

- 3.1. Cambios diferenciales a la circulación oceánica

and he illustrated this theory by the following: "It is known that a large piece of water, 10 miles broad and generally only 3 feet deep, has by a strong wind had its water driven to one side and sustained so as to become 6 feet deep, while the windward side was laid dry." As will be seen later, this is a well known example of the force of the wind in causing the Gulf Stream, but it does not quite show the whole of the truth.

Some of these theories were based upon direct evidence by observations in the Gulf Stream, but all were inferences drawn from temperature of the water, from laboratory experiments, from the drift of vessels, or from reasoning based upon opinions of what ought to be.

Much time and labor has been devoted toward attempting to define the limits of ocean currents and their velocities. Columbus on his first voyage, when nearing his final land fall, was trying to find the depth of the water one day, when he noticed that the line inclined to the south-west, from which he concluded that the surface was moving faster than the lower stratum which contained the weight on the end of the line.

Franklin endeavored to use the thermometer to define the limits of the polar and tropical waters, and hence the current. This method is often correct, for without doubt tropical water is warmer than that coming from the poles, but it has been found that at times the warm tropical water may be blown by the wind over and onto the polar stream and then evaporated so much water that the African Coast current runs to fill up the hollow so formed.

In recent times the course of currents has been laid to rivers and the Gulf Stream chiefly to the Mississippi. In actual fact about 2,000 such rivers would be required.

Some eminent men have attributed currents to the revolution of the earth others to the differences in the density of the ocean at the equator and at the poles.

Franklin's theory, which has never advocates at the present day, was that the winds produce the currents by the air moving over the surface of the water.

Franklin endeavored to use the thermometer to define the limits of the polar and tropical waters, and hence the current. This method is often correct, for without doubt tropical water is warmer than that coming from the poles, but it has been found that at times the warm tropical water may be blown by the wind over and onto the polar stream and then evaporated so much water that the African Coast current runs to fill up the hollow so formed.

In recent times the course of currents has been laid to rivers and the Gulf Stream chiefly to the Mississippi. In actual fact about 2,000 such rivers would be required.

Some eminent men have attributed currents to the revolution of the earth others to the differences in the density of the ocean at the equator and at the poles.

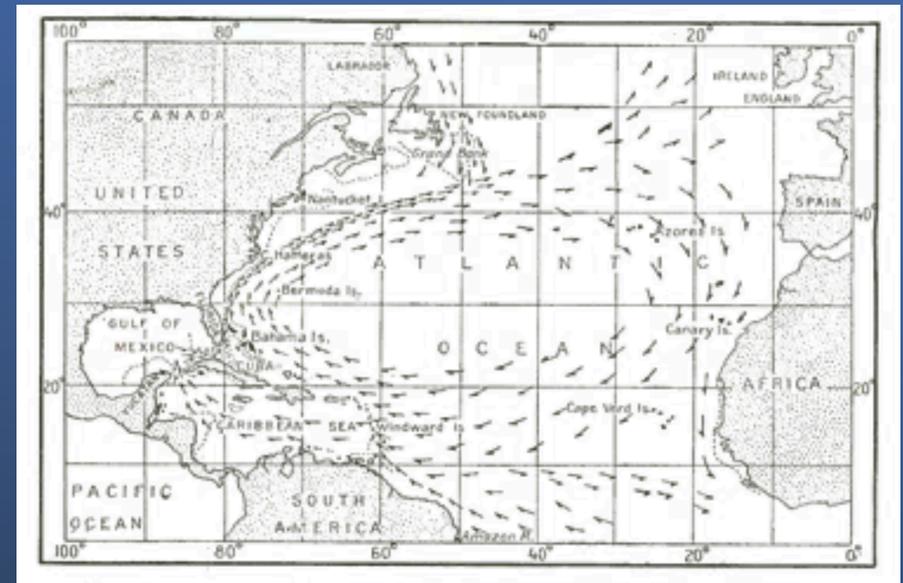
Franklin's theory, which has never advocates at the present day, was that the winds produce the currents by the air moving over the surface of the water.

Colón pensaba que las estrellas, el aire y el agua se movían de este a oeste. Por ello, la intensidad de las corrientes ecuatoriales había erosionado las masas de tierra hacia las "islas de sotavento"

Hacia finales del S. XVII se pensaba que las corrientes marinas se mantenían gracias a una serie de pasajes subterráneos, a modo de túneles, que permitían que el agua fluyera por debajo de los continentes

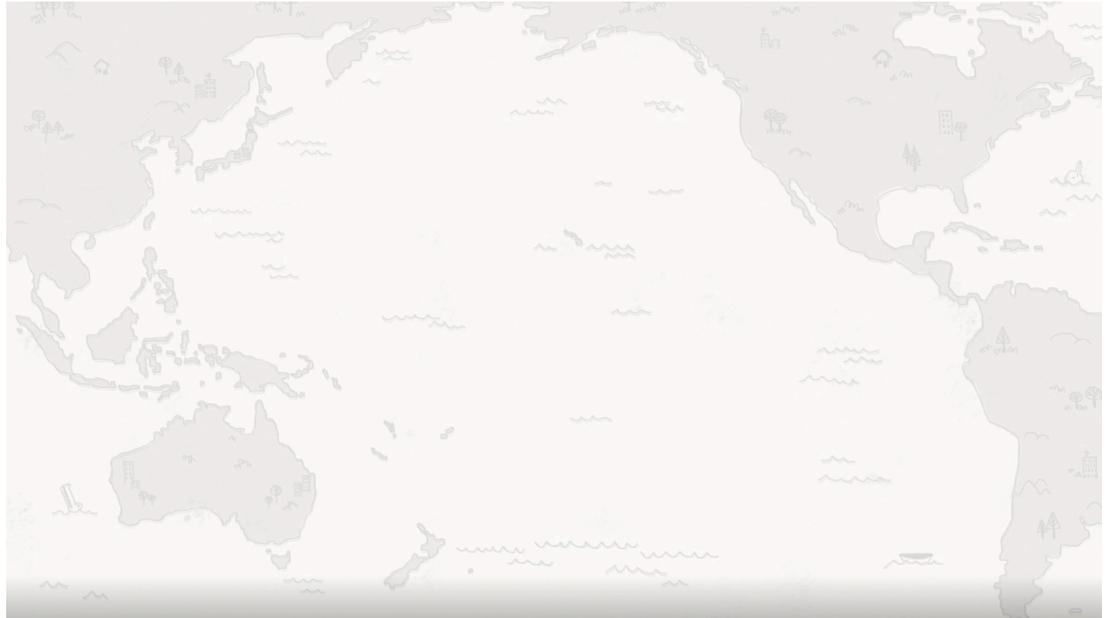
En el S. XVIII, algunos científicos atribuyeron las corrientes a la rotación de la Tierra; otros a las diferencias de densidad del agua entre el ecuador y los polos...

Franklin teorizaba que el viento tiene un efecto directo en las corrientes, incluyendo las oceánicas

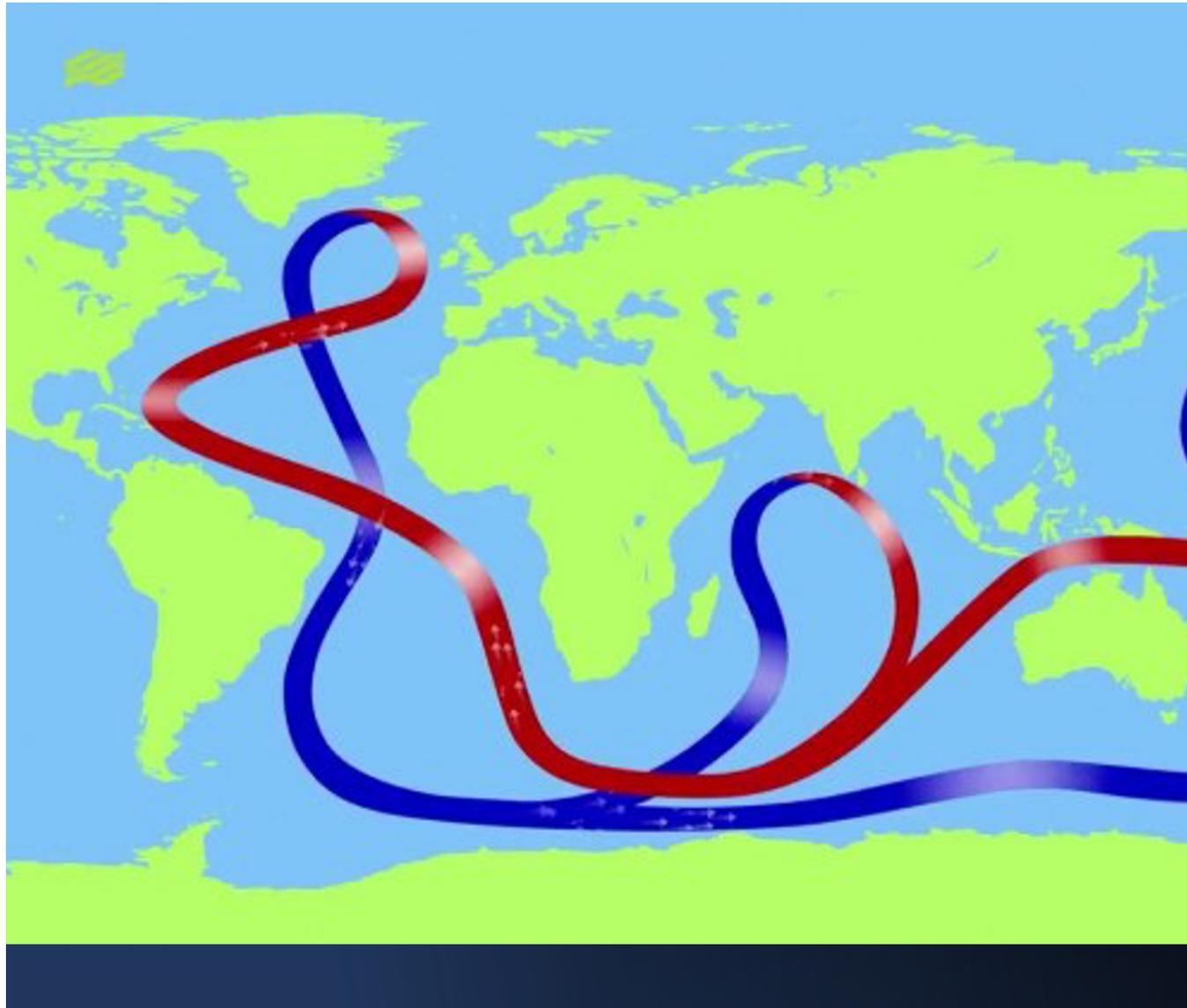


National Geographic Magazine, 1912

Y en fechas más recientes,
eventos como la caída de
juguetes de plástico que
transportaba un buque carguero
en el Pacífico norte, permitieron
conocer con detalle algunos
aspectos de la circulación
oceánica





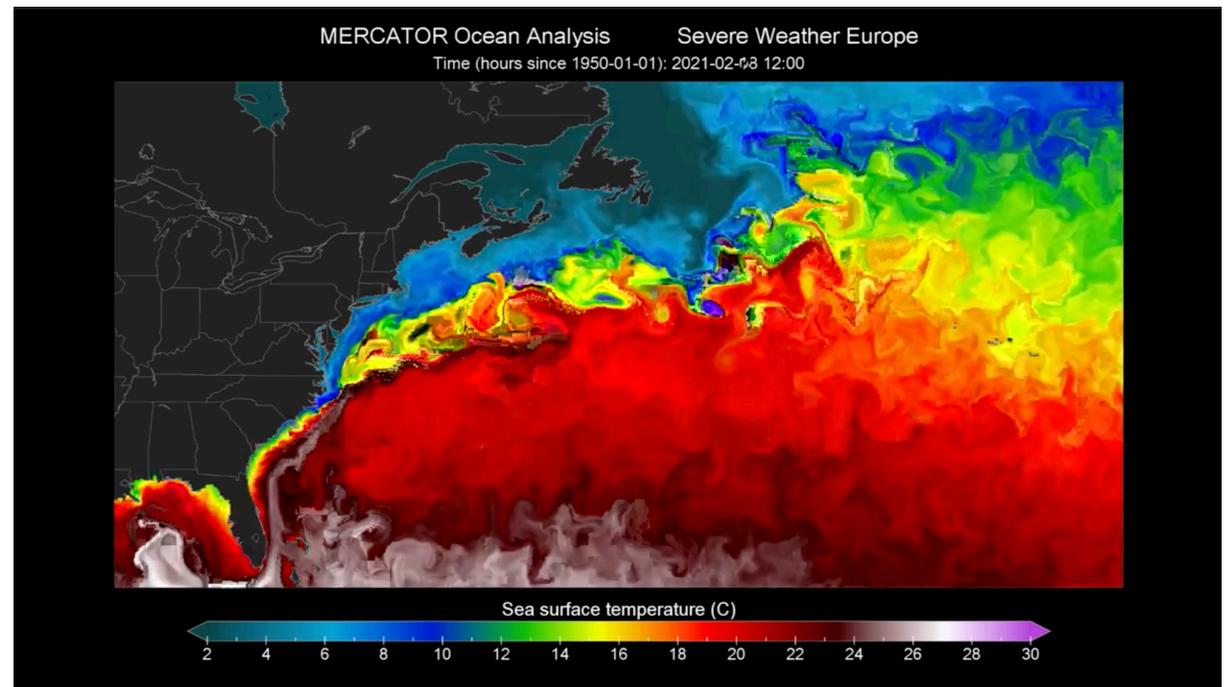


La Corriente del Golfo forma parte de un sistema más grande conocido como *Circulación Meridional de Vuelco del Atlántico* (AMOC) que funciona como una cinta transportadora de calor.

El sistema está impulsado por las diferencias en densidad de las masas de agua de distinta y temperatura y salinidad (circulación termohalina)

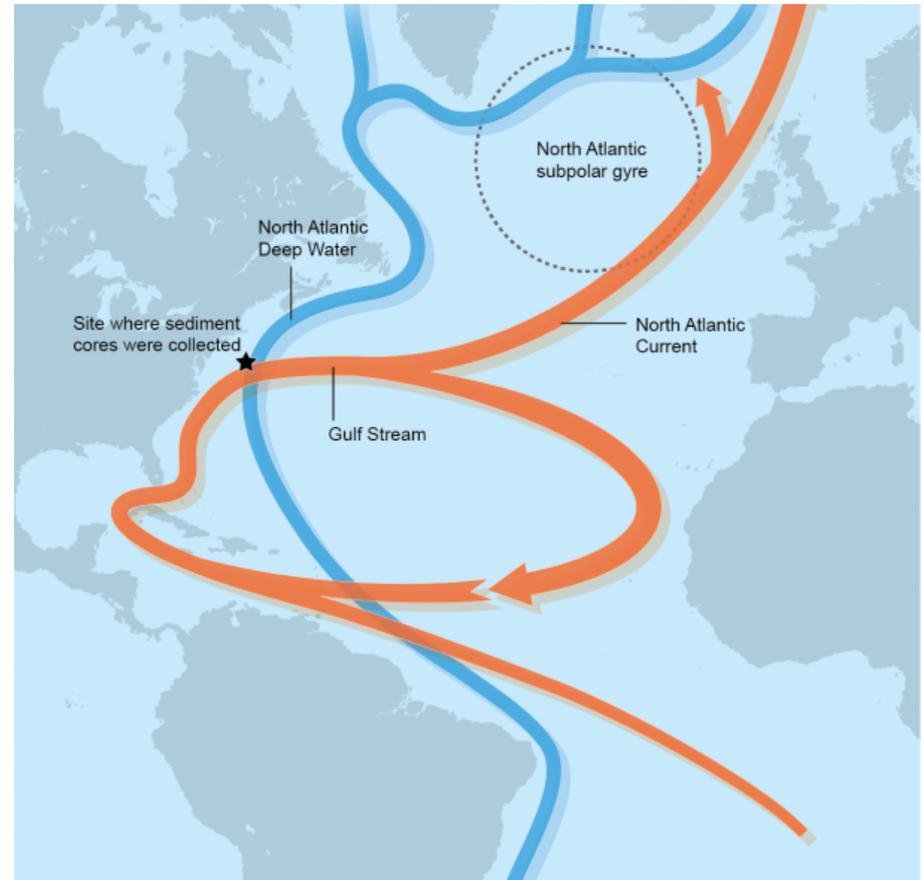
El agua cálida que fluye hacia el norte se evapora, lo que produce un aumento en la cantidad de sal en el agua

La baja temperatura y el alto contenido de sal hacen que el agua sea más densa, por lo que se hundirá hacia las capas inferiores del océano.

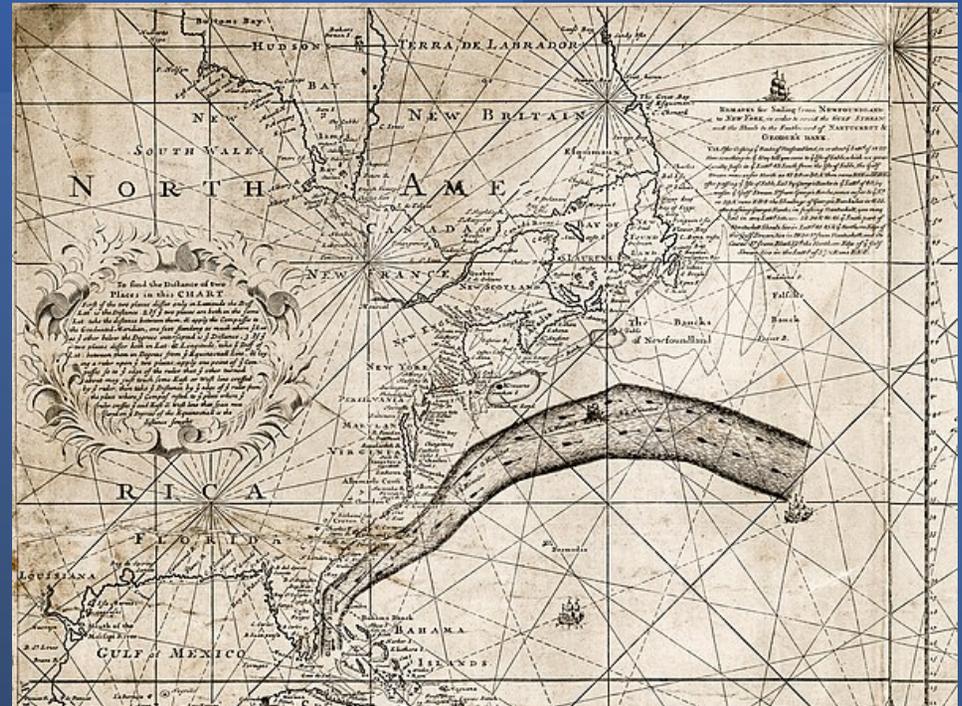


Circulación Meridional de Vuelco del Atlántico (AMOC)

El agua fría y densa fluye lentamente hacia el sur en “parcelas” situadas varios miles de metros por debajo de la superficie del océano. Finalmente, procesos como las "surgencias" permiten que el agua fría regrese a la superficie en zonas tropicales, se caliente y el ciclo reinicie.

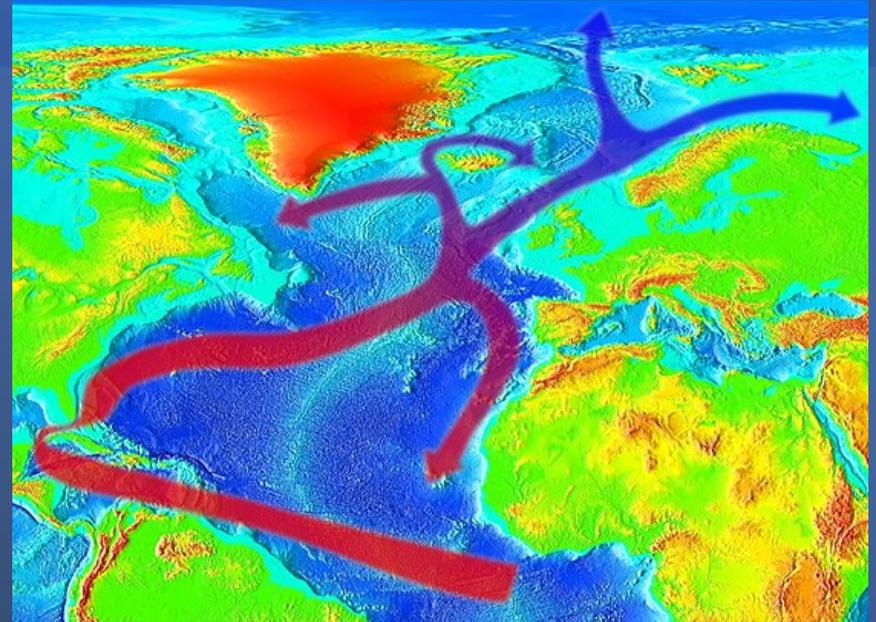


La Corriente del Golfo, junto con su extensión norte, la Corriente del Atlántico Norte, es una corriente cálida y rápida del océano Atlántico que se origina en el Golfo de México, pasa por el canal de la Florida, y sigue las costas orientales de los Estados Unidos y Terranova antes de cruzar el océano Atlántico como la Corriente del Atlántico Norte.



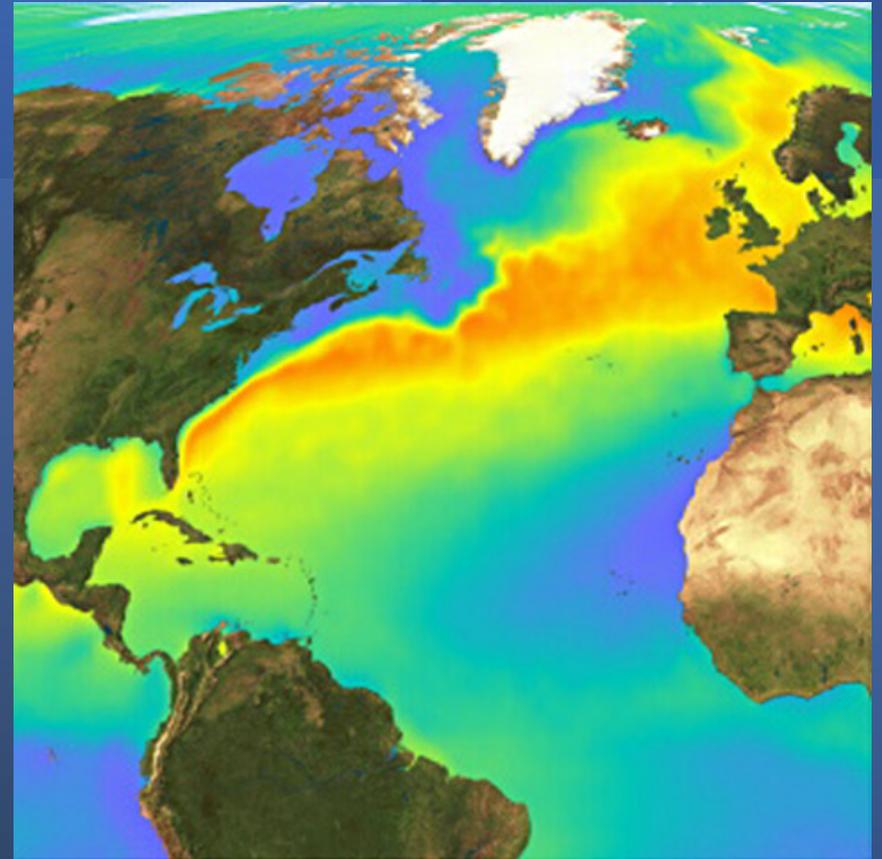
La Corriente del Golfo es un flujo rápido con dirección hacia el norte frente a la costa este de América del Norte. La velocidad de la corriente es más rápida cerca de la superficie alcanzando 9 km/h (varias veces más rápido que el flujo típico del río Amazonas)

Aproximadamente a los 40° N y 30° W se divide dando lugar a la Deriva del Atlántico Norte, que llega a las costas del norte de Europa y la corriente del sur, la Corriente de Canarias, que circula frente al África occidental.

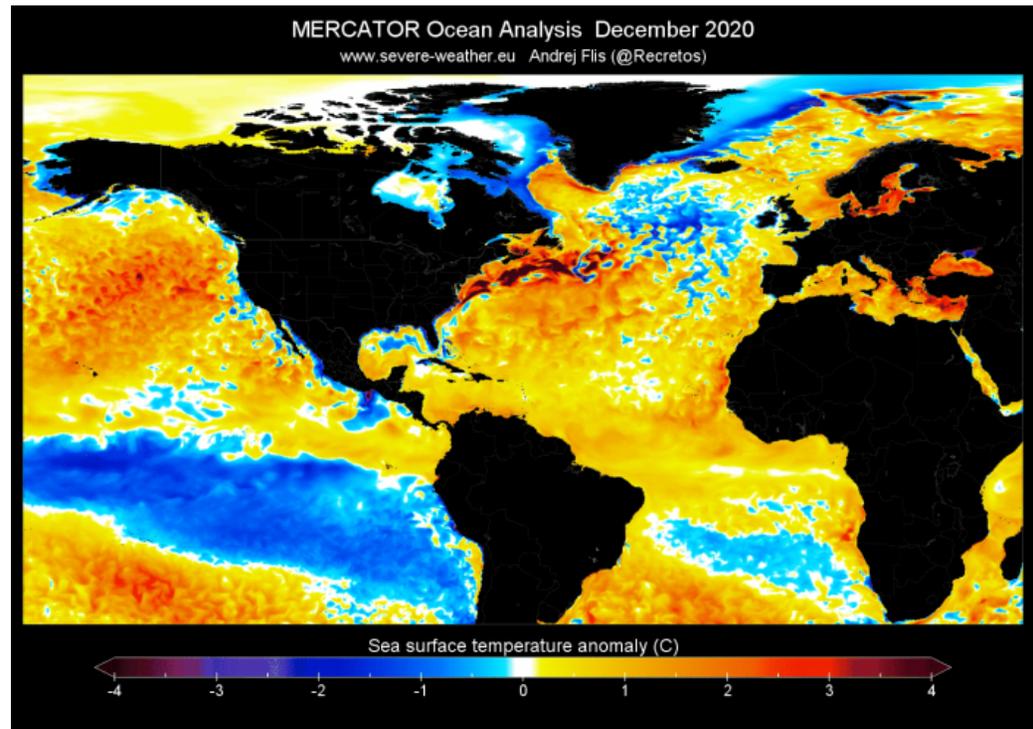


La Corriente del Golfo influye en el clima de la costa este de América del Norte desde Florida hasta Terranova y la costa oeste de Europa.

Es parte integral del sistema climático en el hemisferio norte ya que esta corriente transporta enormes cantidades de energía hacia el norte.

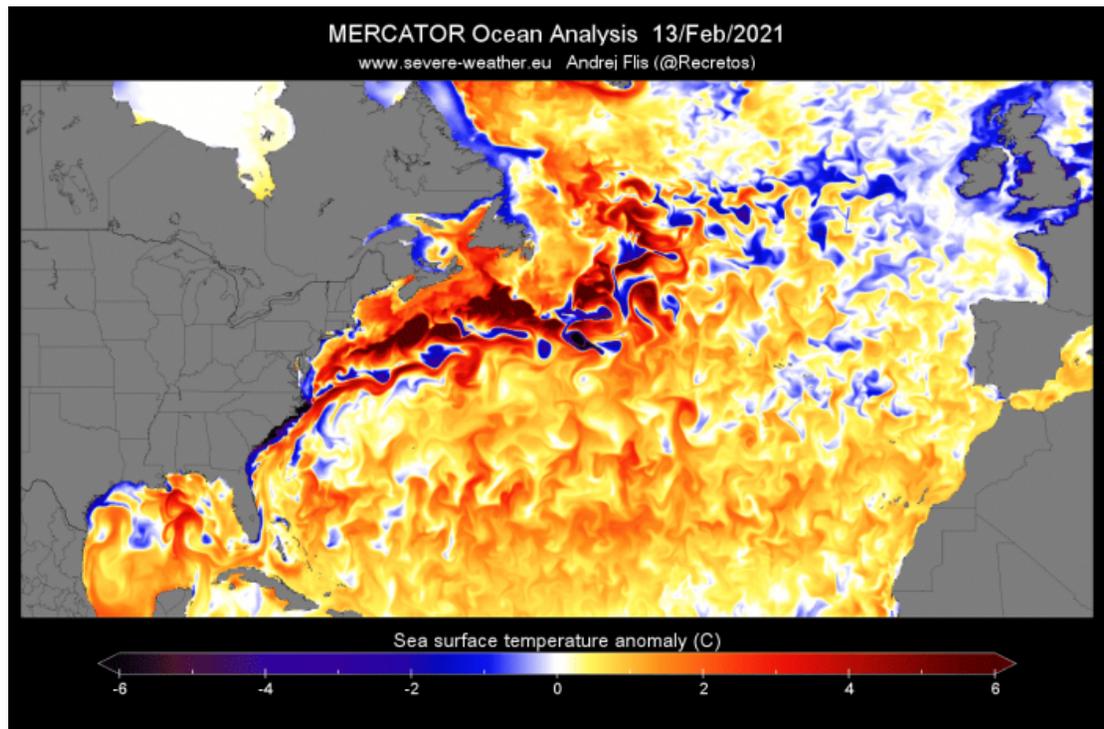


El uso de anomalías de temperatura es una de las metodologías que se usan para evaluar el estado de las corrientes. Por “anomalía” se entiende la magnitud de la desviación de un valor de referencia, normal o esperado, en un momento o lugar determinado.



El análisis de anomalías térmicas en el Atlántico norte muestra que la corriente es más cálida de lo normal, con algunas partes en el norte que exceden entre 4° C - 6° C por arriba de lo normal

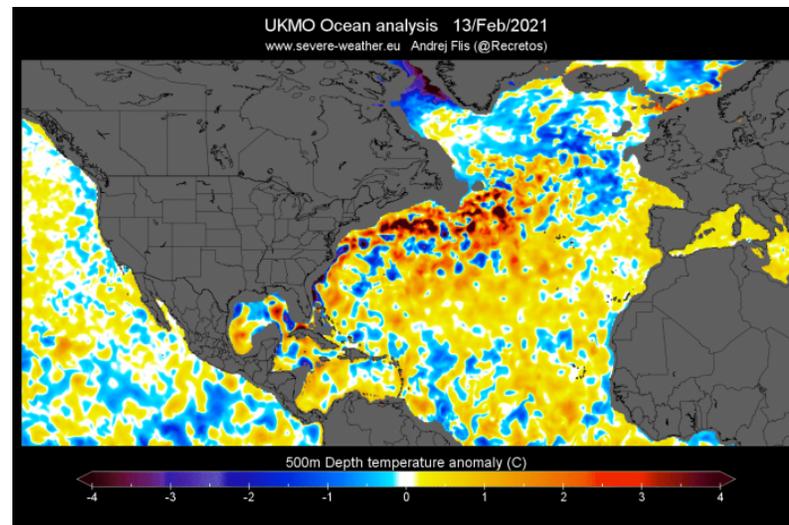
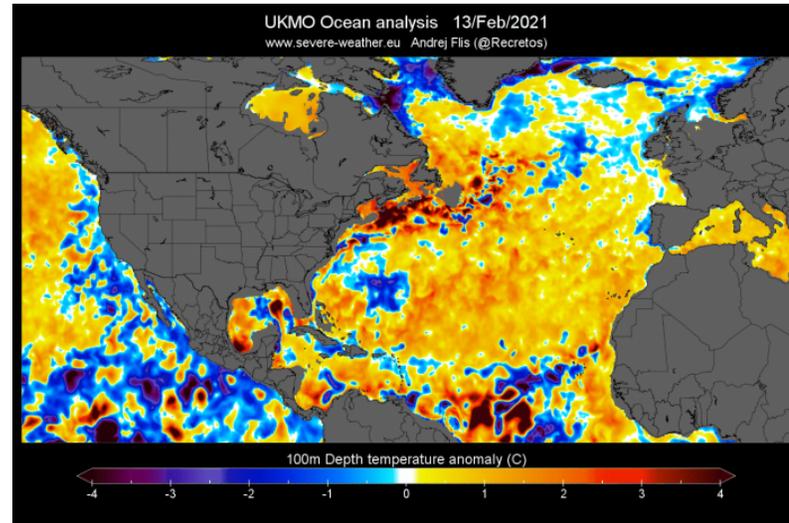
Anomalía de temperatura
en las aguas superficiales
de la Corriente del Golfo

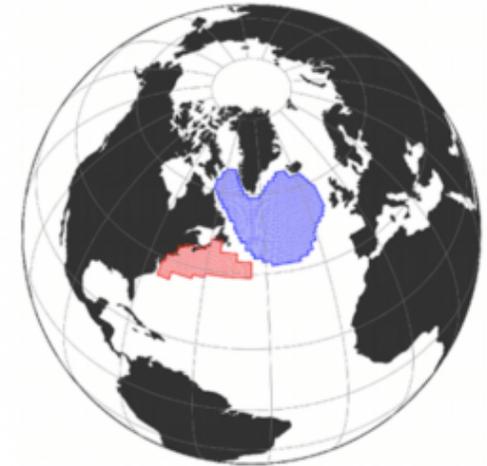
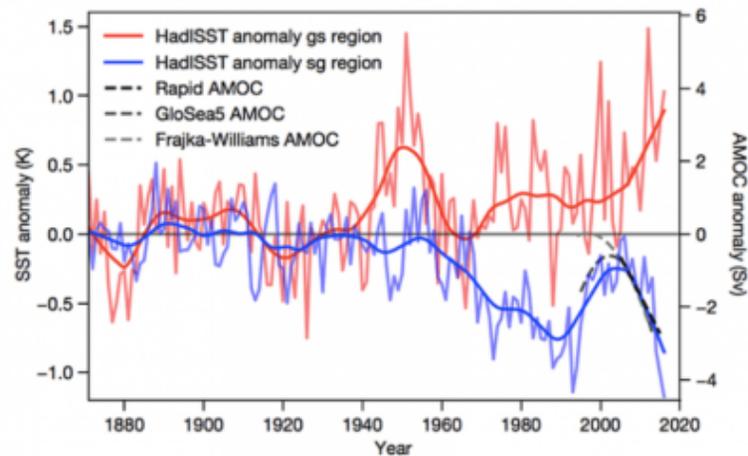


En enero de 2021, la anomalía se intensificó (se incrementó la desviación calculada con respecto al promedio de largo plazo) y se extendió sobre un área más grande.

Además, la anomalía también se observa en la subsuperficie

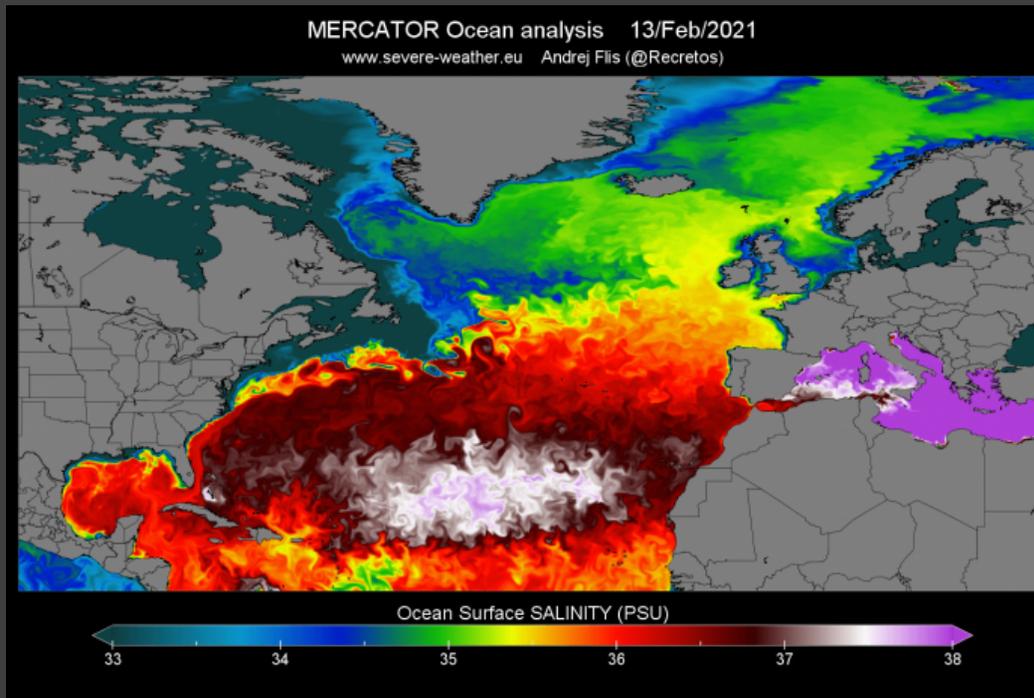
(imágenes que representan la anomalía de temperatura a 100 m ↗ y 500 m → de profundidad)





En el océano Atlántico norte pueden distinguirse dos zonas principales. El área roja, en las proximidades de la costa de los Estados Unidos corresponde al paso de la Corriente del Golfo. El área azul es donde la Corriente del Golfo libera su calor y se hunde en las profundidades. Mientras menor es la diferencia relativa de temperatura entre estas dos áreas, la intensidad del AMOC se mantiene.

El área roja se está calentando \uparrow , mientras que el área azul se está enfriando \downarrow . Como el agua en el Atlántico Norte no se hunde tan rápido, debido a que es menos densa, ralentiza el sistema de transporte oceánico. Debido a que el flujo se está desacelerando, el agua más cálida de la Corriente del Golfo se acumula, como en un atasco de tráfico.



La salinidad de la superficie del océano también ha cambiado. Por encima de valores de 35 ocurre el hundimiento del agua fría del Atlántico Norte.

En el presente, el agua más salada se está hundiendo **más al sur**, debilitando el sistema de la AMOC.

Además, está ingresando agua dulce en el Atlántico Norte debido al derretimiento del hielo en Groenlandia y el Ártico.

La dilución adicional reduce aún más la densidad por lo que la masa de agua no logra hundirse.

La desaceleración en el hundimiento de las aguas superficiales frena la corriente oceánica.

Efectos diferenciales / análisis globales

nature
geoscience

BRIEF COMMUNICATION

<https://doi.org/10.1038/s41561-021-00699-z>

 Check for updates

Current Atlantic Meridional Overturning Circulation weakest in last millennium

L. Caesar^{1,2}✉, G. D. McCarthy¹, D. J. R. Thornalley³, N. Cahill⁴ and S. Rahmstorf^{2,5}

The Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC)—one of Earth's major ocean circulation systems—redistributes heat on our planet and has a major impact on climate. Here, we compare a variety of published proxy records to reconstruct the evolution of the AMOC since about AD 400. A fairly consistent picture of the AMOC emerges: after a long and relatively stable period, there was an initial weakening starting in the nineteenth century, followed by a second, more rapid, decline in the mid-twentieth century, leading to the weakest state of the AMOC occurring in recent decades.

been related to the AMOC^{9,10}. The records going the furthest back in time (AD 400) are taken from marine sediments (sortable-silt data³, proxy records of subsurface ocean temperatures³, $\delta^{18}\text{O}$ in benthic foraminifera⁷, $\delta^{15}\text{N}$ of deep-sea gorgonian corals⁶, relative abundance of certain planktic foraminifera (*Turborotalita quinqueloba*)¹⁰). The temperature-based AMOC index⁵, however, is based on a Northern Hemisphere land-and-ocean temperature reconstruction that uses a range of terrestrial proxies, including, for example, tree rings and ice-core data¹¹. Data taken from Greenland ice cores (the methanesulfonic acid concentration) furthermore provide an

Hay evidencias oceanográficas de que los cambios climáticos globales afectan la circulación oceánica: mientras que la **corriente de Kuoshio**, que corre por Asia oriental parece estable, la de **Agulhas**, que fluye a lo largo de la costa oriental de África, se ha ensanchado y se ha fracturado en remolinos serpenteantes.

AMOC se está debilitando por la reducción en el hundimiento de aguas densas en el Atlántico Norte (Caesar et al. 2021)

Las corrientes en el océano Pacífico han experimentado una fuerte aceleración.

Esfuerzos de síntesis / *reanálisis* del océano

Los registros históricos del clima oceánico son necesarios como referencia para monitorear el estado actual del clima y para validar los pronósticos a largo plazo (por ejemplo, estacionales a decenales).

Las observaciones por sí solas son, a menudo, inadecuadas | insuficientes para estimar cambios a largo plazo de las variables oceánicas.

Las simulaciones obtenidas de modelos de circulación oceánica pueden proporcionar información sobre la variabilidad oceánica, pero se ven afectadas por sesgos debidos a errores en la formulación del modelo, la especificación de los estados iniciales y el forzamiento.

Los ***reanálisis oceánicos*** implican la combinación de modelos oceánicos, incorporan los forzamientos de los flujos atmosféricos y las observaciones oceánicas a través de métodos de síntesis de datos. Tienen el potencial de proporcionar información más precisa que las estimaciones oceánicas basadas solo en observaciones o solo en modelos.

<https://www.clivar.org/clivar-panels/gsop/ocean-synthesisreanalysis-efforts>

Shijian Hu et al. (2020) señalan que los vientos oceánicos, que impulsan la mayoría de las corrientes, han aumentado constantemente en las últimas 3 décadas.

Shijian Hu et al. *Sci Adv* 2020; 6: eaax7727

