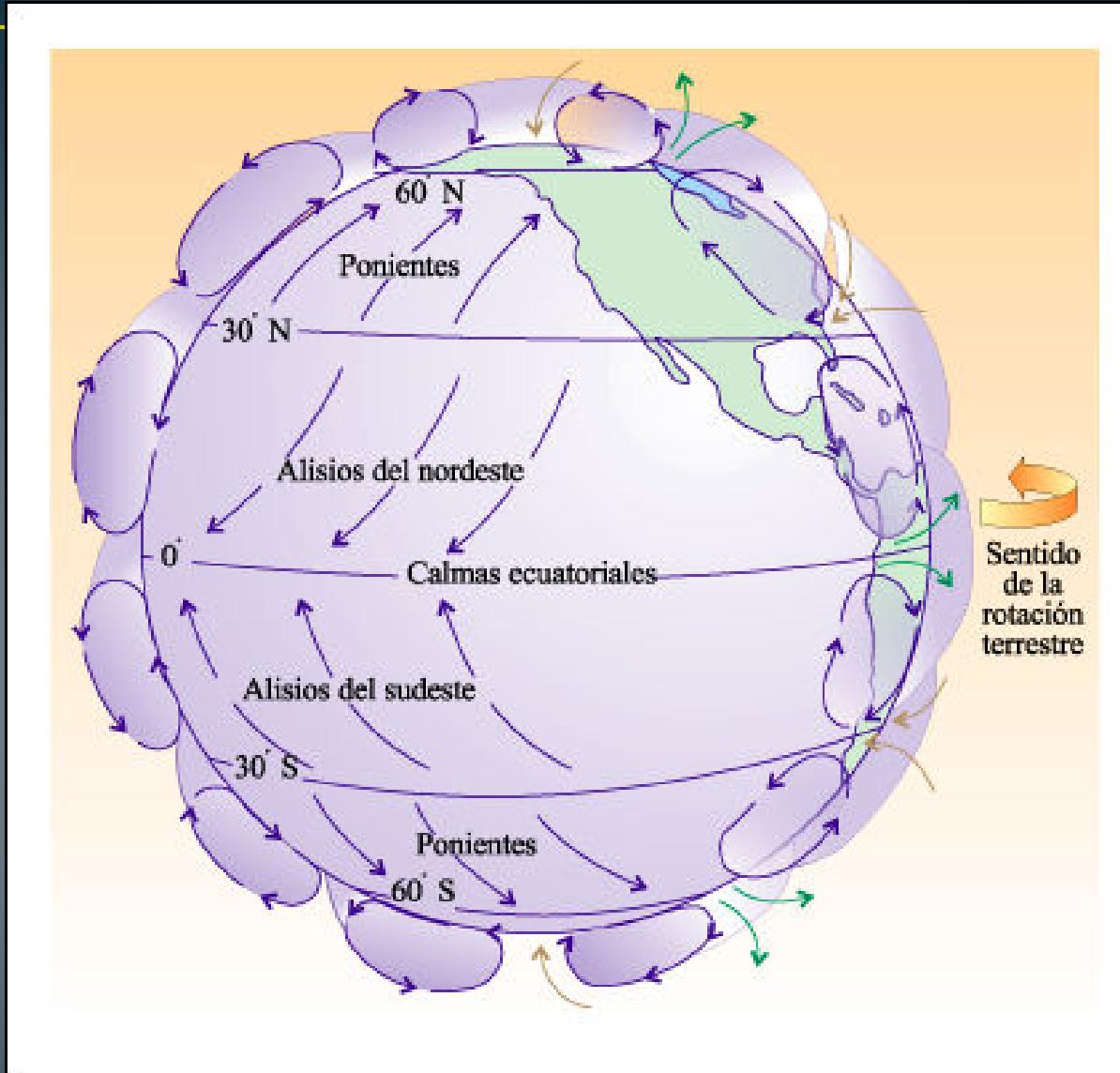


Masas de agua

- Fitoplancton
 - Zooplancton
- Agua rica en nutrientes
 Agua pobre en nutrientes
— Punto de compensación de oxígeno



Las masas de agua se identifican por su temperatura y salinidad.



Las masas de agua son influenciadas por las características climáticas como los movimientos en la atmósfera

➤ Físicamente T y S son propiedades independientes.



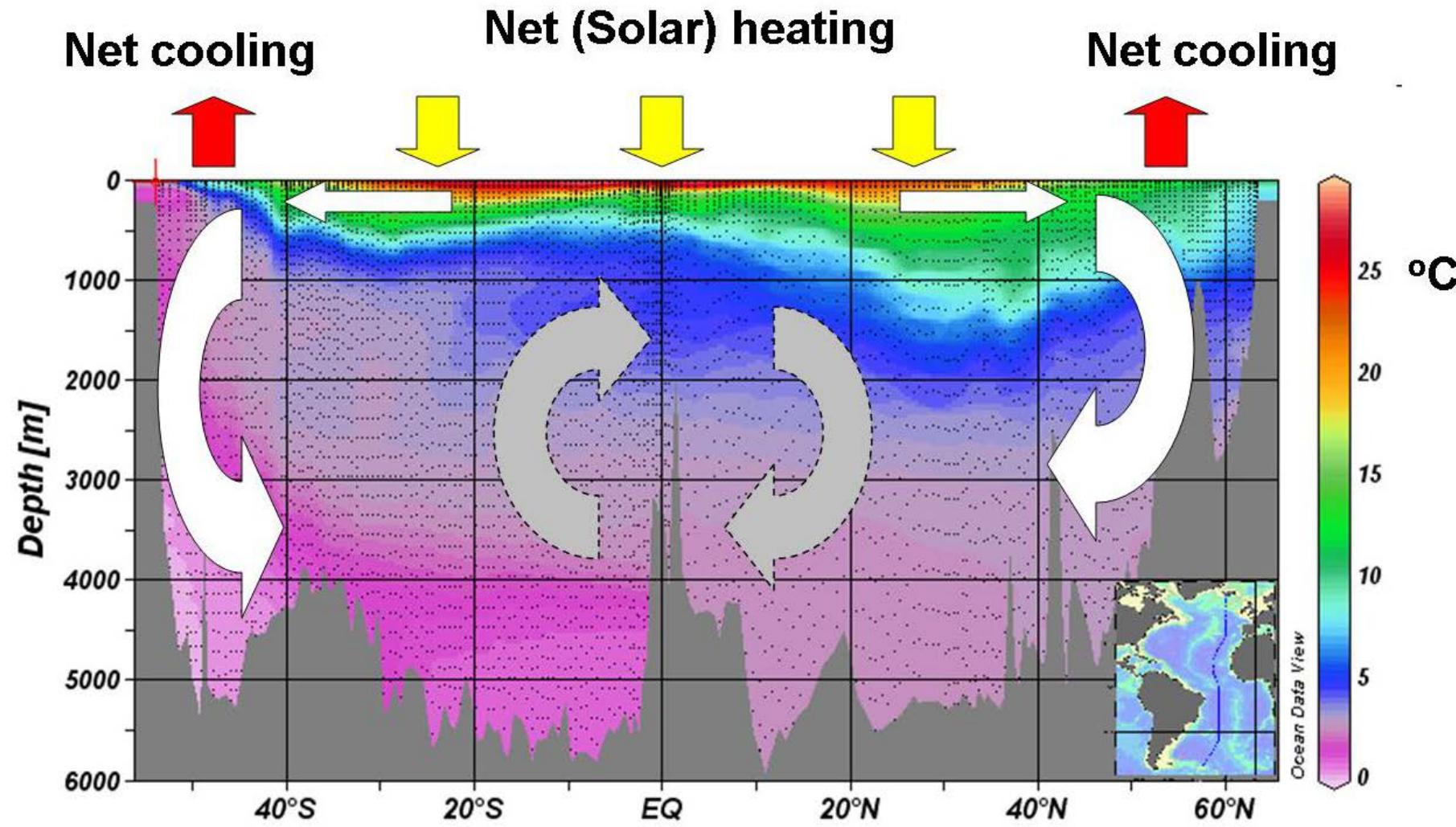
Parece en principio factible encontrarse cualquier combinación de T y S en los océanos del mundo.

➤ Sin embargo el número de posibles combinaciones está limitado.

- Las valores de T y S posibles vienen fijados por el clima en lugares muy concretos de la superficie.
- Estos valores de T y S determinan cual es la densidad del agua de mar.
- Algunas de estas aguas se hunden y mantienen la T y S que adquirieron en la superficie.
- Esta T y S sólo puede cambiar a través de la mezcla con otras aguas con T y S distintas.



La temperatura del agua de mar no se distribuye homogéneamente ni vertical ni horizontalmente



➤ Propiedades conservativas de los océanos.

- Son aquellas propiedades cuyos valores pueden ser alterados a través de procesos que ocurren en los límites de los océanos, pero que dentro de los océanos solo pueden ser modificadas por procesos de mezcla.
- Ejemplos: T, S,...

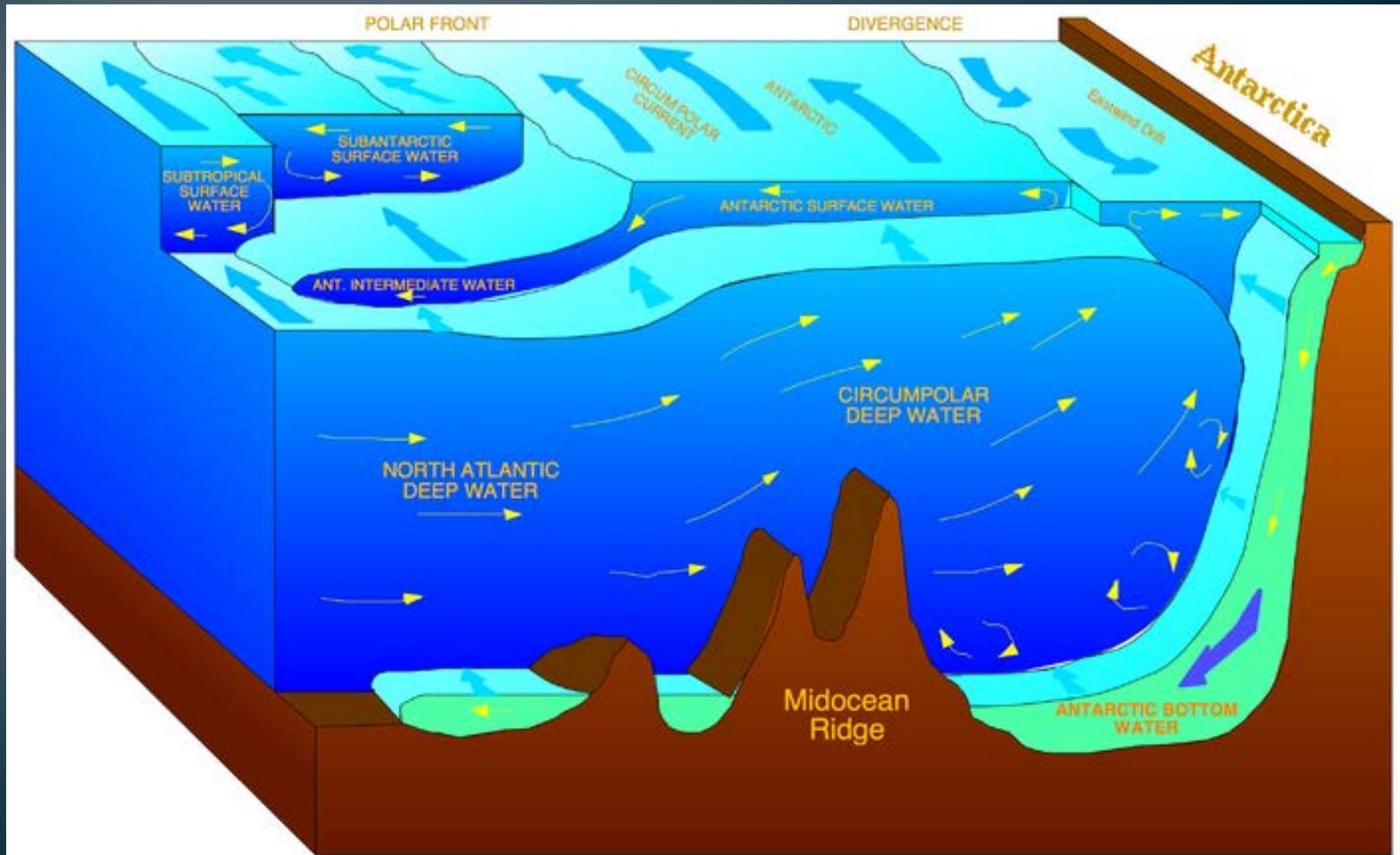
➤ Propiedades no conservativas de los océanos.

- Estas propiedades están sujetas además a cambios dentro de los océanos mediante procesos físicos (otros que la mezcla), químicos y biológicos.
- Ejemplos: Oxígeno disuelto, nutrientes,...

➤ Importancia de las propiedades conservativas T y S.

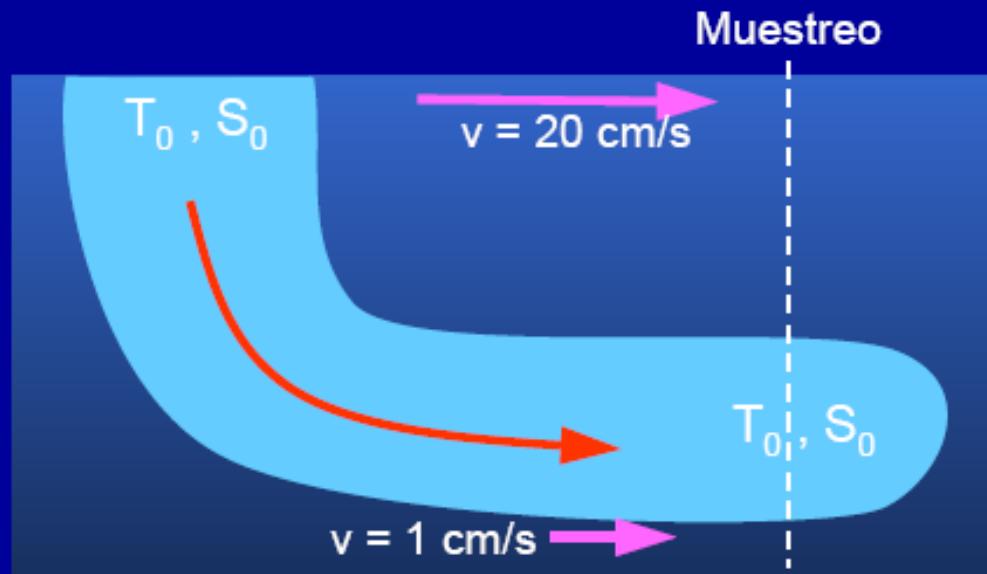
- Pueden ser utilizadas para identificar un cuerpo de agua y establecer su origen o su mezcla con otros cuerpos de agua.
- T y S son propiedades del agua de mar que se pueden medir fácilmente.

De esta forma aguas con diferentes características de temperatura y salinidad, se distribuyen diferencialmente por su densidad



➤ Masas de agua.

- Cuerpo o volumen de agua distingible por sus propiedades físicas y biológicas.
- Las propiedades empleadas para diferenciarlos son T y S principalmente.
- Se forman en áreas oceánicas específicas.
- En muchos casos toman sus valores de T y S cuando están en la superficie bajo influencia del clima local.
- Despues se hunden y se desplazan lentamente conservando su T y S.



- El análisis de las masas de agua permite conocer la circulación en la parte inferior de los océanos.
- Agua tipo. Masa de agua completamente homogénea en sus propiedades (definición ideal).

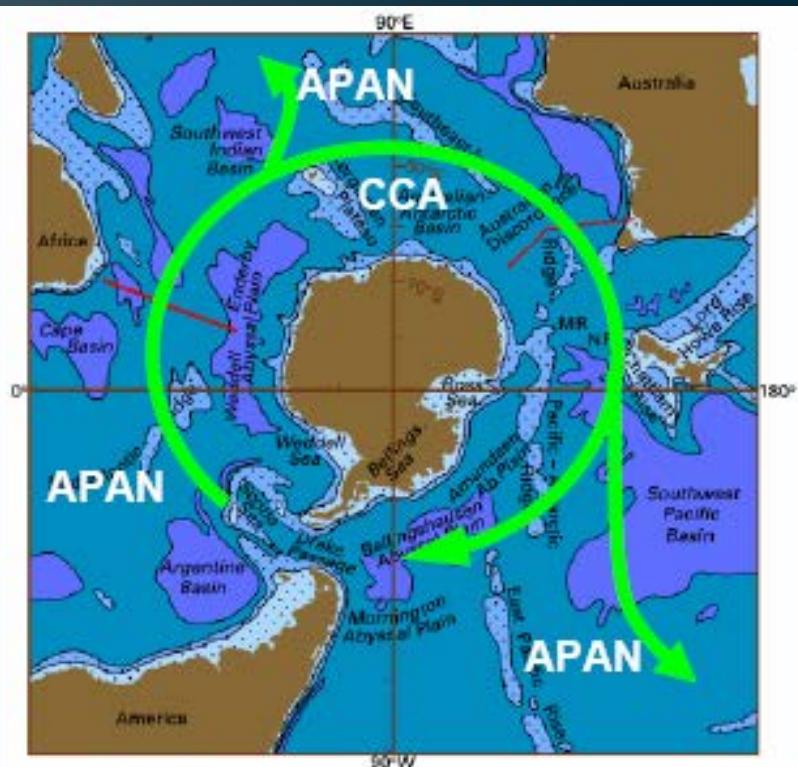
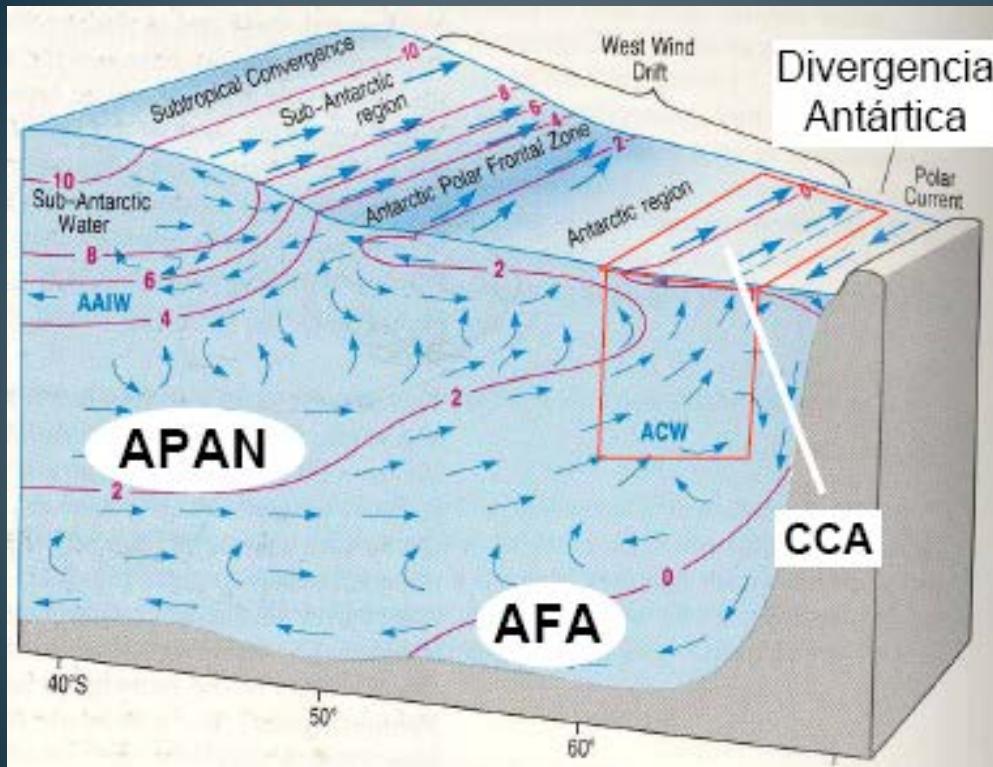
➤ Procesos de formación de las masas de agua.

- Los procesos involucrados en la formación de las masas de agua son:
 - Convección profunda.
 - Subducción.
 - Mezcla.

➤ Convección.

- Sigue en lugares con poca estratificación (regiones polares y subpolares).
- Ocurre cuando el agua superficial se hace más densa que aquella situada en la parte inferior y se hunde.
- El aumento de la densidad puede producirse por:
 - Enfriamiento.
 - Aumento de la salinidad
 - Evaporación.
 - Congelación.
 - Ambos procesos (térmico y halino) actuando conjuntamente.

Algunas de las masas de agua reconocidas



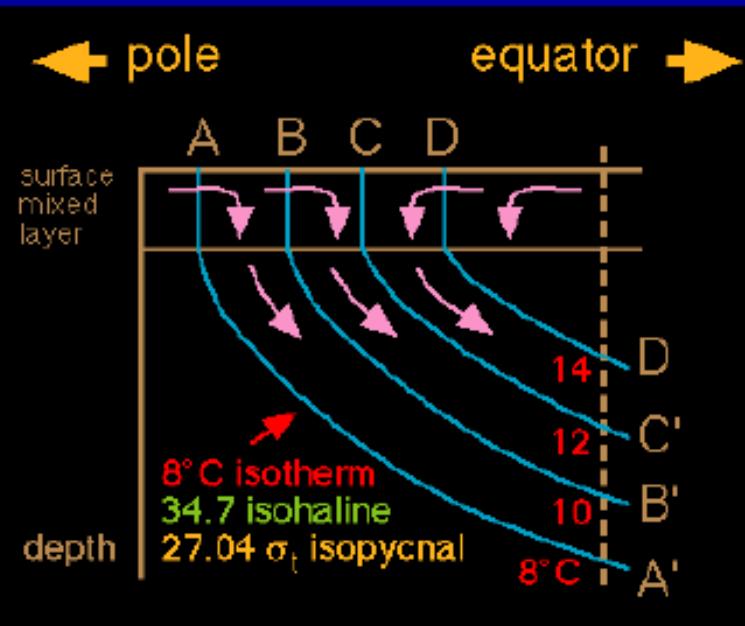
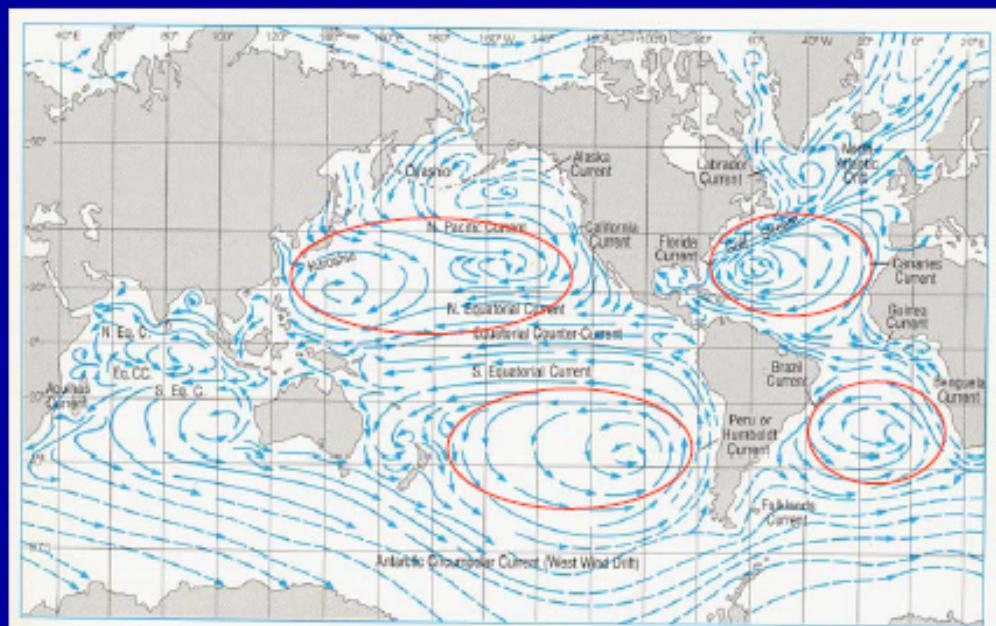
CCA = Circumpolar Antártica

AFA =

APAN = Aguas profundas del Atlántico Norte

➤ Subducción.

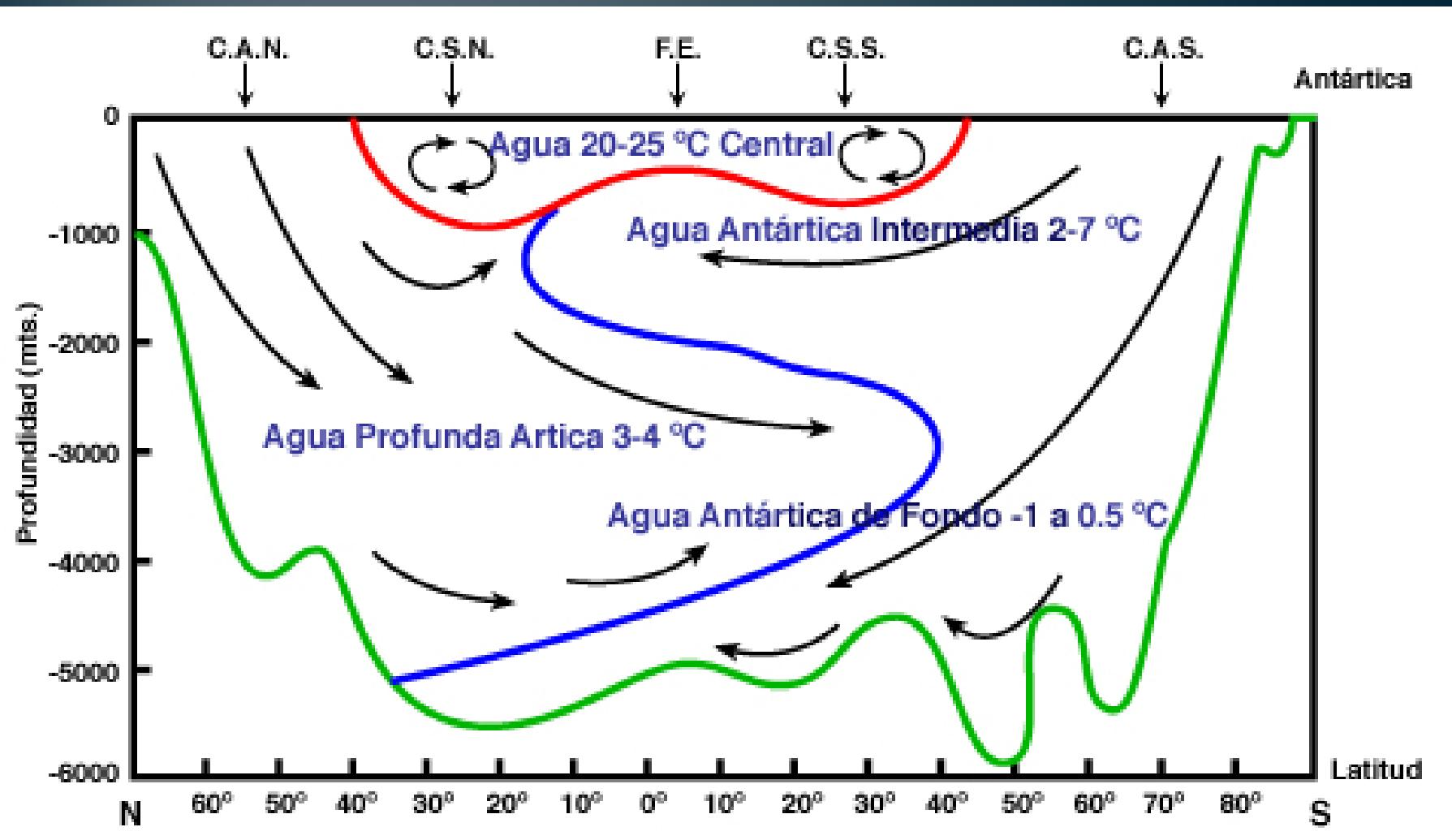
- Sucede principalmente en regiones subtropicales.
- Se produce por convergencia y lento hundimiento de las aguas oceánicas.
- Se bombea el agua de la parte inferior de la capa de mezcla a mayores profundidades a lo largo de superficies de densidad constante.



➤ Mezcla.

- Pueden formarse por mezcla de dos o más masas de agua.

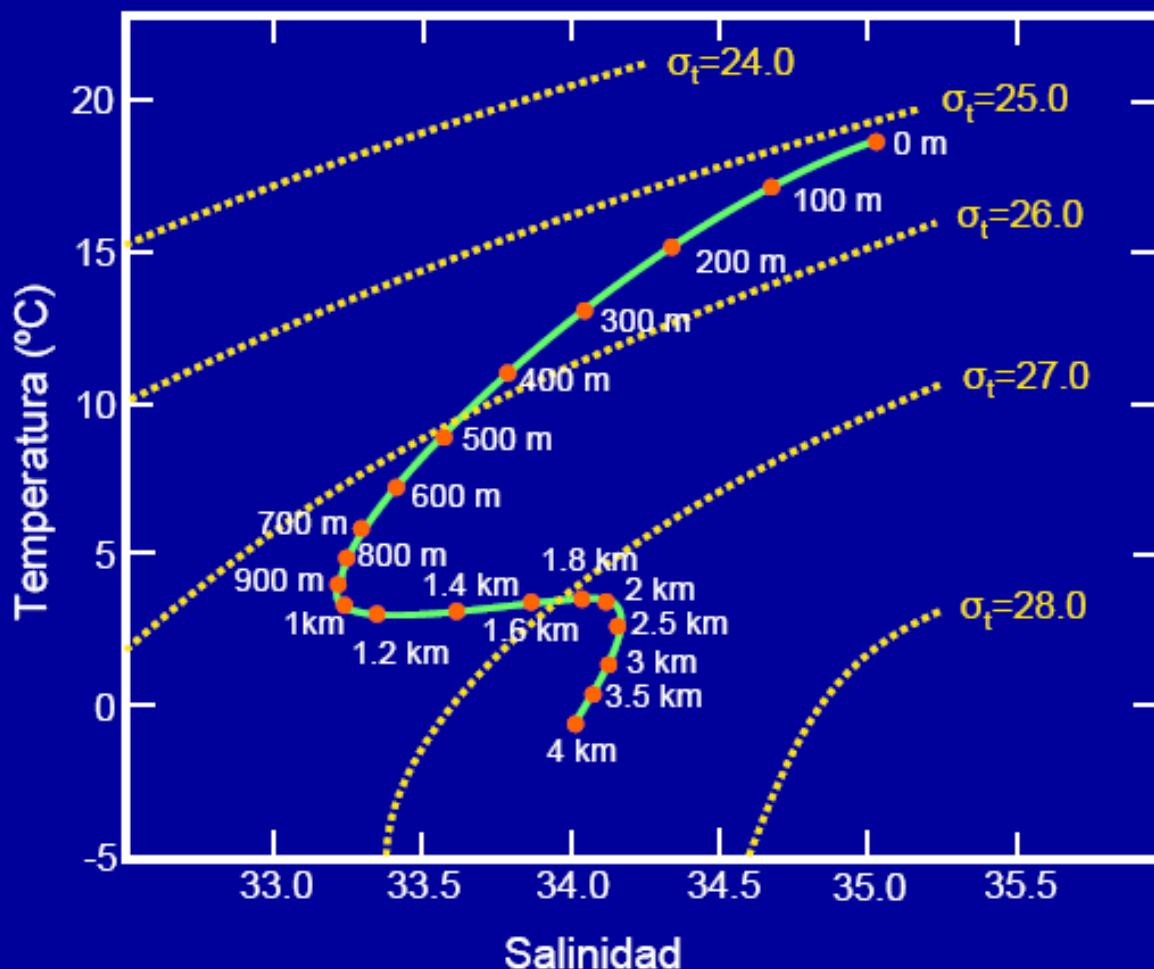
Distribución de masas de agua a lo largo del Atlántico



MASAS DE AGUA Y SUS CARACTERISTICAS DE TEMPERATURA Y SALINIDAD

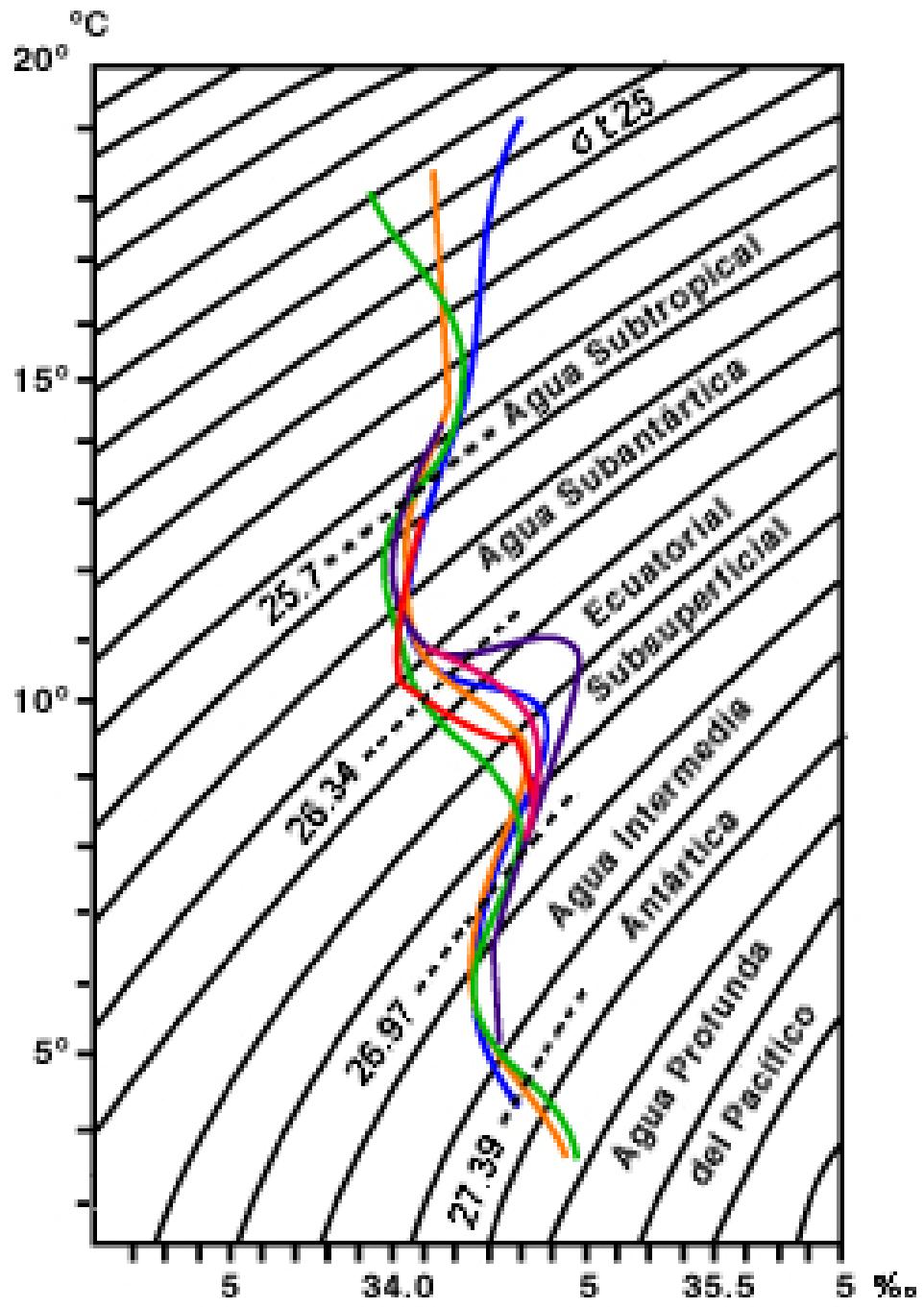
MASAS DE AGUA	SALINIDAD 0/00	TEMPERATURA °C
Agua antártica	33.80 - 34.76	2.0 - 6.1
Agua subantártica	33.70 - 34.80	5.0 - 10.0
Agua atlántica sur	34.57 - 35.70	7.5 - 18.0
Agua atlántica norte	35.03 - 36.20	7.5 - 18.0
Agua mediterránea	35.00 - 36.50	4.0 - 12.0
Agua índica	34.50 - 35.71	7.7 - 16.0
Agua pacífica sur	34.47 - 35.64	6.2 - 17.0
Agua pacífica norte	34.02 - 34.74	9.0 - 17.05

➤ Diagrama T-S: Gráfica donde se representa T frente a S (Helland-Hansen, 1916).

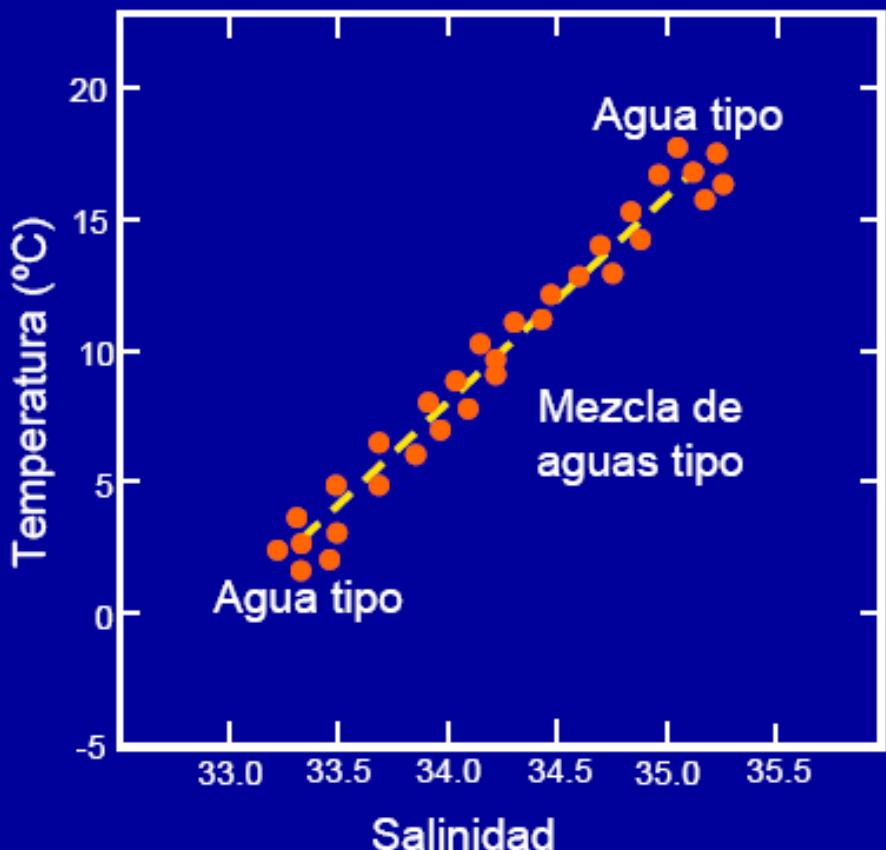


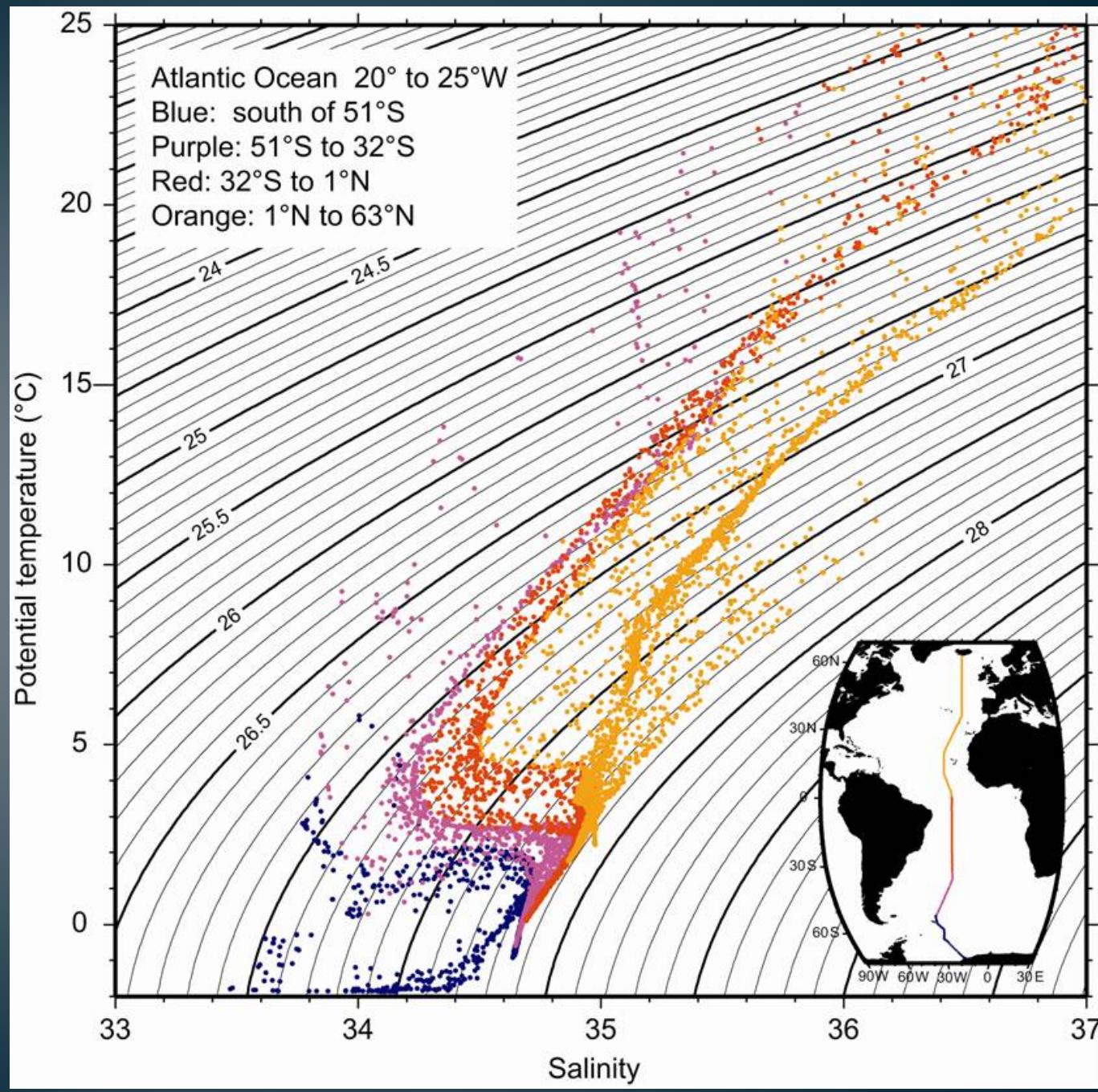
➤ Realización

- Se representan con puntos las combinaciones de T y S obtenidas para cada profundidad.
- Los puntos son unidos en orden creciente de profundidad mediante una curva suave (Curva T-S).
- Es mejor usar la temperatura potencial (θ) en los diagramas. Es propiedad conservativa.
- Se suelen representar algunas curvas de densidad constante. Permite estudiar la densidad y estabilidad de las masas de agua.
- Es mejor usar como densidad σ_θ aunque también se emplea σ_t .

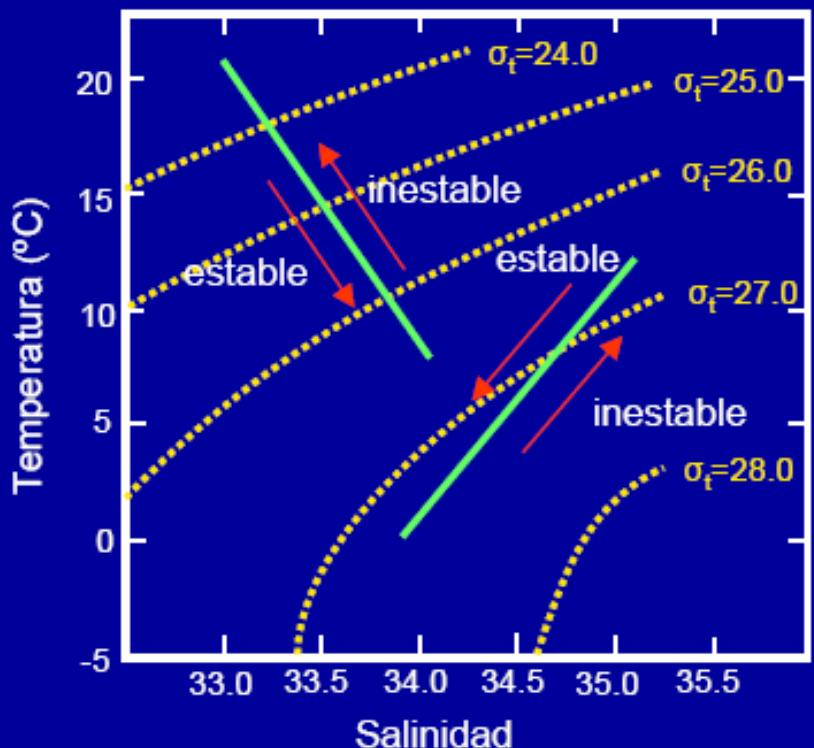


- **Agua tipo.**
 - Masa de agua de T y S homogéneas.
 - Es un punto en el diagrama T-S.
- **Mezcla de dos aguas tipo.**
 - La línea que une a dos aguas tipo resulta de la mezcla de estas.
- Estas definiciones son ideales y en realidad hay una dispersión alrededor de estos puntos y curvas.





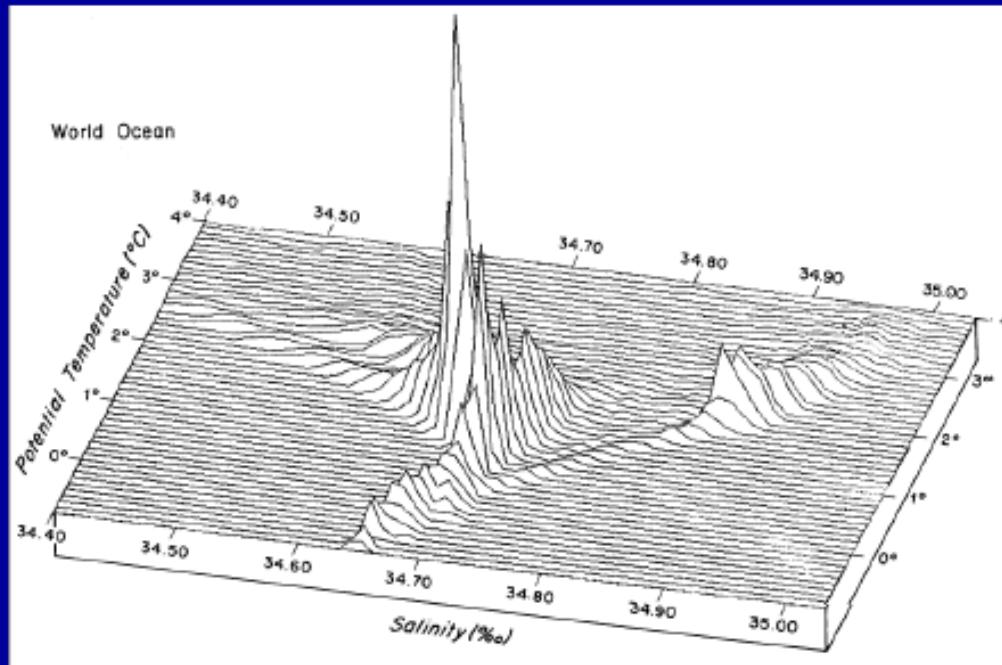
- La **estabilidad** de la columna de agua viene marcada por los cambios de la densidad con la profundidad.
 - Si la **densidad aumenta con la profundidad**, la columna de agua es **estable** ($d\sigma_0/dz>0$)
 - Si **disminuye con la profundidad**, la columna de agua es **inestable** ($d\sigma_0/dz<0$)
 - Si la **densidad no cambia con la profundidad**, la estabilidad es **neutra** ($d\sigma_0/dz=0$)



- El **diagrama T-S** permite analizar la estabilidad de las masas de agua.
 - Si la **curva T-S corta las isopicnas** formando grandes ángulos el agua puede ser **altamente estable** o **inestable**.
 - Si la **curva T-S corta las isopicnas** formando ángulos pequeños, el agua puede ser **ligeiramente estable** o **inestable**.
 - Si la **curva T-S es paralela a las isopicnas** la **estabilidad del agua es neutra**.

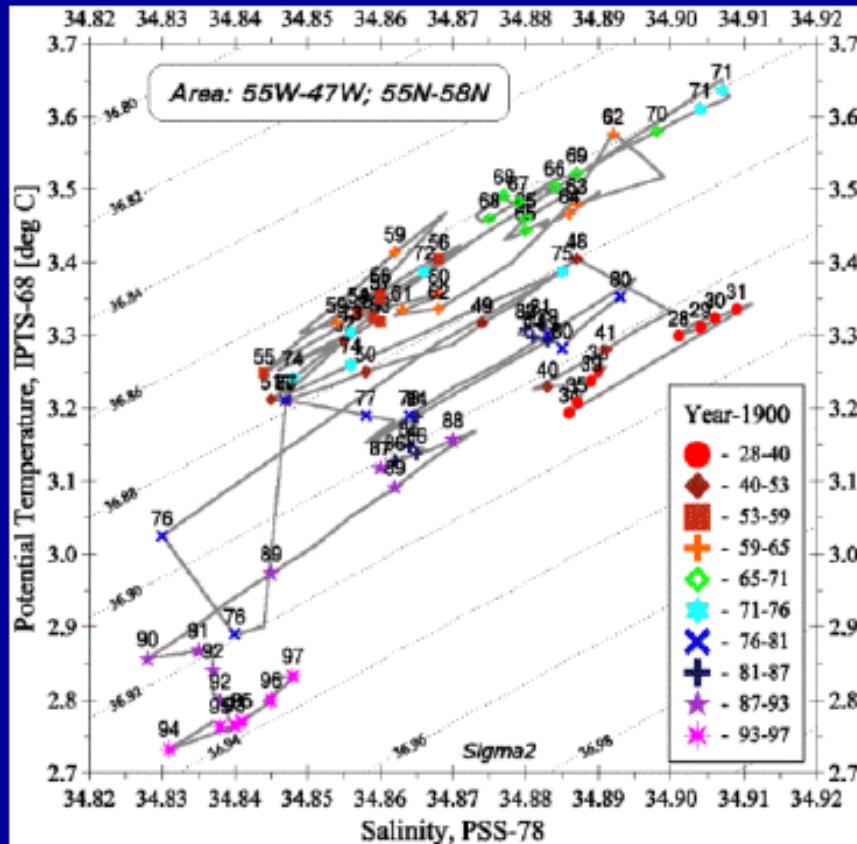
➤ Diagrama T-S-V.

- Es una extensión del concepto de diagrama T-S que refleja la distribución de la temperatura y salinidad de los océanos en proporción a su volumen.
- Para ello es necesario usar un gráfico tridimensional, en el que cada pico indica el volumen de agua con unas propiedades de T y S características.



➤ Diagrama T-S-t.

- Es una extensión del concepto de diagrama T-S que incluye información de la evolución temporal de las propiedades de las aguas oceánicas en áreas específicas.
- Para ello se traza en un diagrama T-S estándar, la temperatura y salinidad de un área dada a intervalos de tiempo regulares.



Las Masas de Agua se dividen en superficiales, intermedias y profundas.

Aguas superficiales

- Calientes y saladas
- Baja densidad - dependencia de ρ en T, S.
- Consumo de nutrientes – productividad biótica
- Abundancia de Oxígeno - mezcla.

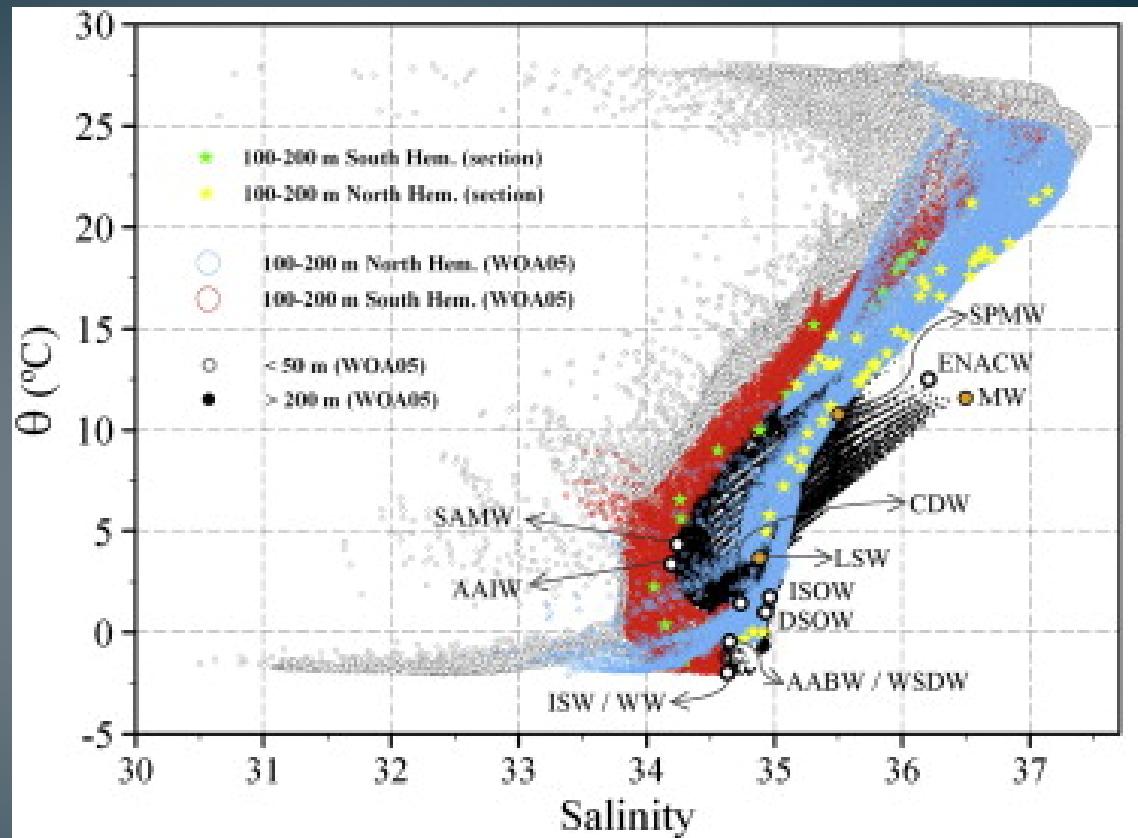
Agua Intermedia

- Gran variabilidad T & S
- La combinación da valores relativamente alto de ρ , típicamente 1027 to 1027.6 kg/m³.

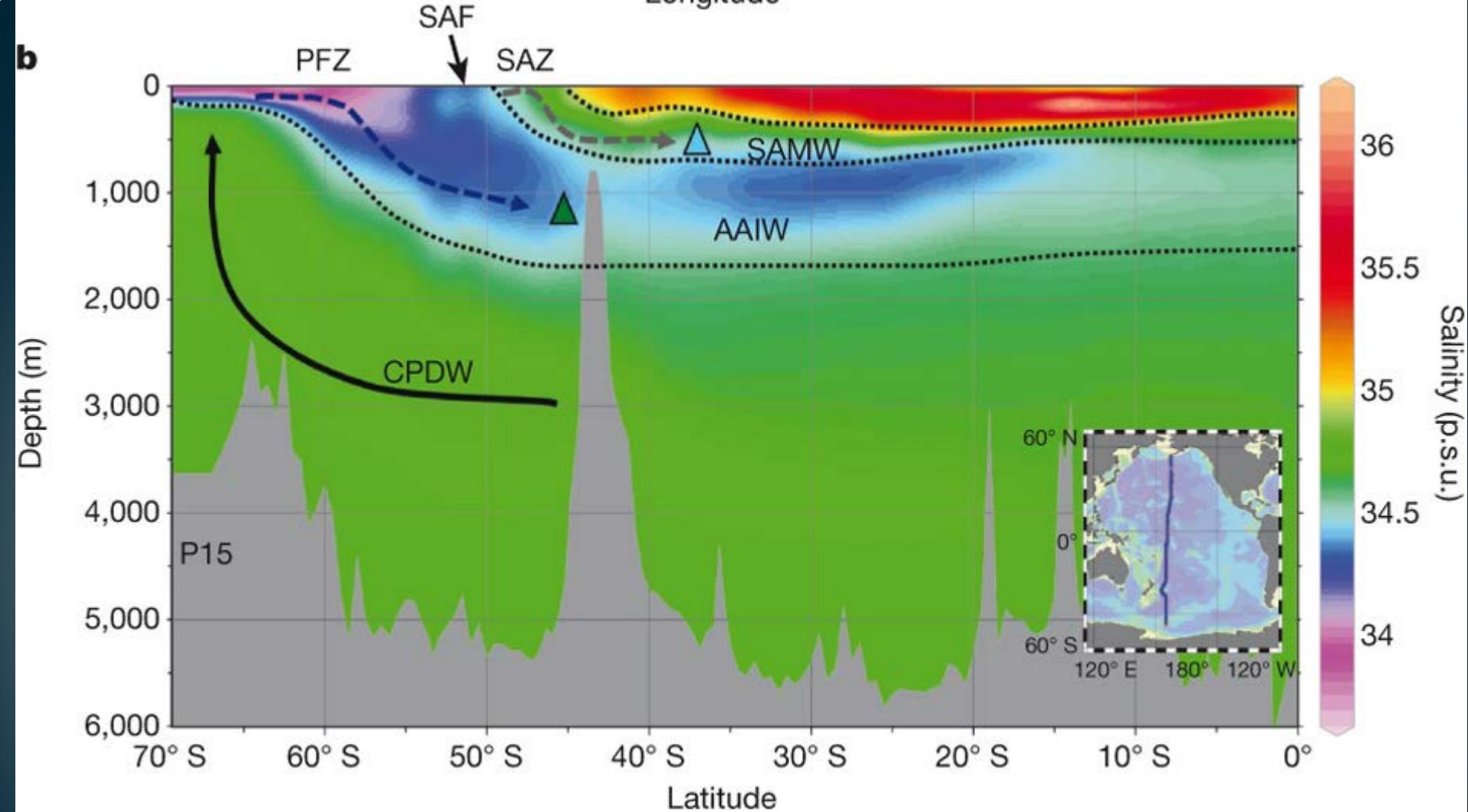
Agua profunda

- T = -1 to 3°C
- S = 34.5 to 35.0
- ρ = 1027.7 to 1028.0 kg/m³
- Rica en nutrientes
- Concentraciones bajas de oxígeno

Principales Masas de agua

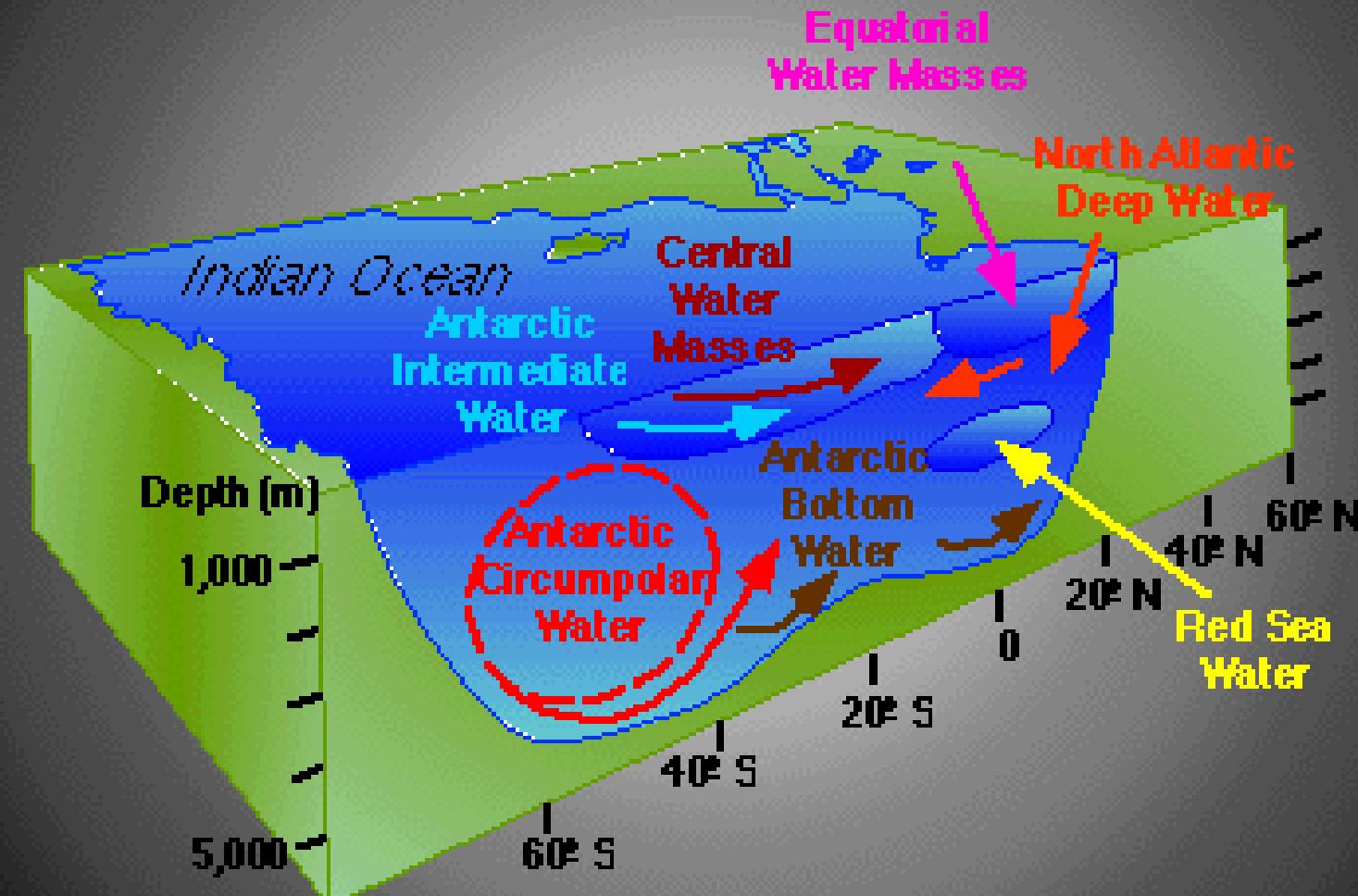


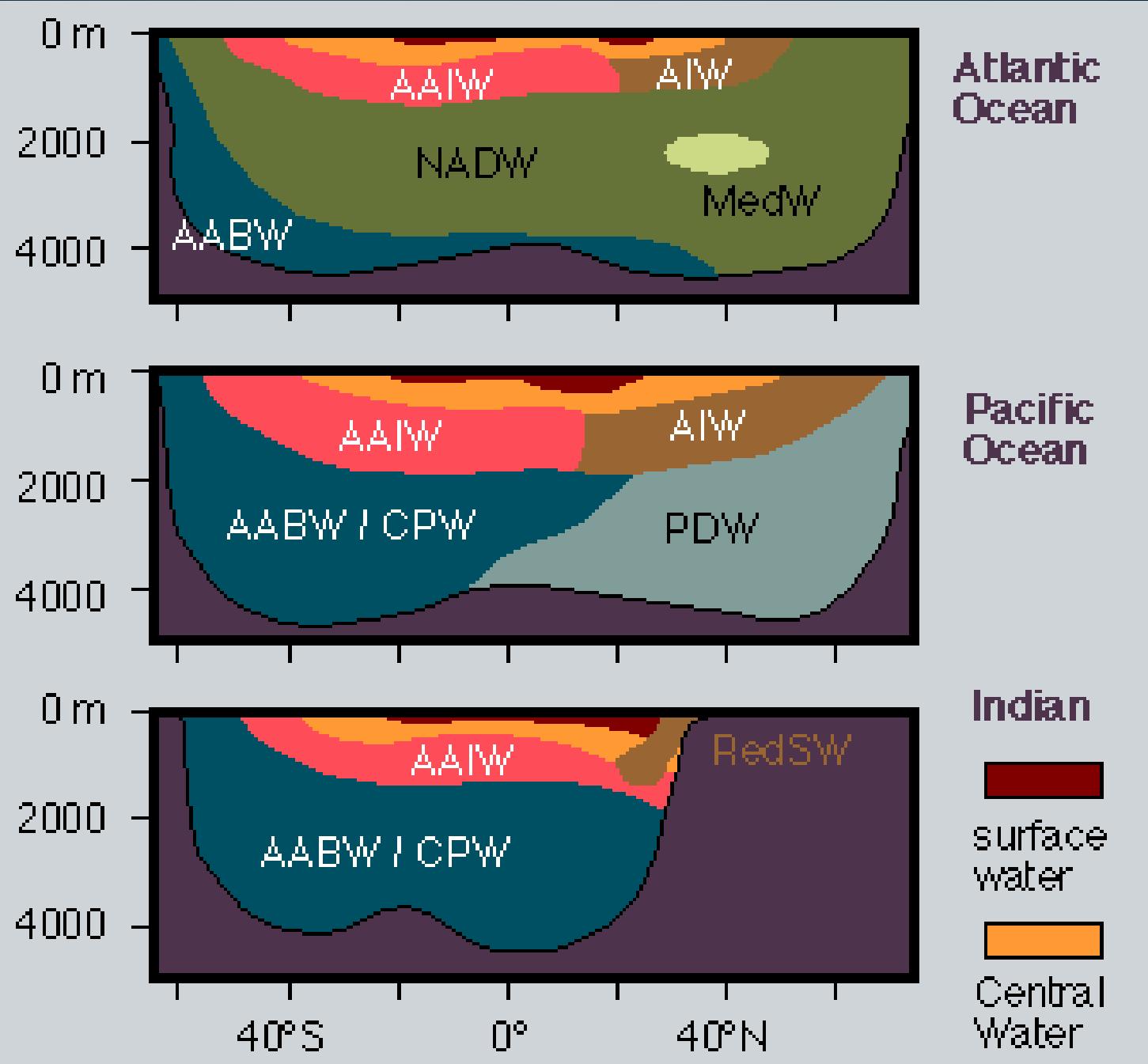
- AABW = Antarctic Bottom Water; WSDW = Weddell Sea Deep Water; CDW = Circumpolar Deep Water; AAIW = Antarctic Intermediate Water; SAMW = Subantarctic Mode Water; ISW = Ice Shelf Water; WW = Winter Water; ISOW = Iceland–Scotland Overflow Water; DSOW = Denmark Strait Overflow Water; MW = Mediterranean Water; SPMW = Subpolar Mode Water; LSW = Labrador Sea Water; MOW = Mediterranean Overflow Water; ENACW = Eastern North Atlantic Central Water.

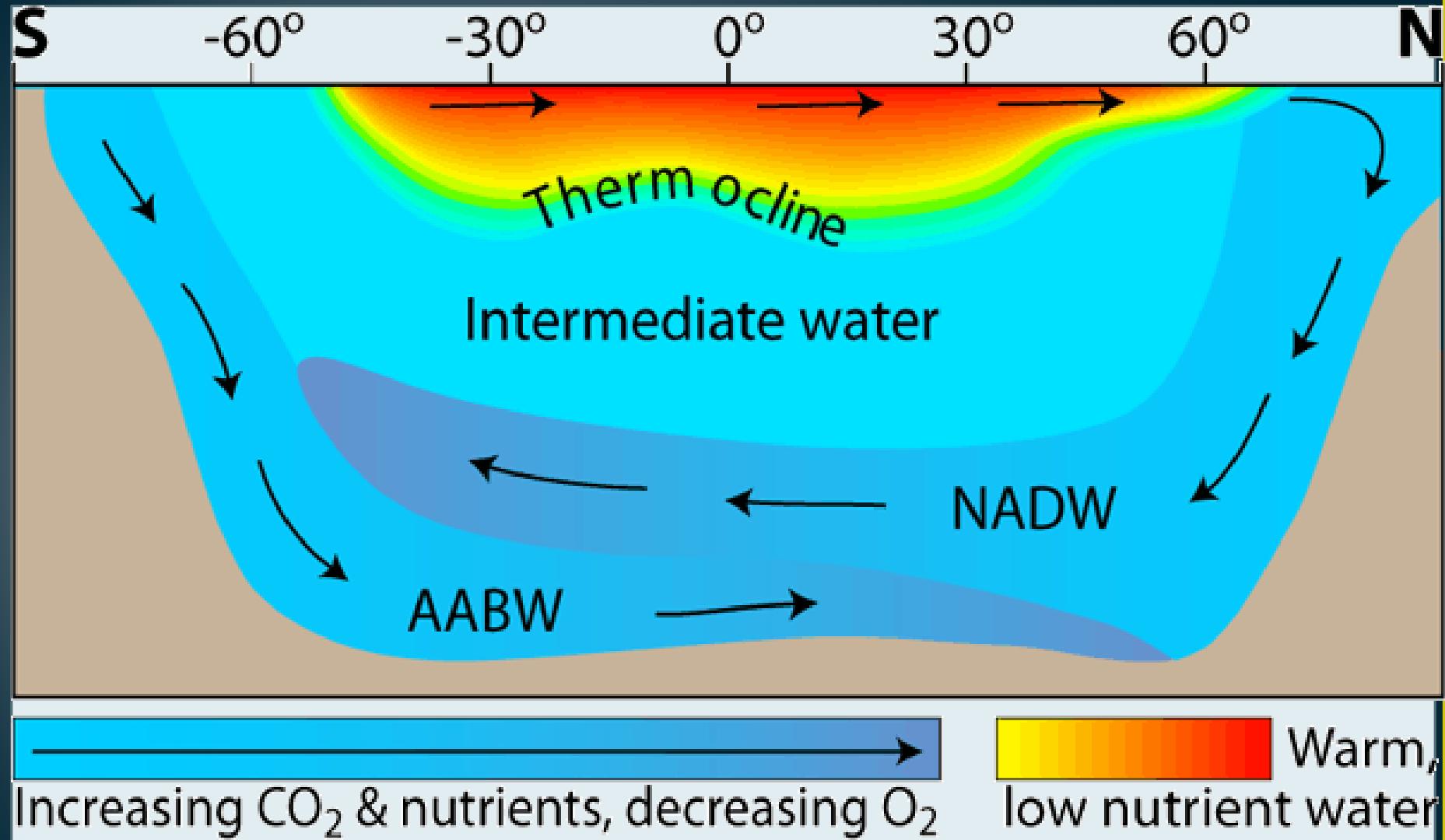
b

sub-Antarctic front (SAF), sub-Antarctic zone (SAZ), sub-Antarctic meddle water (SAMW), circumpolar deep water (CPDW), Antarctic intermediate water (AAIW), North Atlantic Deep Water (NADW) .

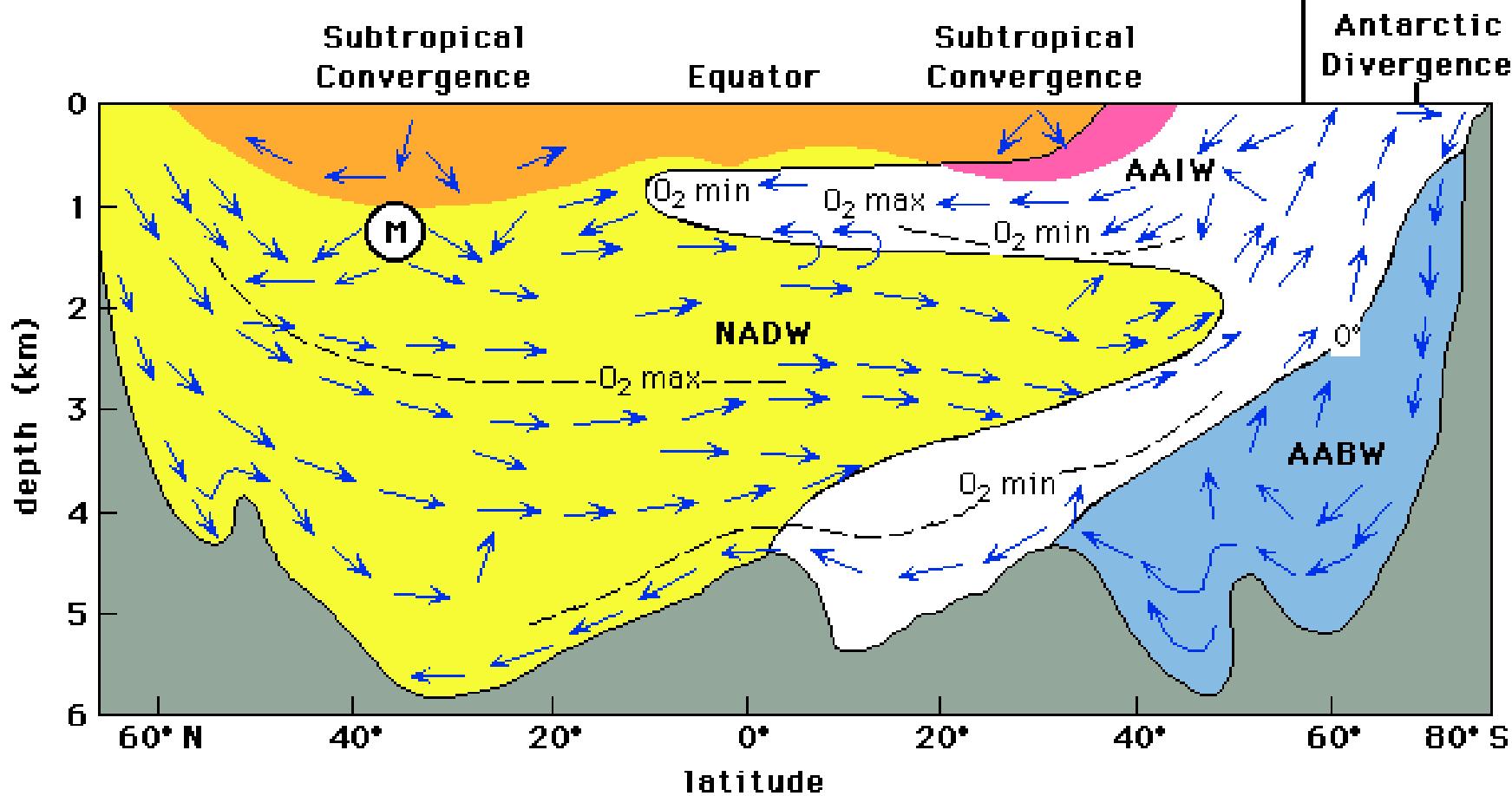
Indian Ocean Water Masses







Meridional cross-section of the Atlantic



NADW = North Atlantic Deep Water

AAIW = Antarctic Intermediate Water

AABW = Antarctic Bottom Water

M = Inflow of water from the Mediterranean

salinity > 34.8

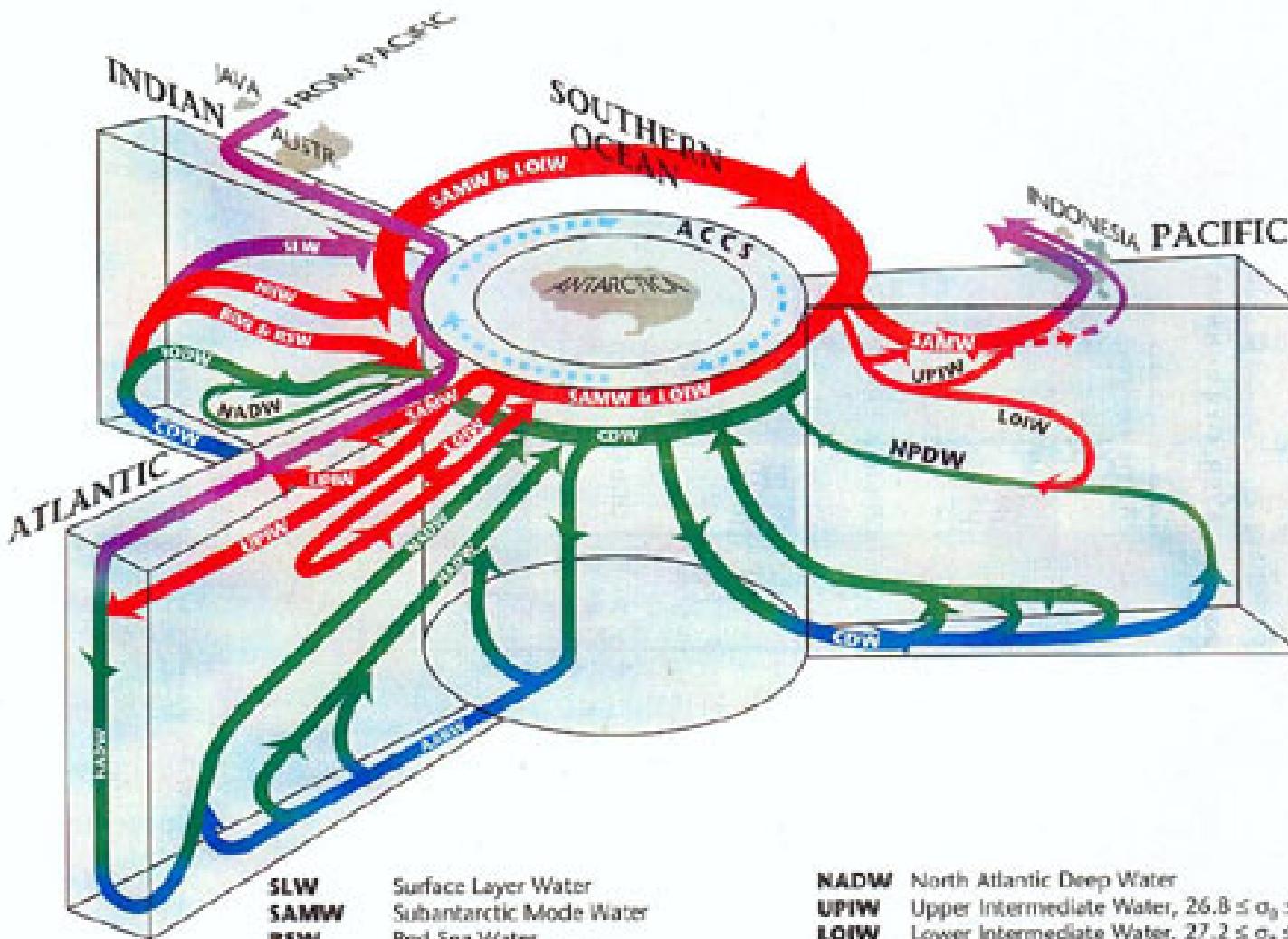
water warmer than 10°C

water cooler than 0°C

direction of water flow

Adapted from Open University (1989) *Ocean Circulation*, Pergamon Press.

Circulación Termo-halina Global



SLW Surface Layer Water
SAMW Subantarctic Mode Water
RSW Red Sea Water
AABW Antarctic Bottom Water
NPDW North Pacific Deep Water
ACCS Antarctic Circumpolar Current System
CDW Circumpolar Deep Water

NADW North Atlantic Deep Water
UIIW Upper Intermediate Water, $26.8 \leq \sigma_0 \leq 27.2$
LIIW Lower Intermediate Water, $27.2 \leq \sigma_0 \leq 27.5$
IODW Indian Ocean Deep Water
BIW Banda Intermediate Water
NIIW Northwest Indian Intermediate Water