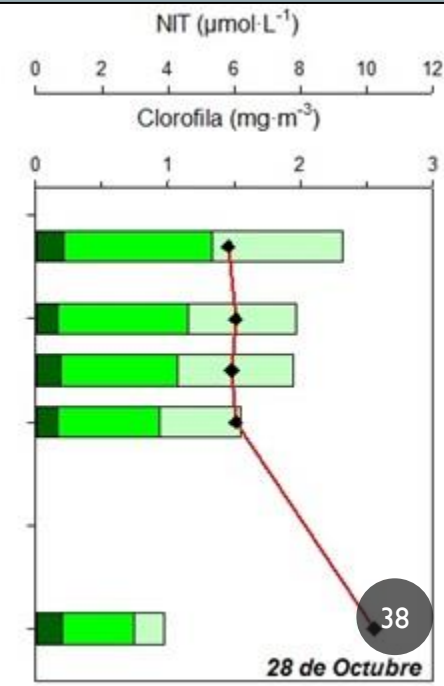
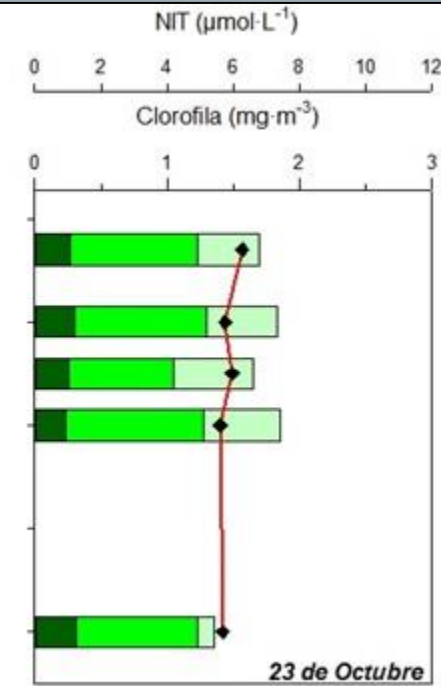
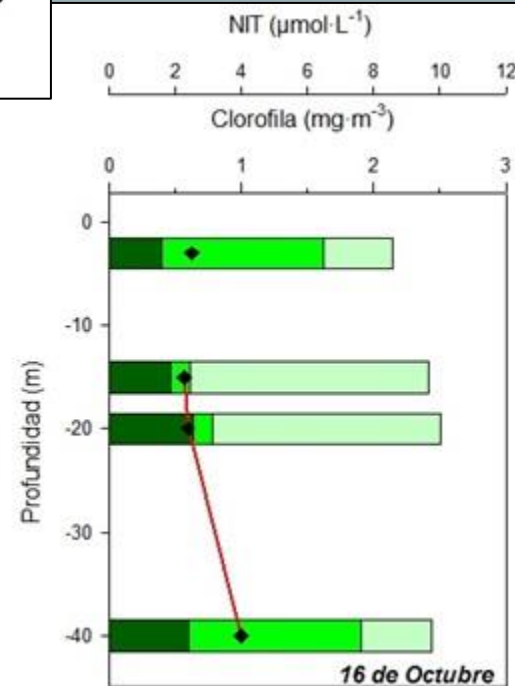
Elevado aporte fluvial

Homogeneización de la columna de agua

Dominio del fitoplancton menor de 20 μm



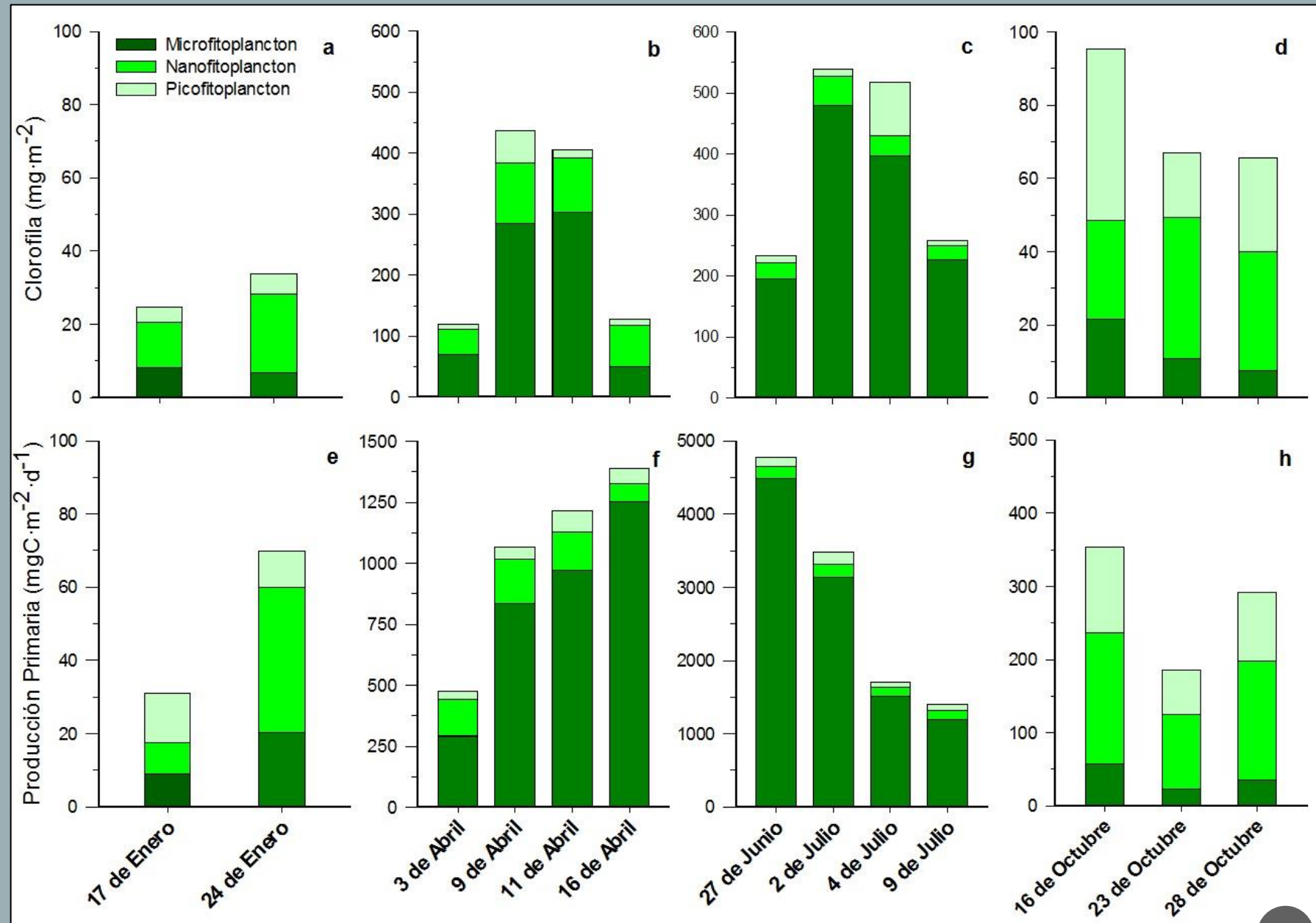
Fuente: Elaboración propia.



5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS

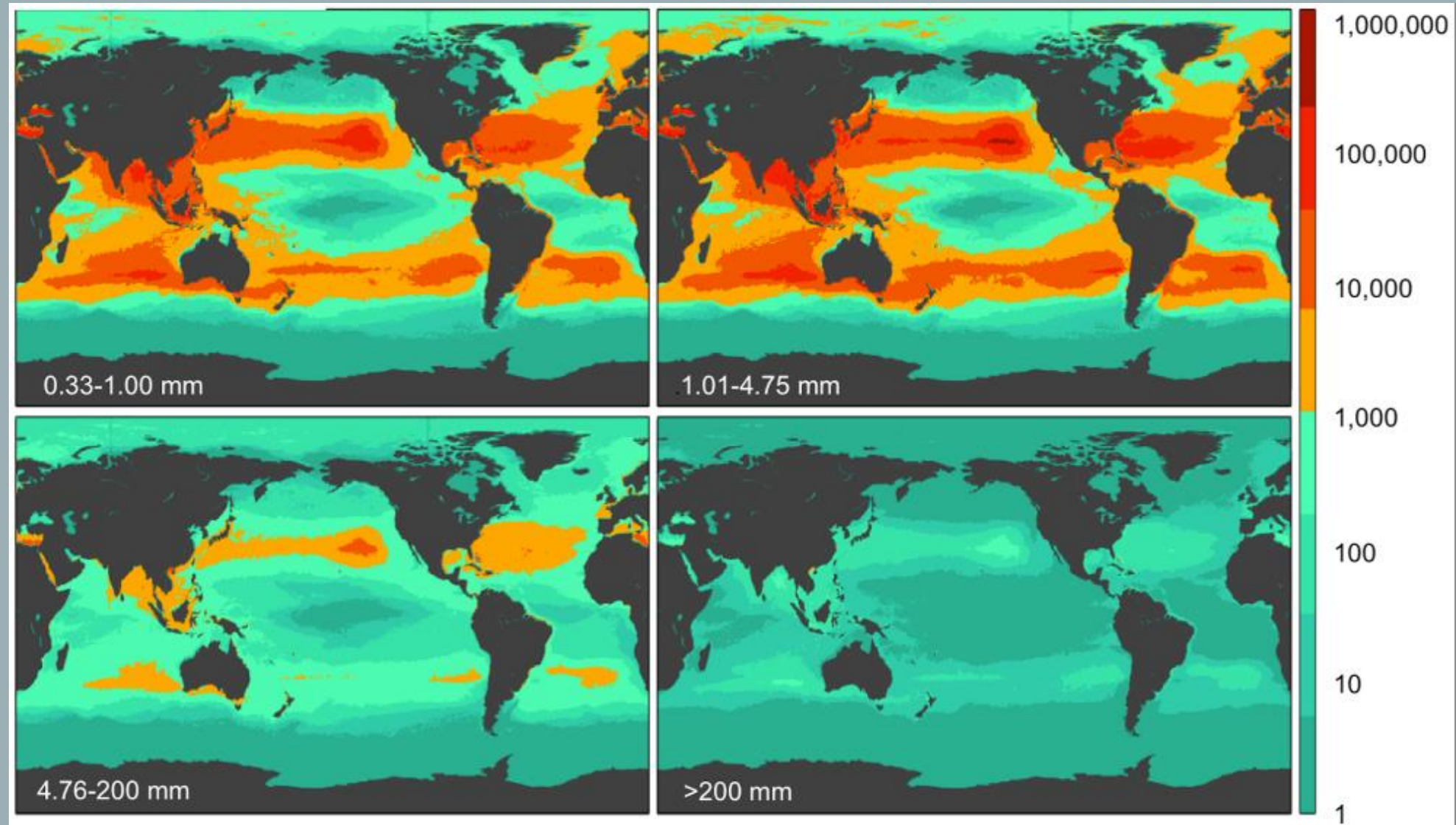
Baja producción y biomasa en invierno y otoño. Dominio del fitoplancton < 20 μm

Elevada producción y biomasa en primavera y verano. Dominio del fitoplancton > 20 μm

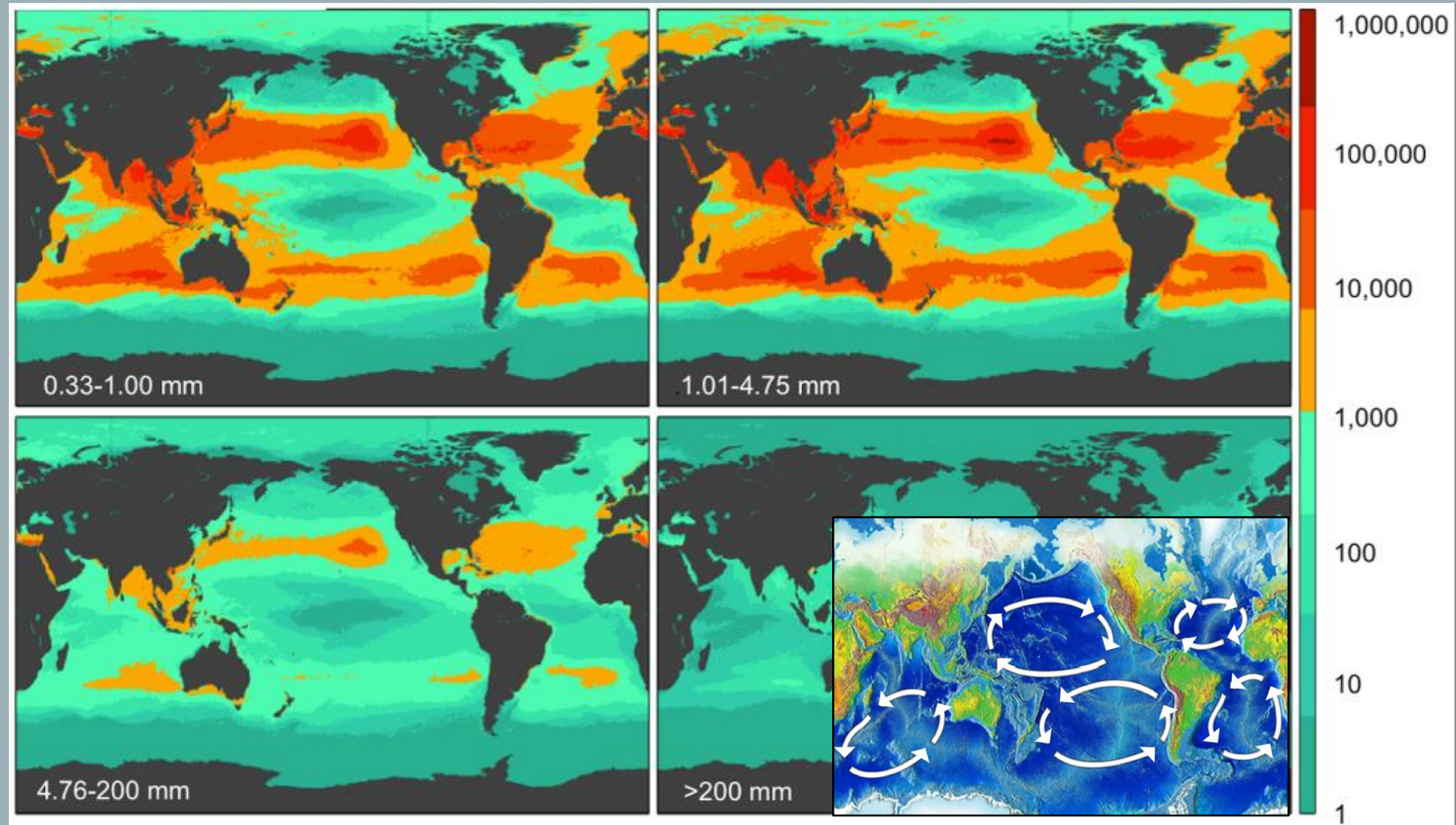


Fuente: Elaboración propia.

5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS

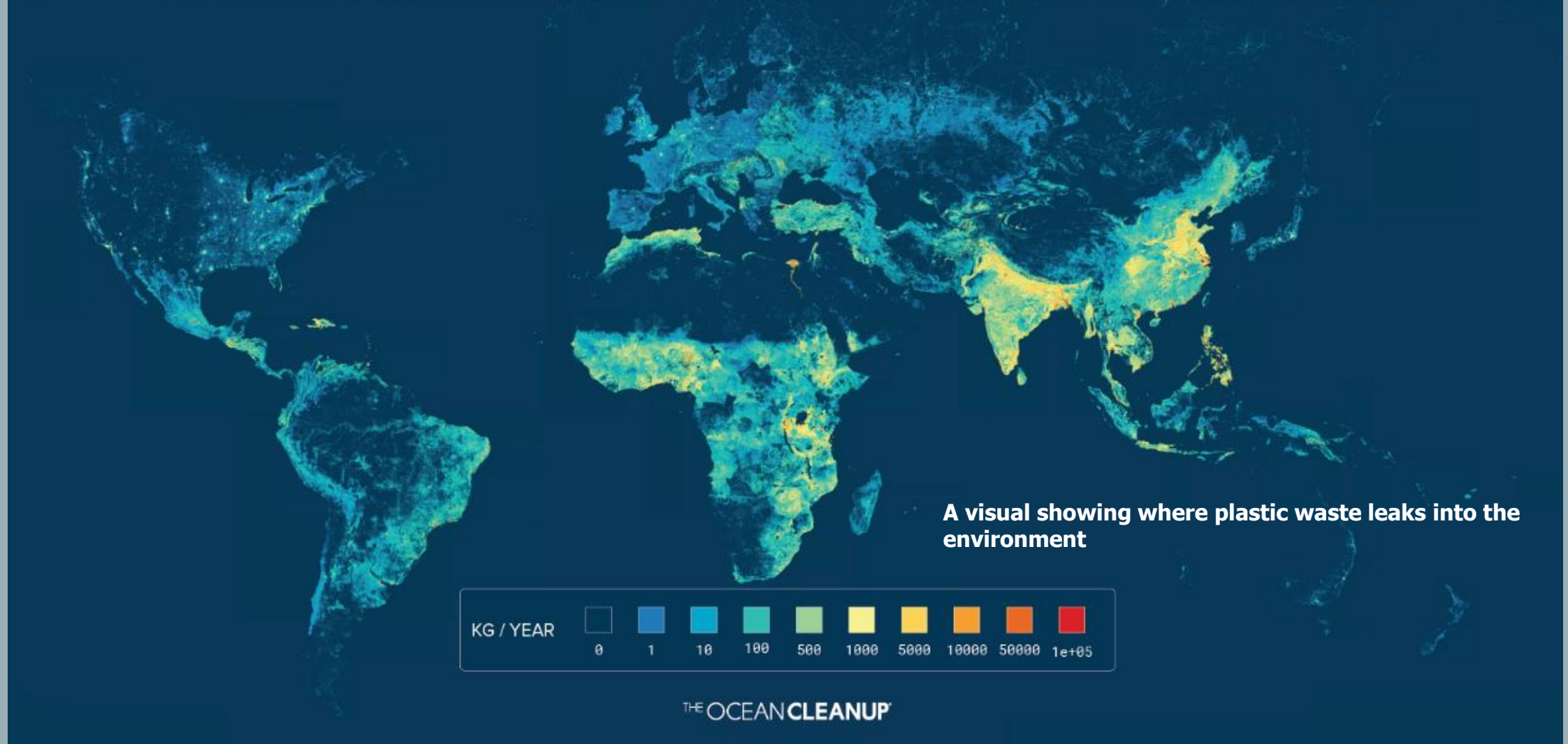


5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS



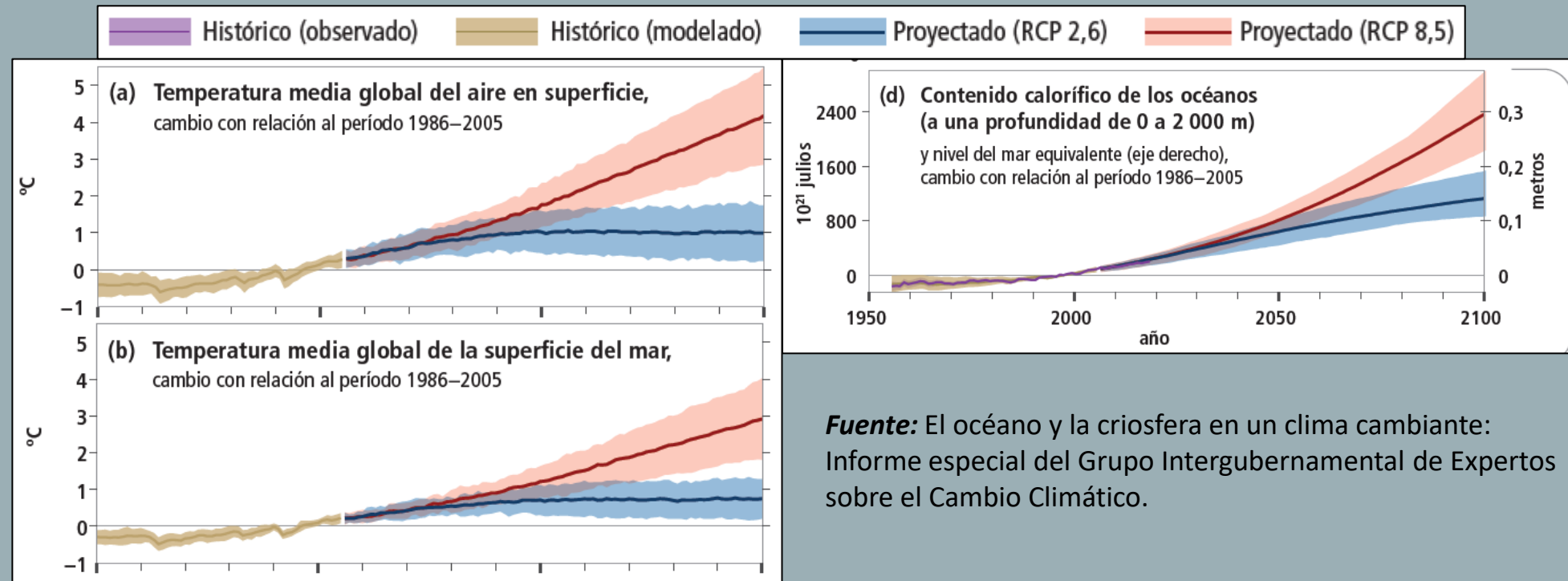
5. LA VIDA EN LOS OCÉANOS

WHERE MISMANAGED PLASTIC WASTE IS GENERATED



6. LOS OCÉANOS Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL

6.1. Cambios observados y modelados de la temperatura media global del aire en superficie, de la superficie del mar y contenido calorífico de los océanos



Fuente: El océano y la criosfera en un clima cambiante: Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

6. LOS OCÉANOS Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL

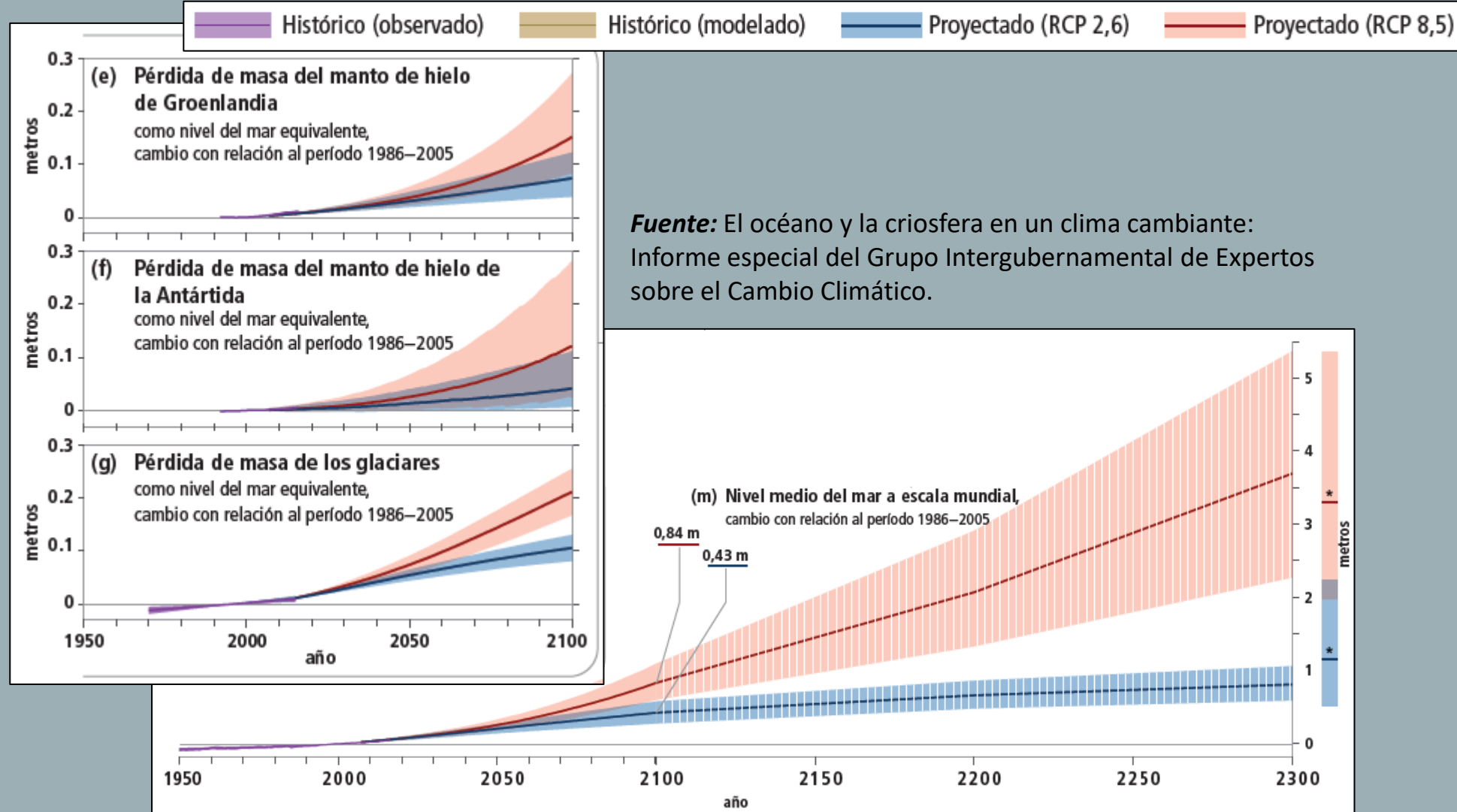
6.1. Cambios observados y modelados de la temperatura media global del aire en superficie, de la superficie del mar y contenido calorífico de los océanos

	A corto plazo: 2031-2050		Finales de este siglo: 2081-2100	
Escenario	Media (°C)	Rango probable (°C)	Media (°C)	Rango probable (°C)
RCP 2,6	1,6	De 1,1 a 2,0	1,6	De 0,9 a 2,4
RCP 4,5	1,7	De 1,3 a 2,2	2,5	De 1,7 a 3,3
RCP 6,0	1,6	De 1,2 a 2,0	2,9	De 2,0 a 3,8
RCP 8,5	2,0	De 1,5 a 2,4	4,3	De 3,2 a 5,4

Fuente: El océano y la criosfera en un clima cambiante: Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

6. LOS OCÉANOS Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL

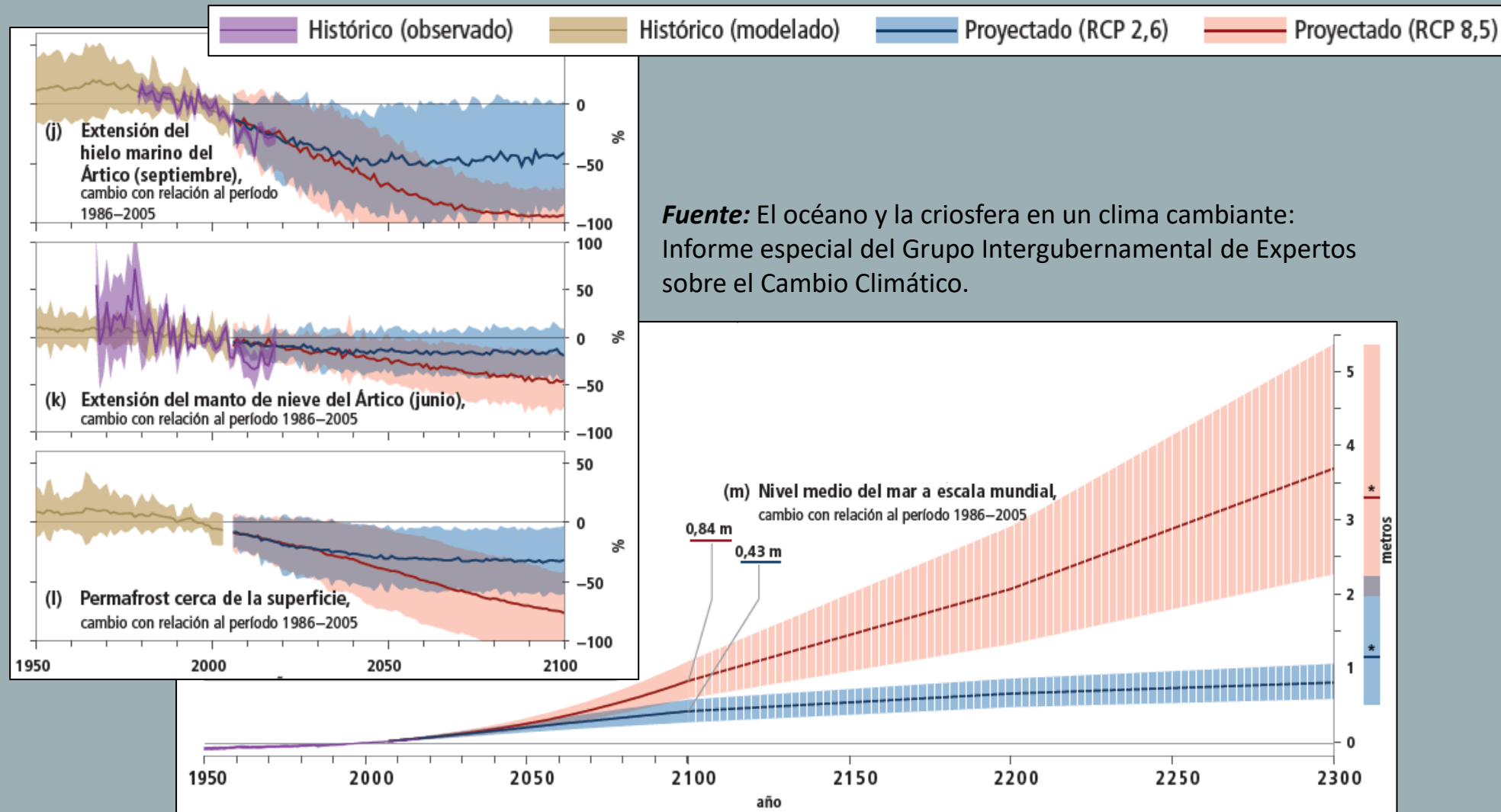
6.2. Cambios observados y modelados de las pérdidas de masas de hielo y aumento del nivel del mar



Fuente: El océano y la criosfera en un clima cambiante: Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

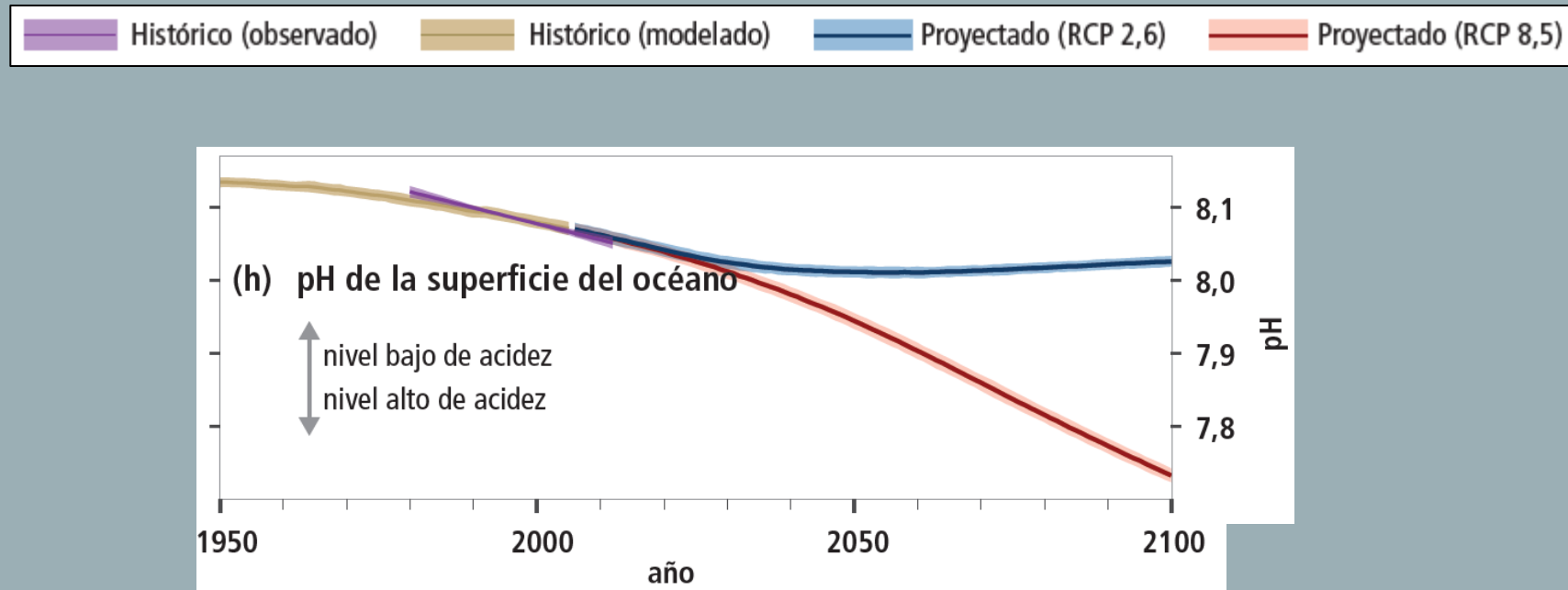
6. LOS OCÉANOS Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL

6.2. Cambios observados y modelados de las pérdidas de masas de hielo y aumento del nivel del mar



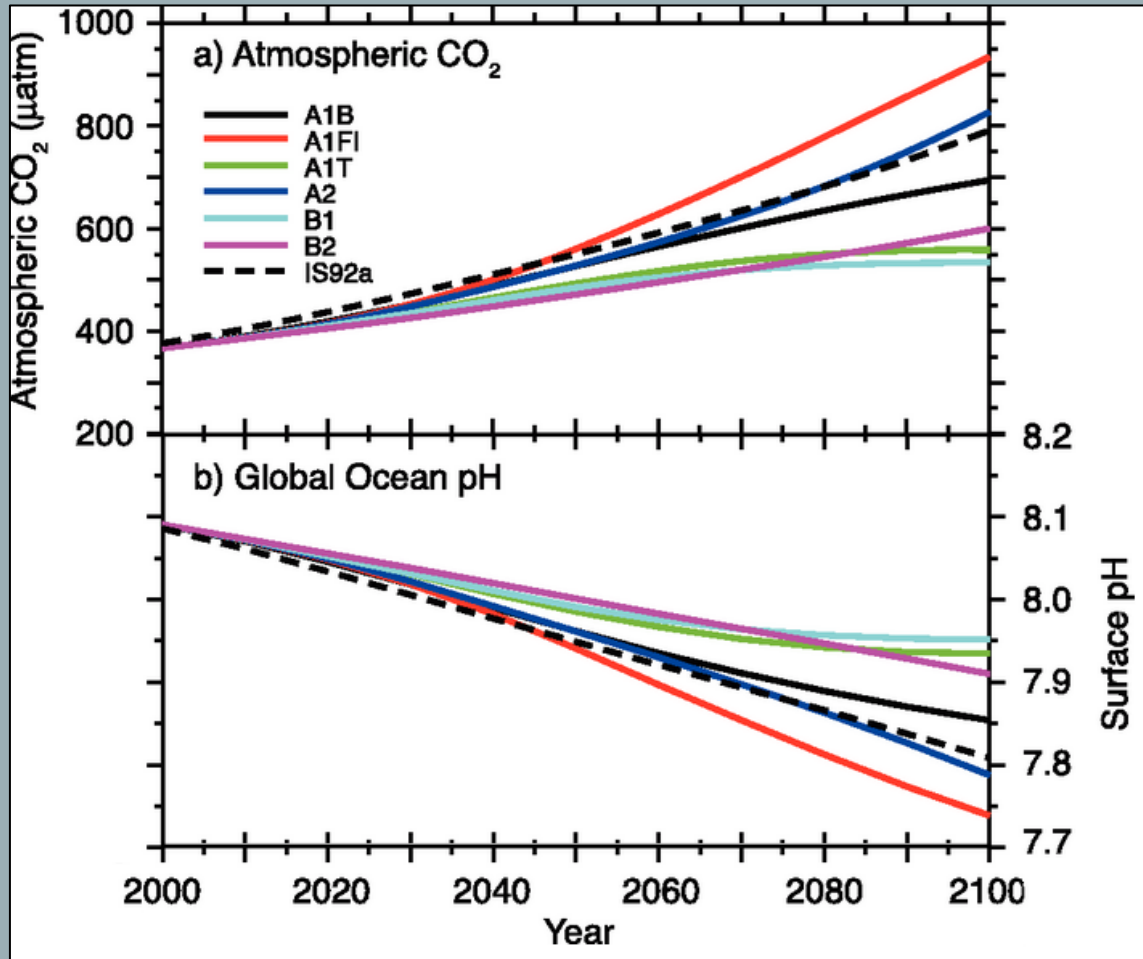
6. LOS OCÉANOS Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL

6.3. Cambios observados y modelados del pH de la superficie de los océanos



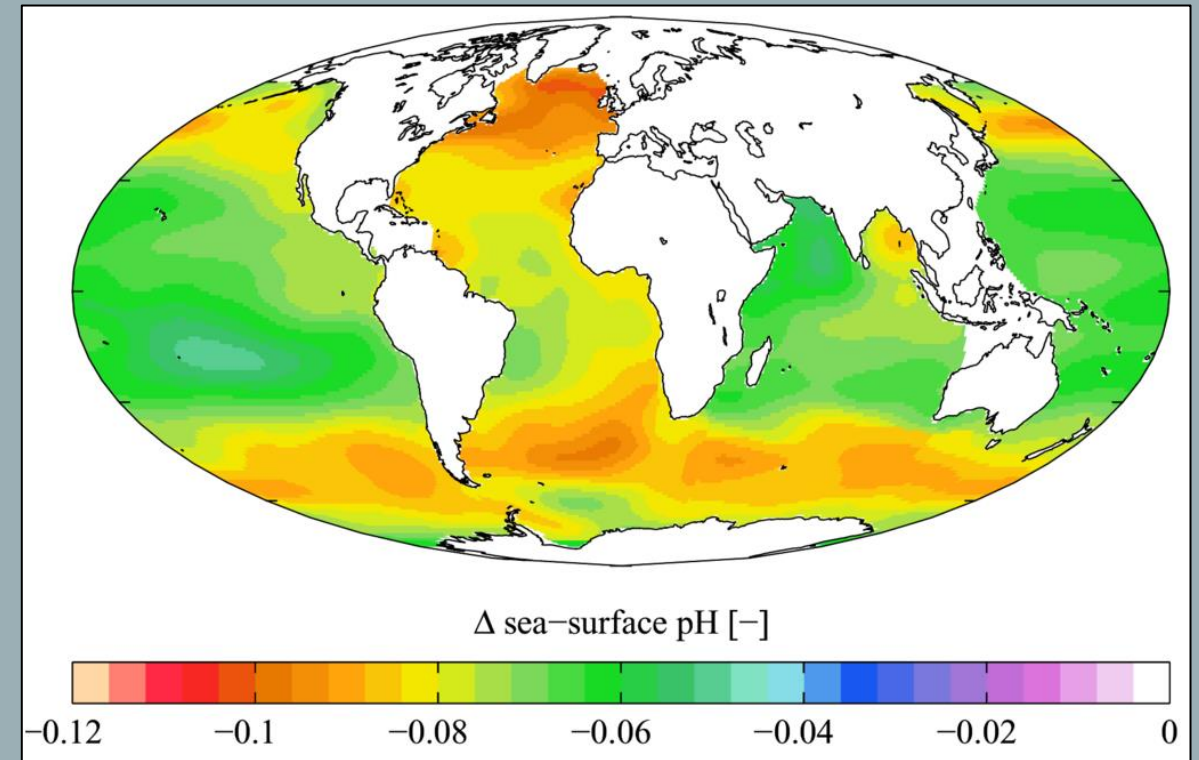
Fuente: El océano y la criosfera en un clima cambiante: Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

6.3. Estudio de los cambios del pH de la superficie del océano



Fuente: IPCC Fourth Assessment Report

Cambio estimado en el pH del agua del mar causado por las emisiones antropogénicas entre el siglo XVII y finales del siglo XX



Fuente: Global Ocean Data Analysis Project

6.3. Estudio de los cambios del pH de la superficie del océano

$\text{CO}_2(\text{g})$

$\downarrow$

$\text{CO}_2(\text{aq})$

$\uparrow$

Gas exchange

$\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$

Carbonic acid

$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

Bicarbonate

$\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

Carbonate

	Glacial	Pre-Industrial	Present	2XCO ₂	3XCO ₂	Change from pre-industrial to 3XCO ₂
pCO ₂	180	280	380	560	840	200%
	7	9	13	18	25	178%
	1666	1739	1827	1925	2004	15%
	279	222	186	146	115	- 48%
DIC	1952	1970	2026	2090	2144	8.8%
pH _(sws)	8.32	8.16	8.05	7.91	7.76	- 0.4
Ω _{calcite}	6.63	5.32	4.46	3.52	2.77	- 48%
Ω _{aragonite}	4.26	3.44	2.90	2.29	1.81	- 47%

La cantidad de CO₂ antropogénico que puede ser almacenado en los océanos depende de los vientos locales, corrientes oceánicas superficiales y profundas, mezcla vertical, escorrentía y procesos biológicos.

Fuente: Fabry et al., 2008

6.3. Estudio de los cambios del pH de la superficie del océano

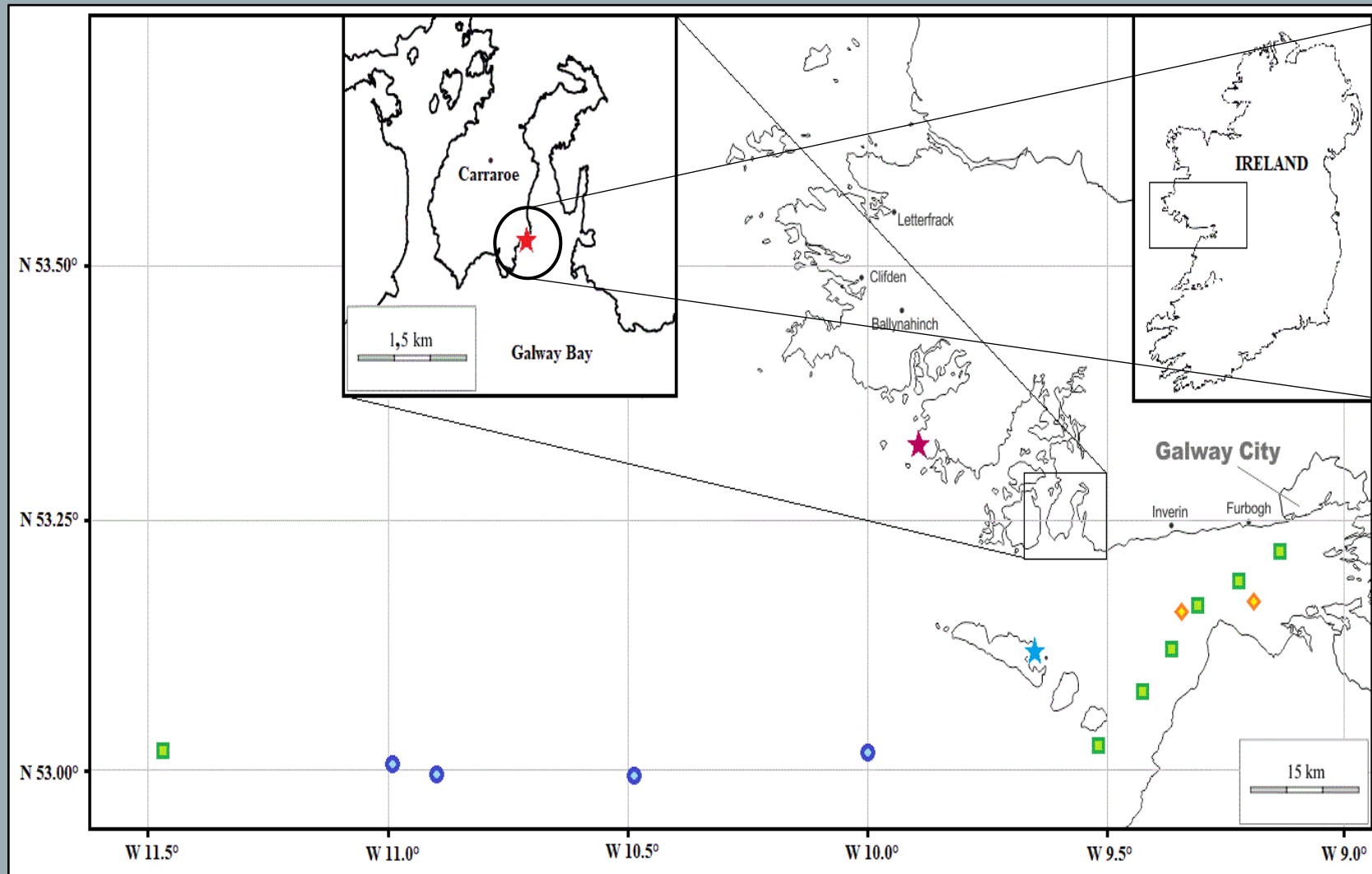
Las praderas submarinas pueden ser encontradas en cualquier ecosistema acuático costero entre los 35-65°, actuando como un sumidero efectivo de carbono debido a su biomasa en comparación con el fitoplancton. Este carbono almacenado puede ser exportando y almacenado a largo plazo en profundidad.



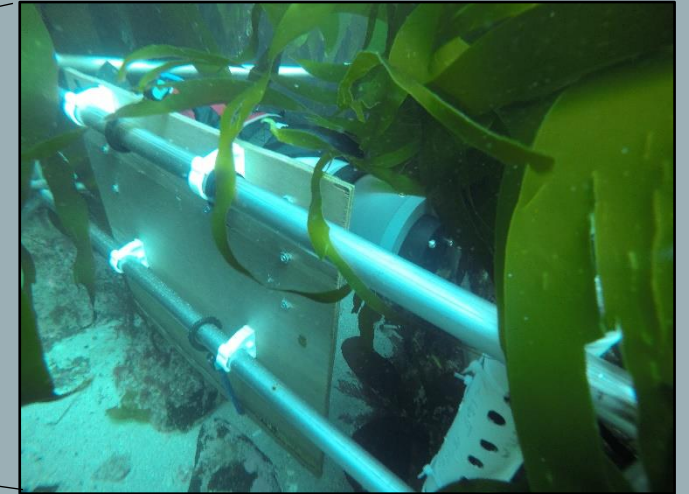
Las variaciones diarias del CO₂ disuelto y el carbono inorgánico disuelto (CID) están influenciados por la actividad biológica del lecho algal, siendo significativo principalmente durante primavera y verano, y decayendo en invierno cuando la actividad biológica es menor.

Fuente: Iván Pérez, Julio de 2018 (Península de Carraroe, Condado de Galway, Irlanda).

6.3. Estudio de los cambios del pH de la superficie del océano



Fuente: Iván Pérez.



Fuente: Iván Pérez.

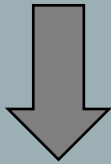


Fuente: Marine Institute: www.marine.ie.

6.3. Estudio de los cambios del pH de la superficie del océano



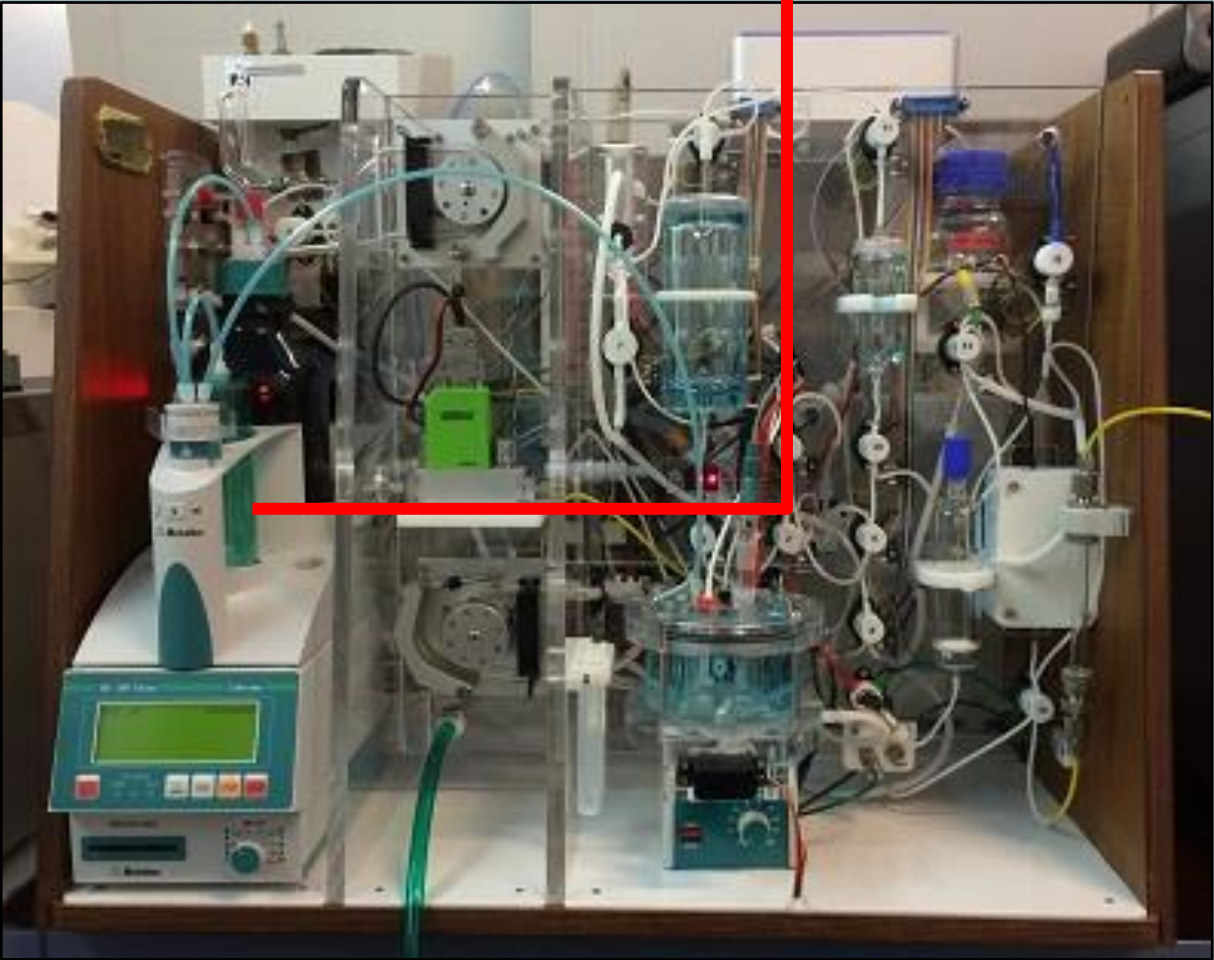
Botella Niskin



Fuente: Katheryn Schoenrock, investigadora postdoctoral en NUIG, Irlanda.



Termosalinógrafo



Fuente: Iván Pérez.

VINDTA 3C

Input

Results

Physical Data	Carbonate Data	Nutrient Data	Air-sea CO ₂ Flux
Salinity 37	TA (μmol/kgSW) 2300	Total P (μmol/kgSW) 0.0	pCO ₂ Air (μatm) 350
temperature (°C) 25	TCO ₂ (μmol/kgSW) 2100	Total Si (μmol/kgSW) 5.0	Windspeed* in m/s 1
Pressure (dbars) 1	pH (chosen scale) choose 2 of 5*		*At 10 meters
Adjusted Conditions	fCO ₂ water (μatm) choose 2 of 5*		
temperature (°C) 25	pCO ₂ water (μatm) choose 2 of 5*		
Pressure (dbars) 1			

*Enter any two except both fCO₂ and pCO₂

?

Clear Fields

build 9 November 2010

CO₂ Constants: [Lueker et al., 2000](#)
KHSO₄: [Dickson \(1990a\)](#)
pH Scale: [Total scale \(mol/kgSW\)](#) Air-Sea Flux: [Wanninkhof, 1992](#)

Input

Results

Results at input conditions

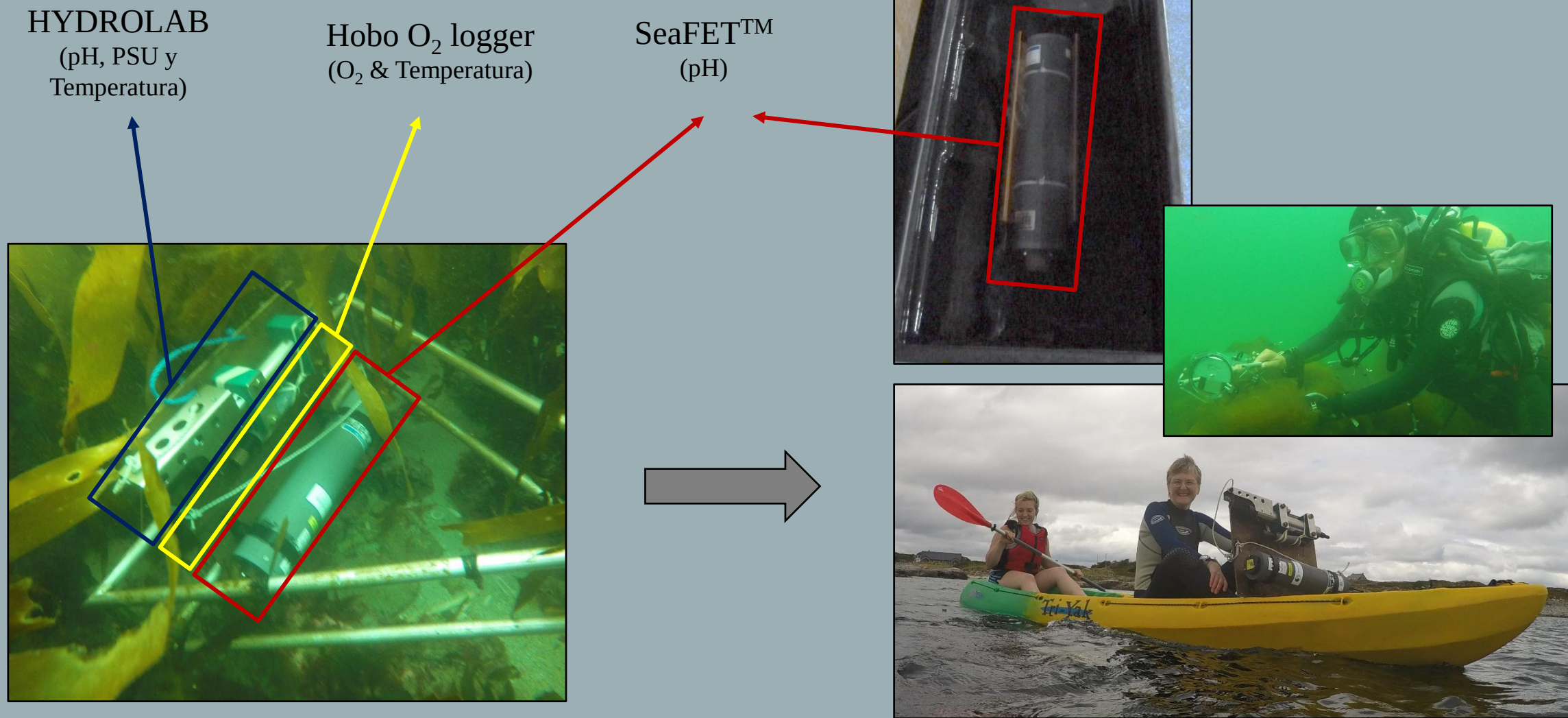
Results at adjusted conditions

Physical Data (adjusted)	Carbonate Results (adj.)	Auxiliary Results (adjusted)	
Salinity 37.000	TA (μmol/kgSW) 2300.000	HCO ₃ (μmol/kgSW) 1931.988	Si Alk (μmol/kgSW) 0.140
temperature (°C) 25.000	TCO ₂ (μmol/kgSW) 2100.000	CO ₃ (μmol/kgSW) 148.285	Revelle 11.676
Pressure (dbars) 1.000	pH (chosen scale) 7.841	CO ₂ (μmol/kgSW) 19.727	Ω Ca 3.509
	fCO ₂ water (μatm) 702.079	B Alk (μmol/kgSW) 66.994	Ω Ar 2.319
Nutrient Data	pCO ₂ water (μatm) 704.326	OH (μmol/kgSW) 4.323	xCO ₂ (dry at 1 atm) (ppm) 726.575
Total P (μmol/kgSW) 0.000	Air-sea CO ₂ Flux (adj.)	P Alk (μmol/kgSW) 0.000	
Total Si (μmol/kgSW) 5.000	Air-Sea Flux (mmol/m ² /day) 0.852		

build 9 November 2010

CO₂ Constants: [Lueker et al., 2000](#)
KHSO₄: [Dickson \(1990a\)](#)
pH Scale: [Total scale \(mol/kgSW\)](#) Air-Sea Flux: [Wanninkhof, 1992](#)

CO₂Sys



Fuente: Iván Pérez, Julio de 2018 (Península de Carraroe, Condado de Galway, Irlanda).



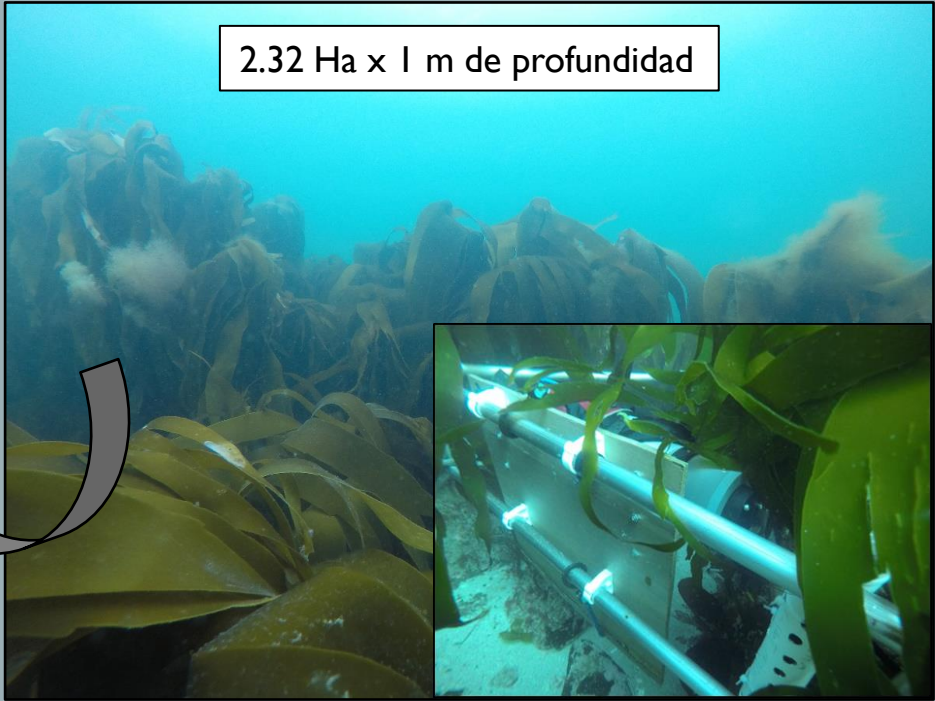
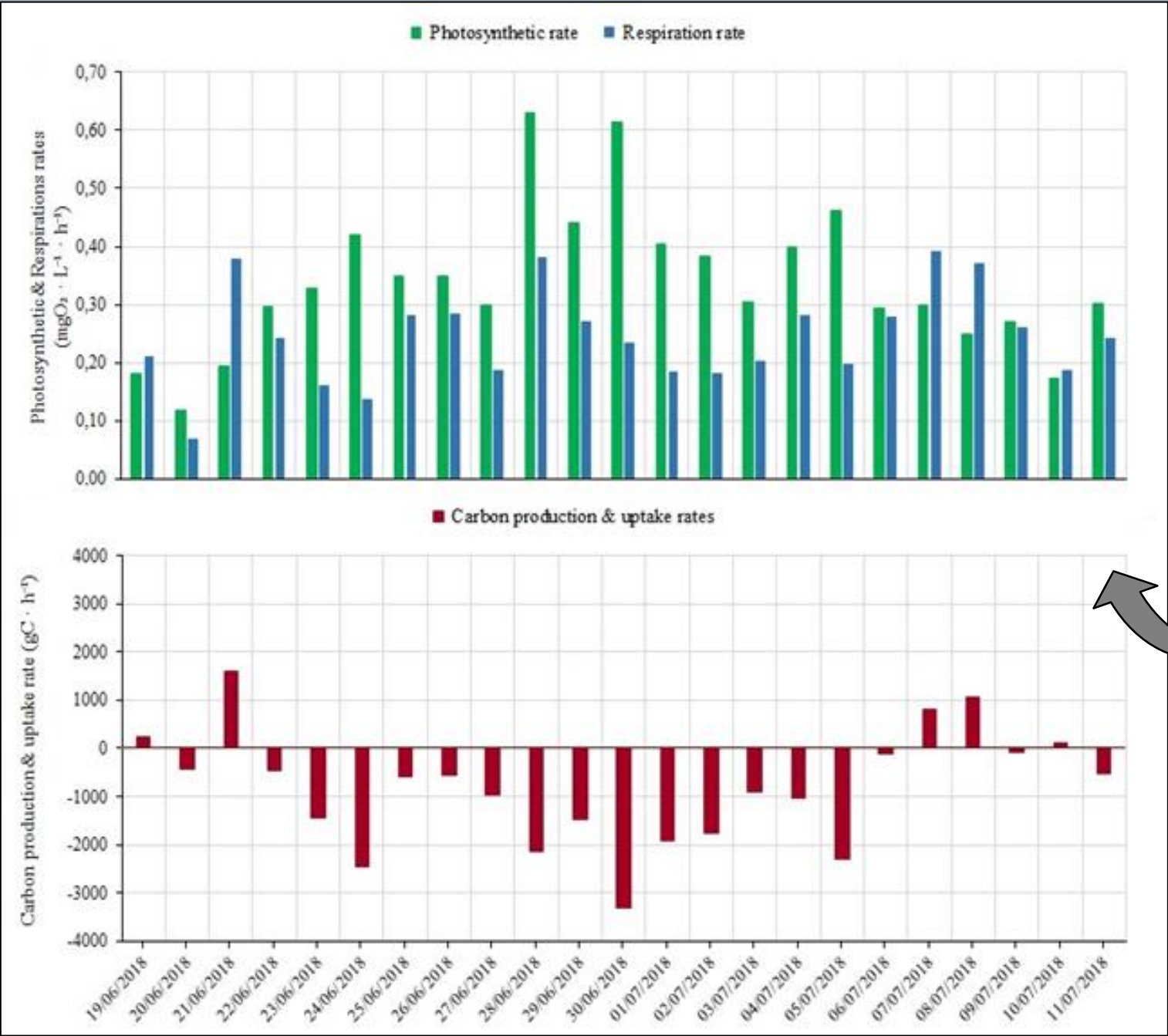
Velocidad y Dirección del viento, radiación solar neta y UV, presión atmosférica, precipitaciones y humedad relativa, se registran continuamente en la estación atmosférica Mace Head, gestionada por la Universidad Nacional de Galway (NUIG)

Fuente: Mace Head Atmospheric Research Station: www.macehead.org.

La presión parcial de CO₂ atmosférico se registra continuamente y en paralelo por dos instrumentos (Picarro G1301 and G2301 series).



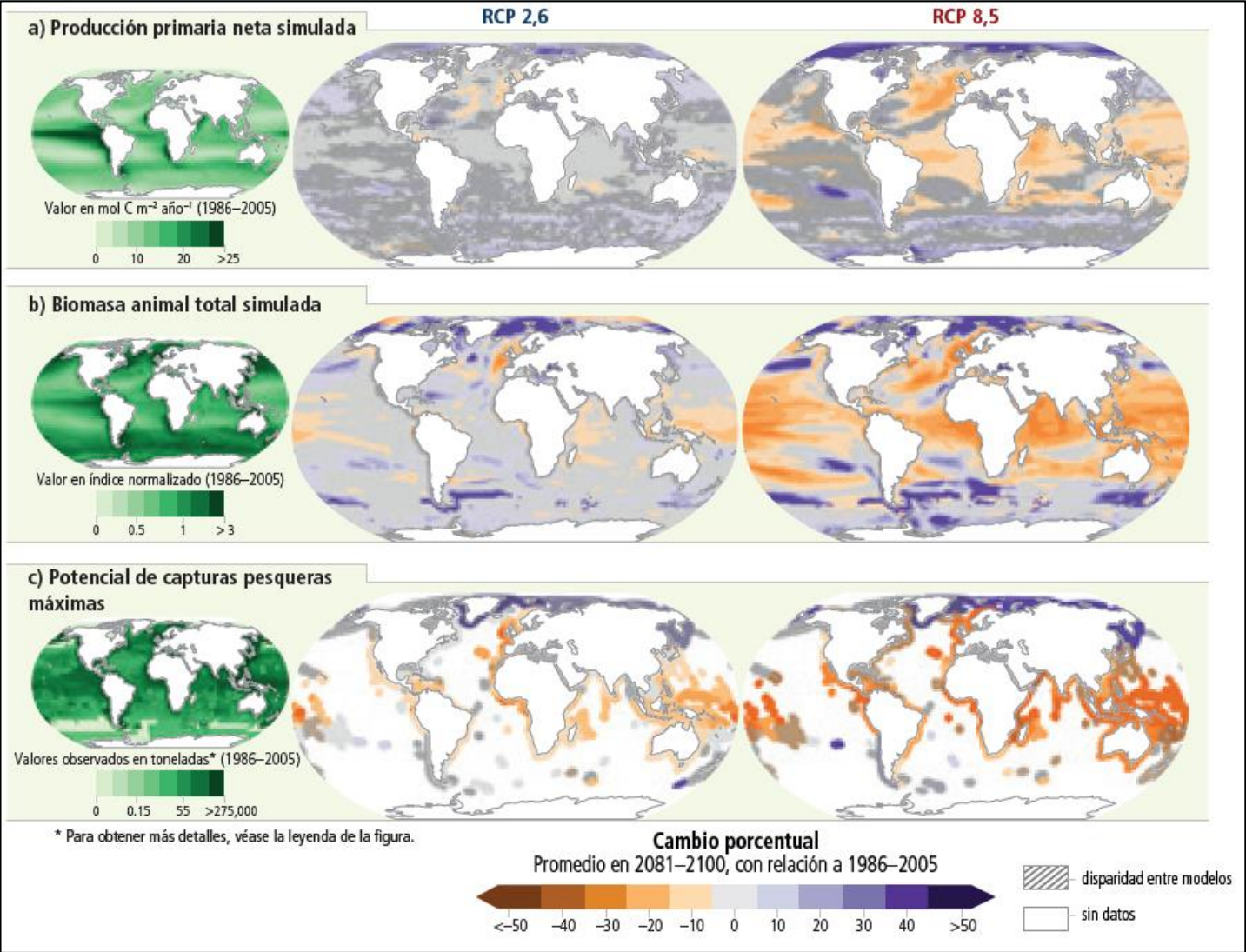
Fuente: Iván Pérez.



Fuente: Iván Pérez.

6. LOS OCÉANOS Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL

6.4. Cambios observados y modelados en los ecosistemas oceánicos



Fuente: El océano y la criosfera en un clima cambiante: Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

6. LOS OCÉANOS Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL

6.5. A modo de resumen

Océano		Ártico	SSBO¹	Atlántico Norte	Pacífico Norte	Atlántico Sur	Pacífico Sur	Océano Austral	Océano Índico templado	Atlántico tropical	Océano Índico tropical	Pacífico tropical
Gases de efecto invernadero	Cambios físicos	Temperatura	●●	●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●
		Oxígeno		●	●	●	●	●	●	●	●	●
		pH del océano	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
		Extensión del hielo marino	●●●					●				
		Nivel del mar	●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●
Cambio climático	Ecosistemas	Columna superior de agua	●●	●	●●●	●●	●●	●●	●	●●	●	●●
		Coral			●		●●●			●●●	●●●	●●●
		Humedales costeros			●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●
		Bosque de algas pardas	●●	●●	●●	●●	●		●			●
		Costas rocosas			●●●	●●			●			
		Aguas profundas				●						
		Zona bentónica polar	●●					●●				
		Asociado al hielo marino	●●					●●				
	Sistemas humanos y servicios ecosistémicos	Pesca	●●	●	●●●	●	●	●	●	●●	●	●
		Turismo	●●	●		●		●	●	●		●
		Servicios de los hábitats	●●	●	●●	●●	●	●●		●●	●●	●●
		Transporte/navegación	●●									
		Servicios culturales	●●		●	●		●				
		Secuestro de carbono en zonas costeras			●●	●●	●	●	●	●	●●	●

LEYENDA

Cambios físicos

- aumento
- disminución
- aumento y disminución

Sistemas

- positivo
- negativo
- positivo y negativo

Nivel de confianza de la atribución

- alto
- medio
- bajo

sin evaluación

Fuente: El océano y la criosfera en un clima cambiante: Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN