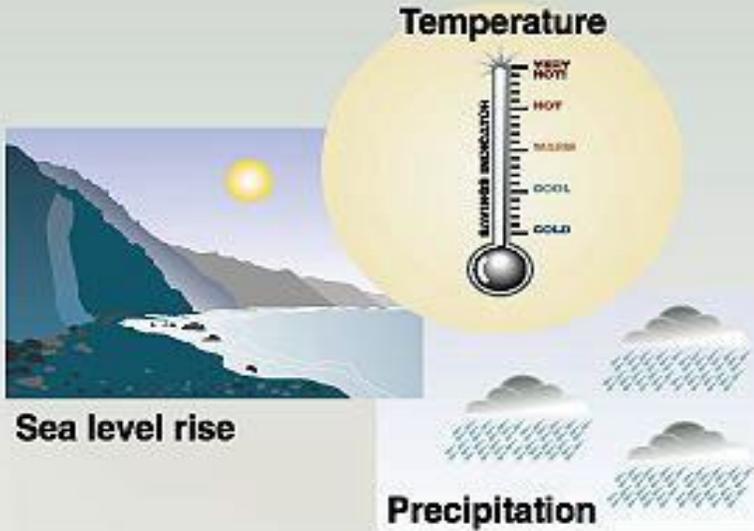


Mare di ROSS febbraio 2014

I POLI ED IL GHIACCIO



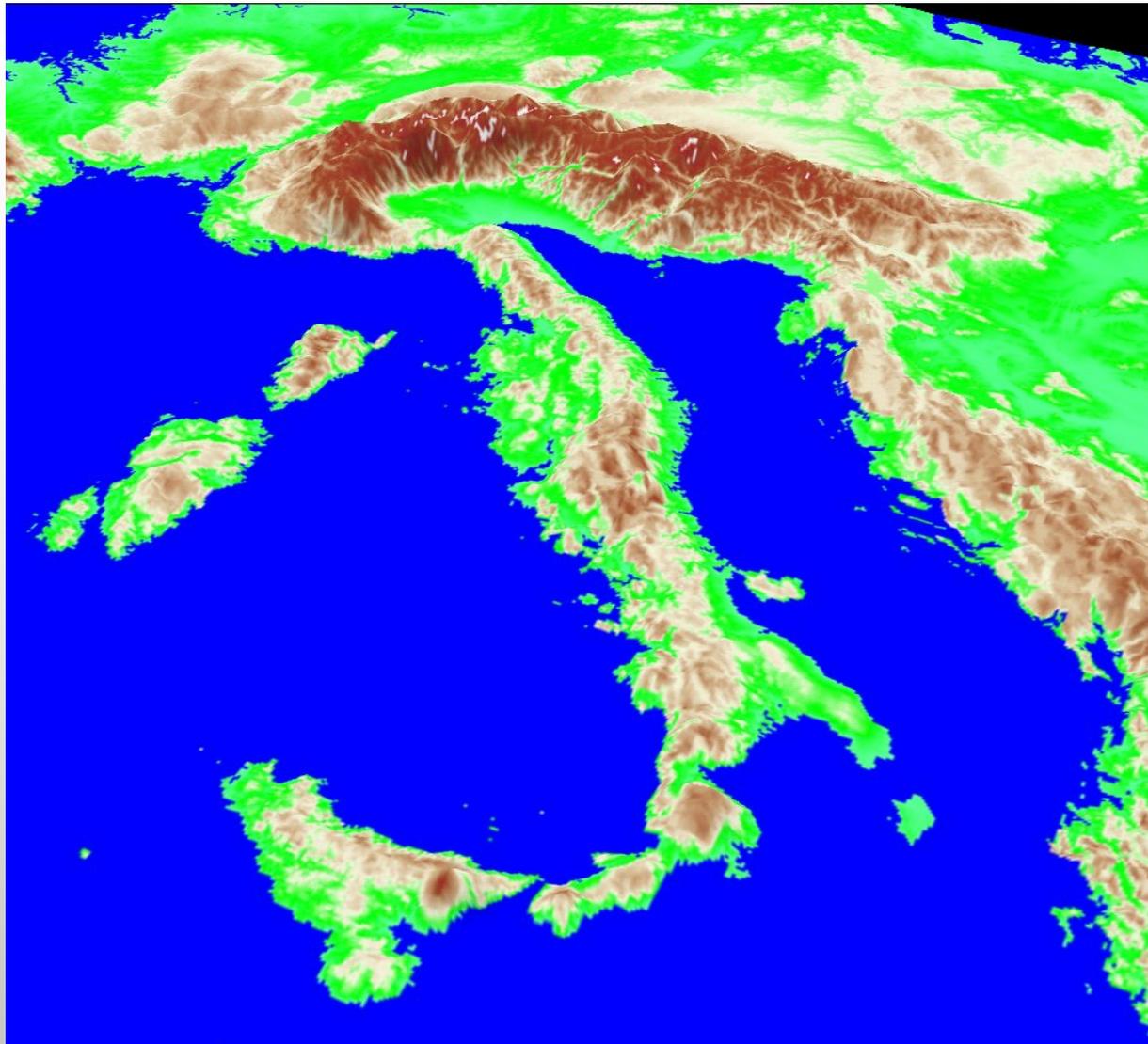
Potential climate changes impact



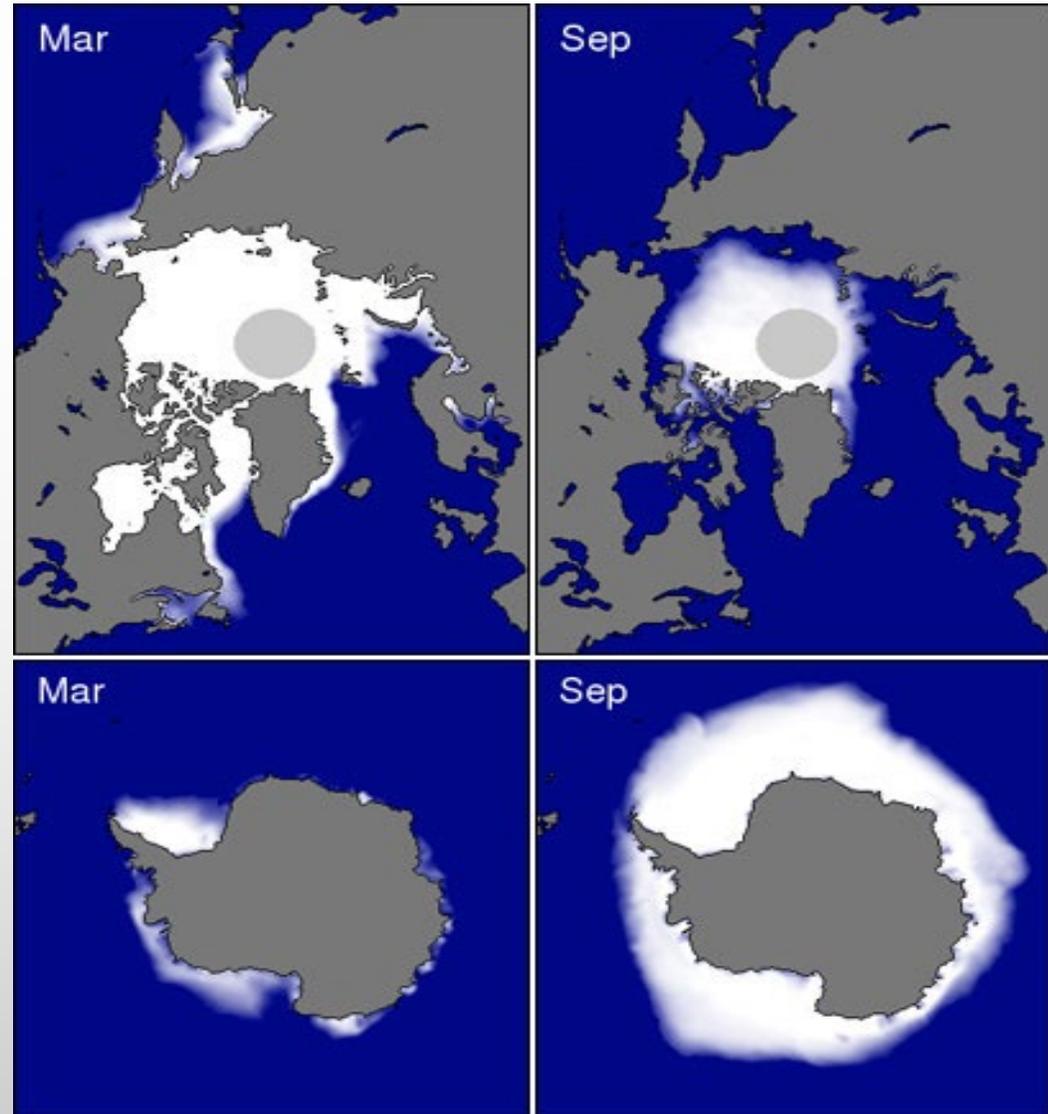
- **Le calotte Antartiche trattengono l'80% di acqua dolce dell'intero Pianeta.**
- **Se si sciogliessero tutti i ghiacciai e le banchise della Groenlandia e dell'Antartide il livello del mare potrebbe innalzarsi di 7 m nel primo caso e di 61 m nel secondo caso.**

Le calotte polari e il livello del mare

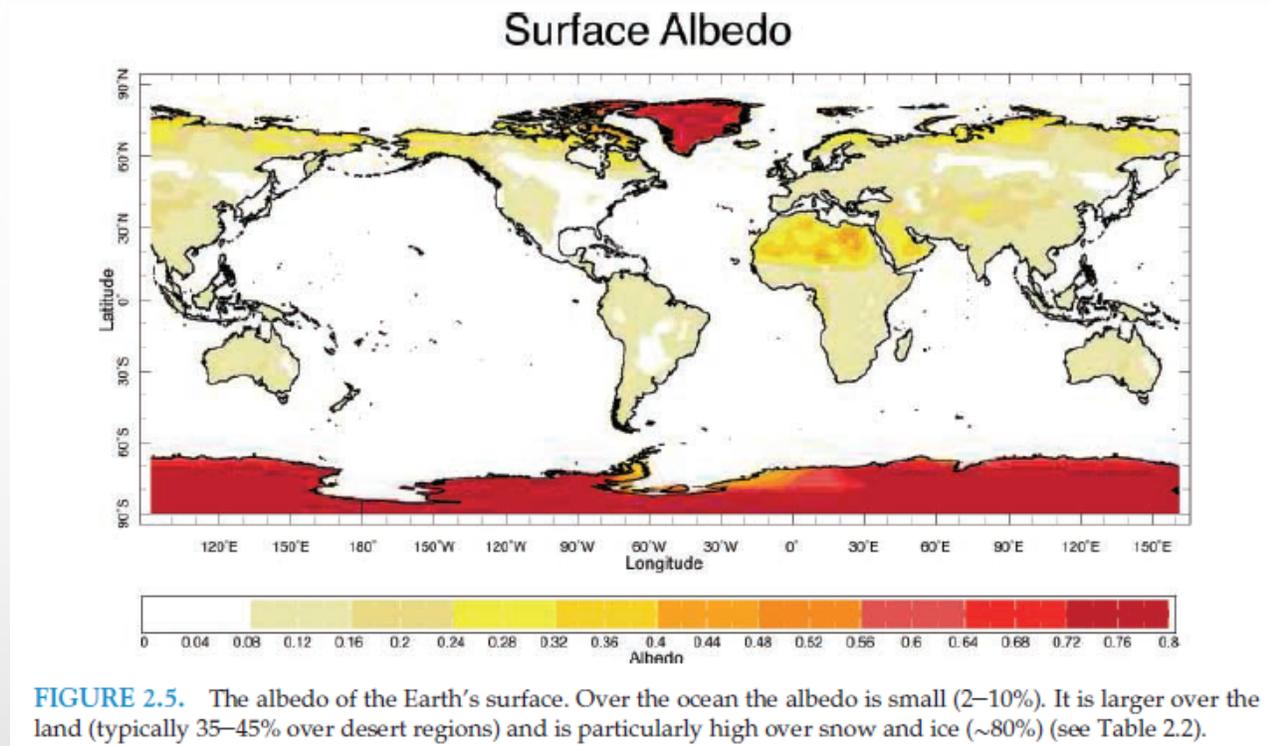
Le calotte polari sono il più grande serbatoio di acqua dolce del globo: 30 miliardi di km³ di ghiaccio. Se, per assurdo, lo sciogliessero, il livello del mare salirebbe di 60 metri (61,1 m per l'Antartide, 7,2 m per la Groenlandia).



VARIABILITÀ STAGIONALE DELL'ESTENSIONE DEL GHIACCIO



Albedo



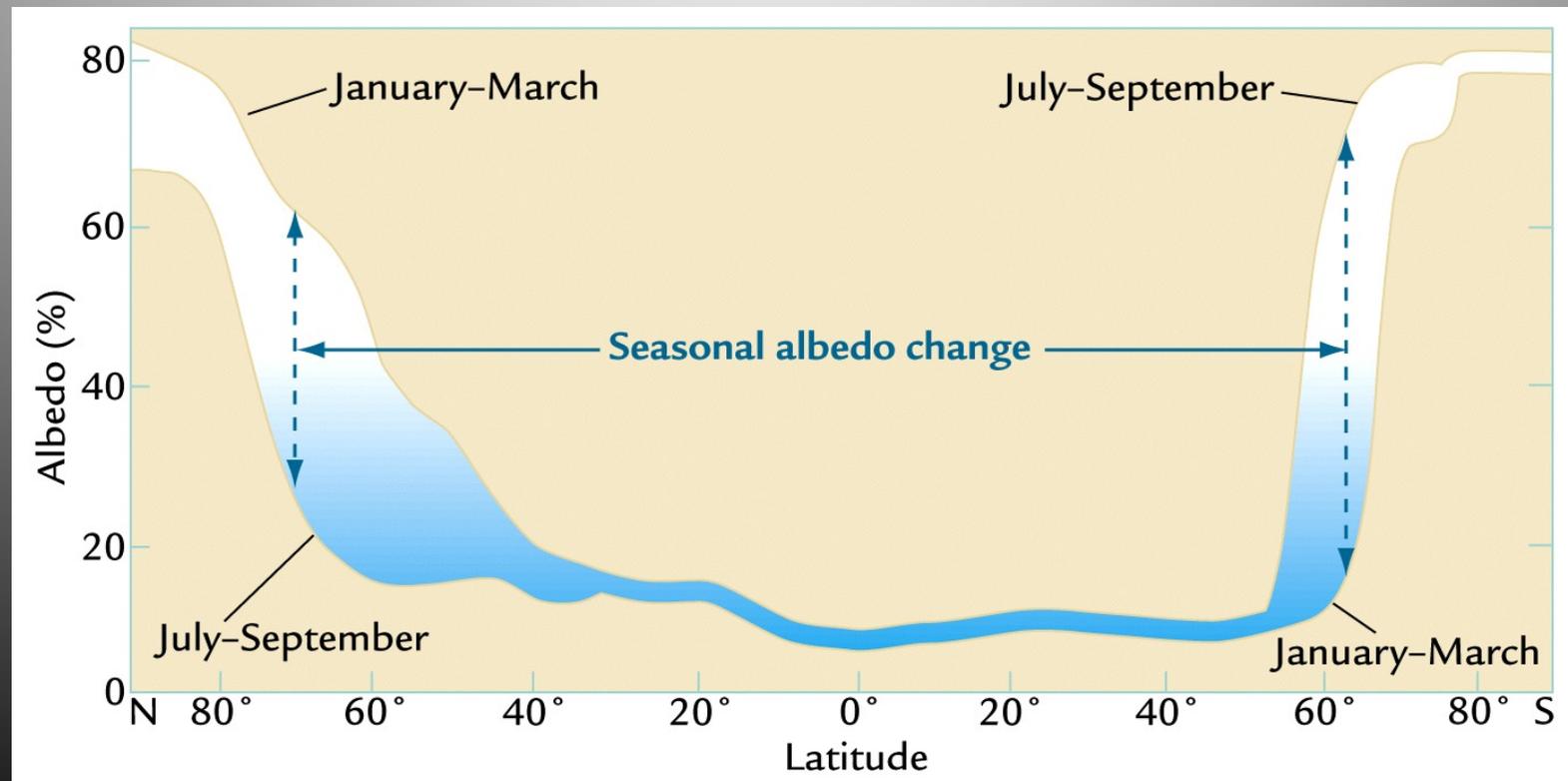
$$Q_i = Q_{sw}(1 - \alpha) \text{ dove } \alpha = \text{albedo,}$$

rapporto tra la radiazione riflessa e quella incidente x 100

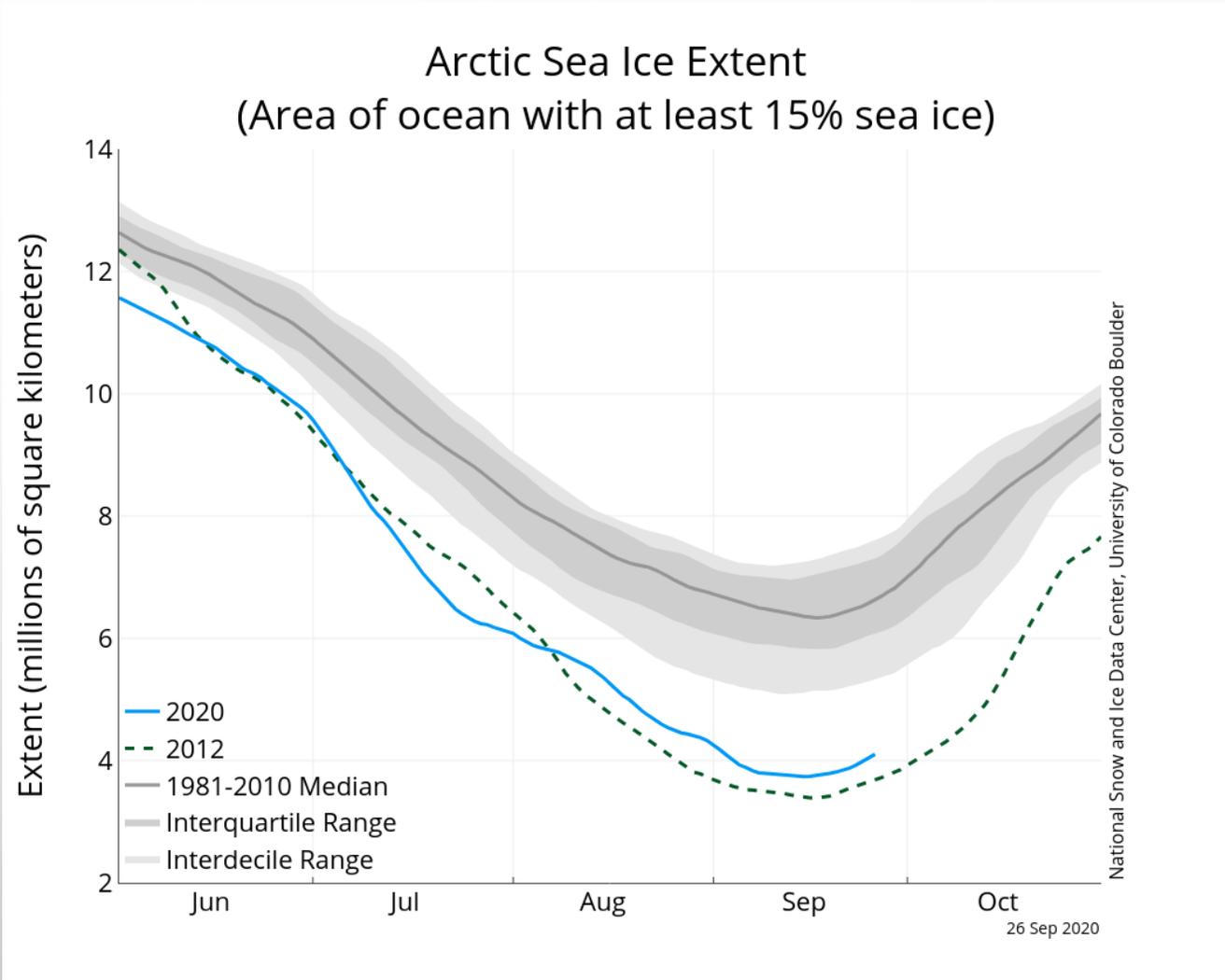
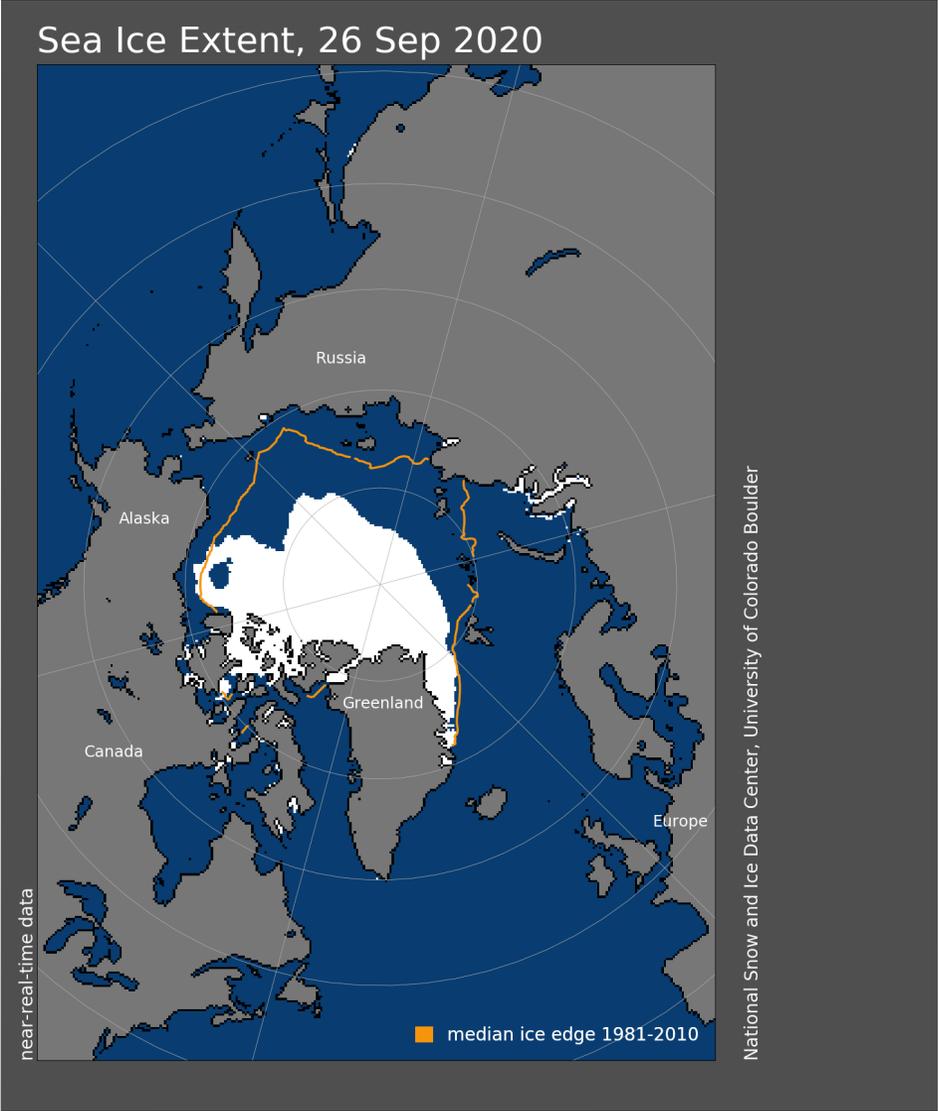
Varia a seconda della superficie riflettente (per l'oceano è 10-12%; per il ghiaccio varia da 5-70%)

CAMBI STAGIONALI DELL'ALBEDO

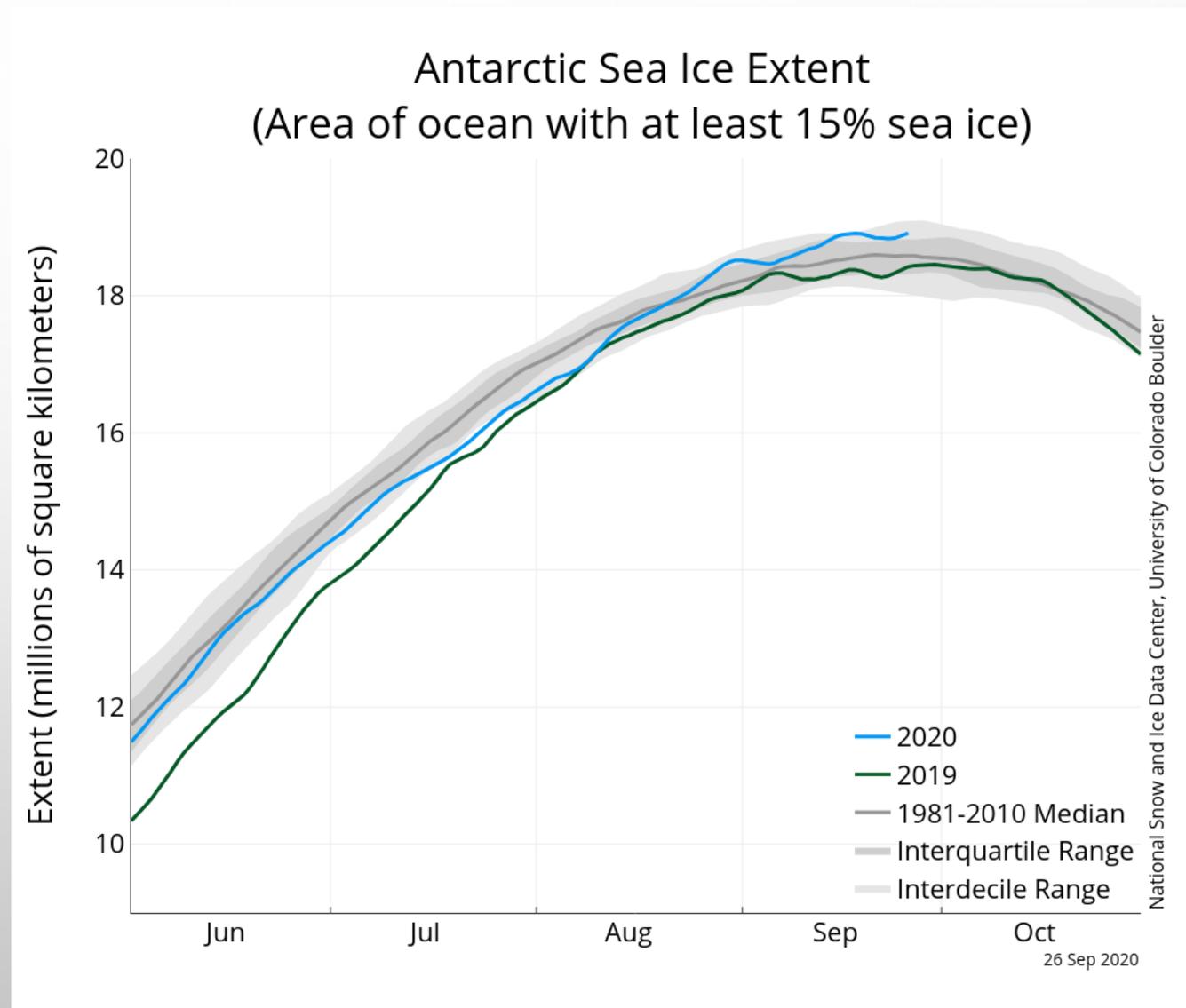
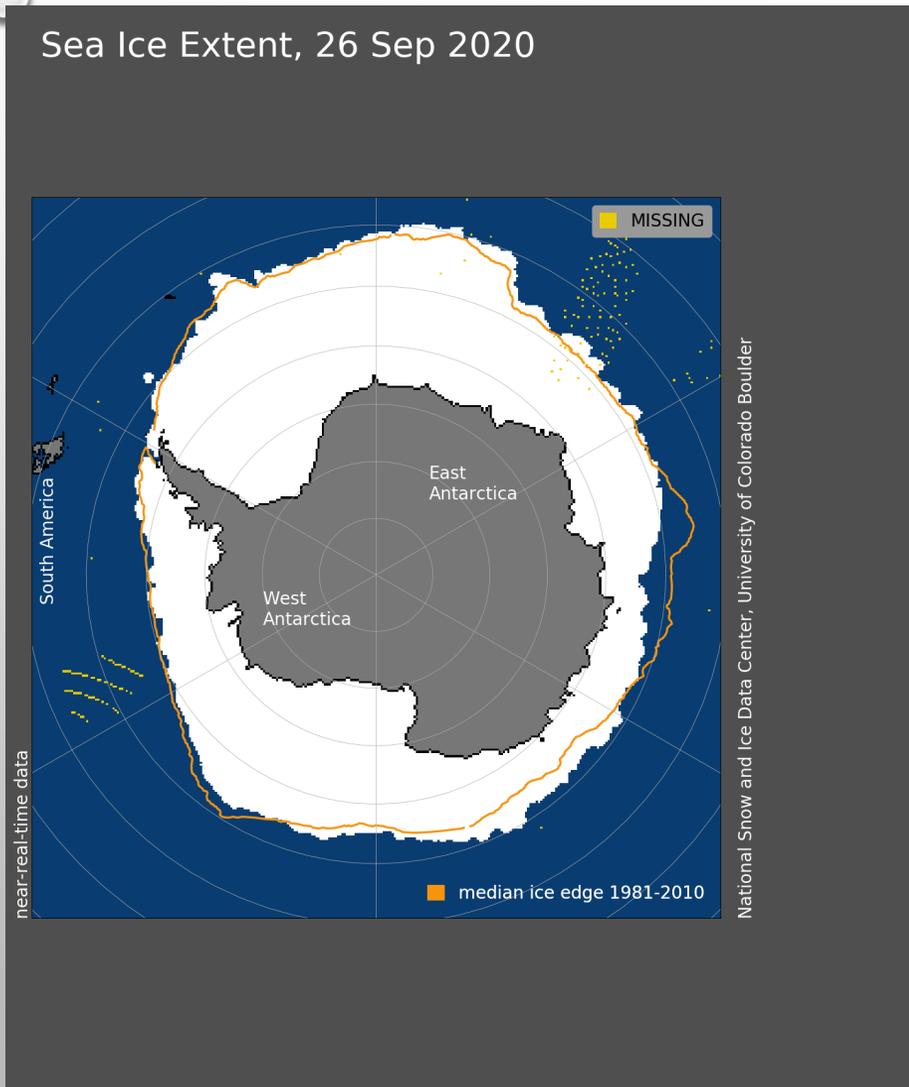
- CRESCE NELL'EMISFERO NORD IN INVERNO A CAUSA PRINCIPALMENTE DELLA COPERTURA NEVOSA E IN SECONDA BATTUTA PER IL GHIACCIO MARINO
- CRESCE NELL'EMISFERO SUD A CUASA PRINCIPALMENTE DEL GHIACCIO MARINO



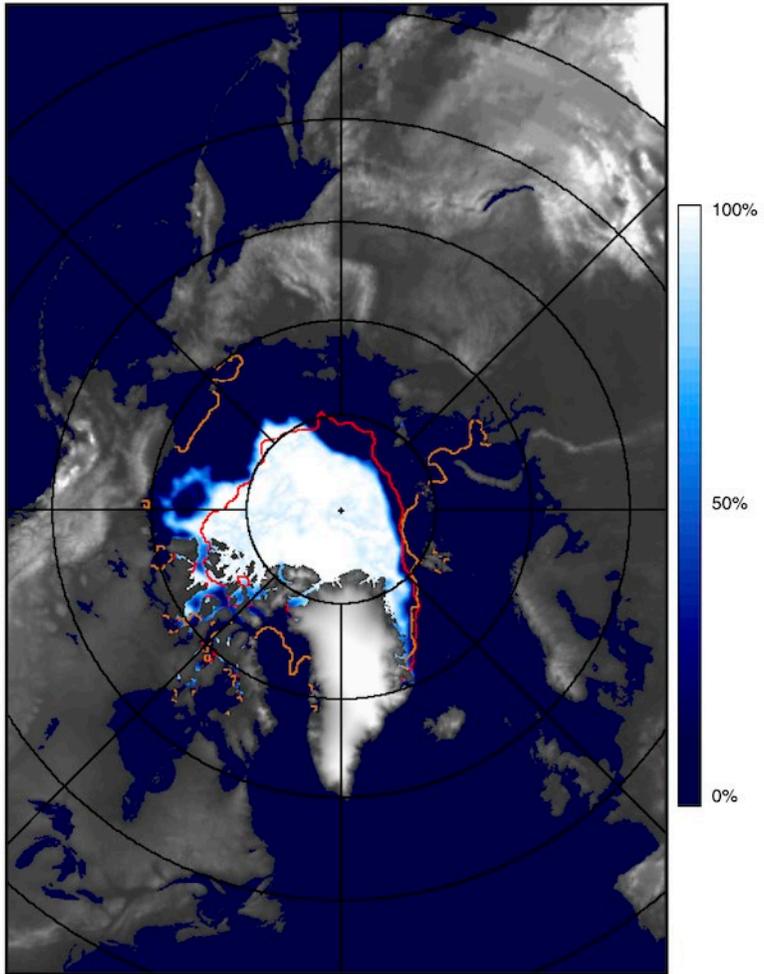
OCEANO ARTICO (1)



OCEANO MERIDIONALE (1)



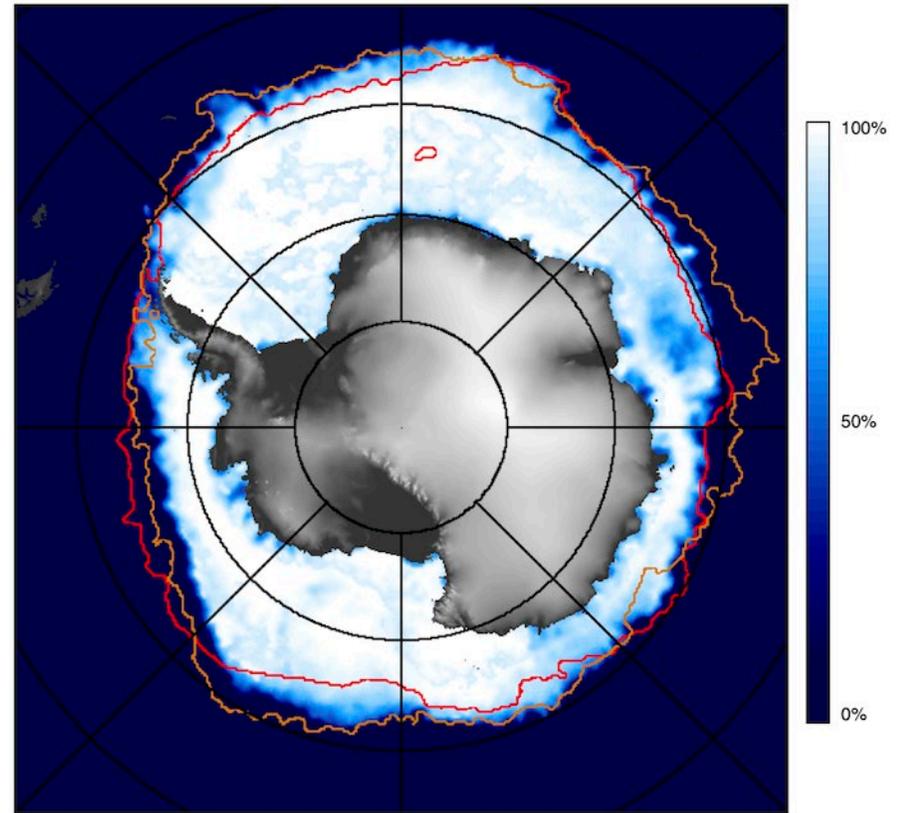
Northern Hemisphere, September 23, 2020



Current Ice Extent: $4.3 \cdot 10^6 \text{ km}^2$

— Minimum 9/23 Extent Outline, 2012 ($3.8 \cdot 10^6 \text{ km}^2$)
— Maximum 9/23 Extent Outline, 1996 ($8.4 \cdot 10^6 \text{ km}^2$)

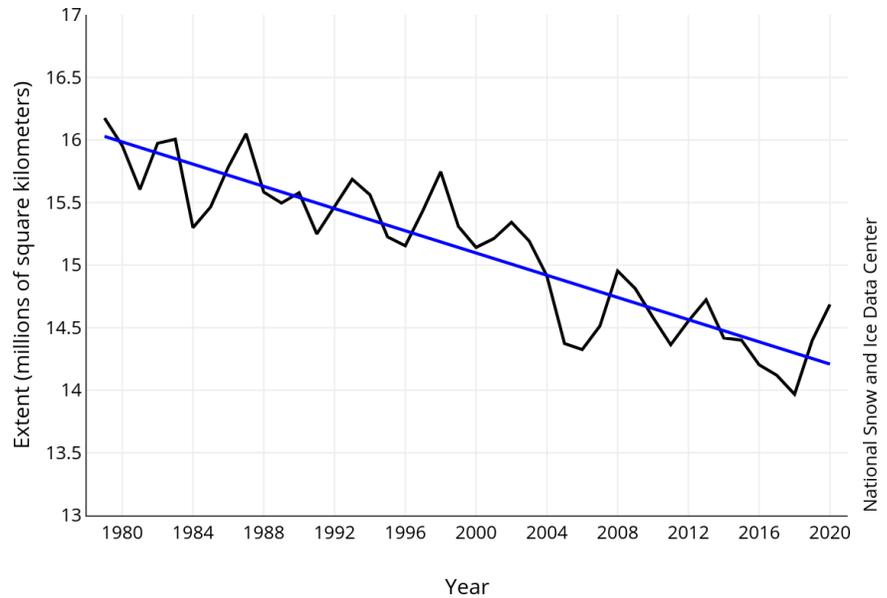
Southern Hemisphere, September 23, 2020



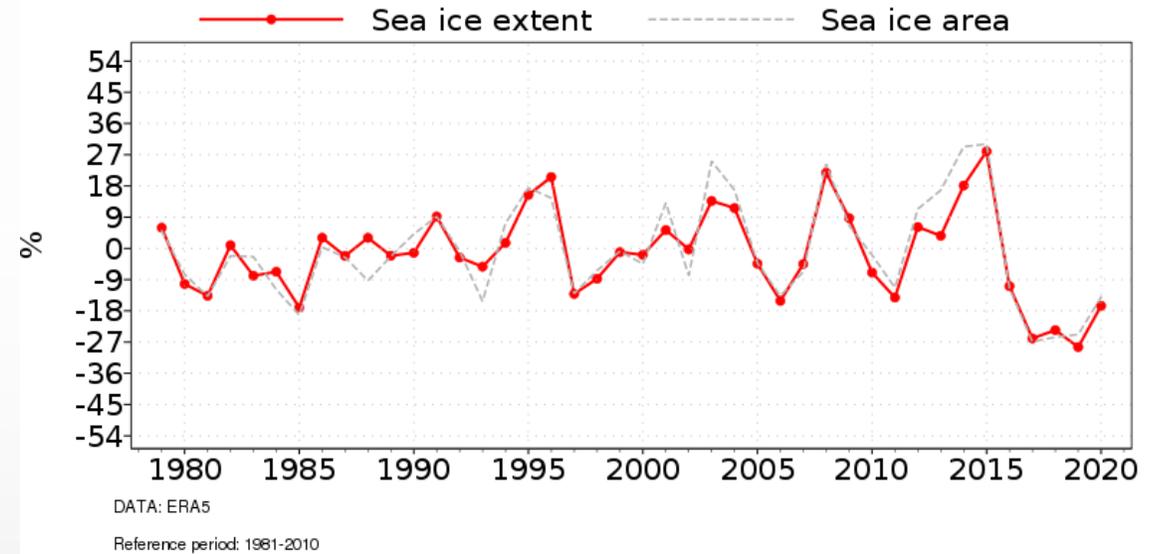
Current Ice Extent: $19.2 \cdot 10^6 \text{ km}^2$

— Minimum 9/23 Extent Outline, 2017 ($18.0 \cdot 10^6 \text{ km}^2$)
— Maximum 9/23 Extent Outline, 2014 ($20.4 \cdot 10^6 \text{ km}^2$)

Average Monthly Arctic Sea Ice Extent
February 1979 - 2020

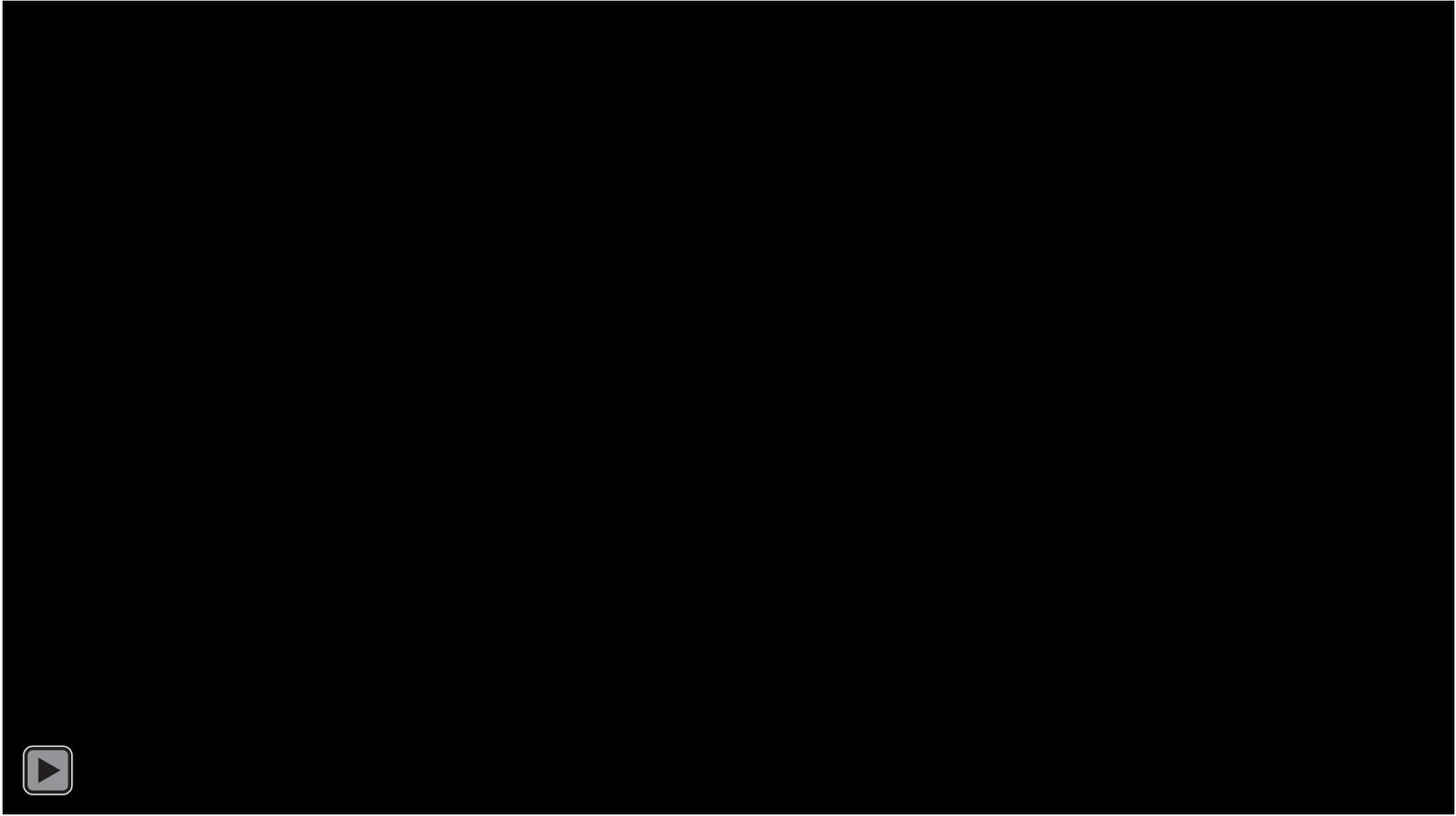


Antarctic sea ice anomalies for January



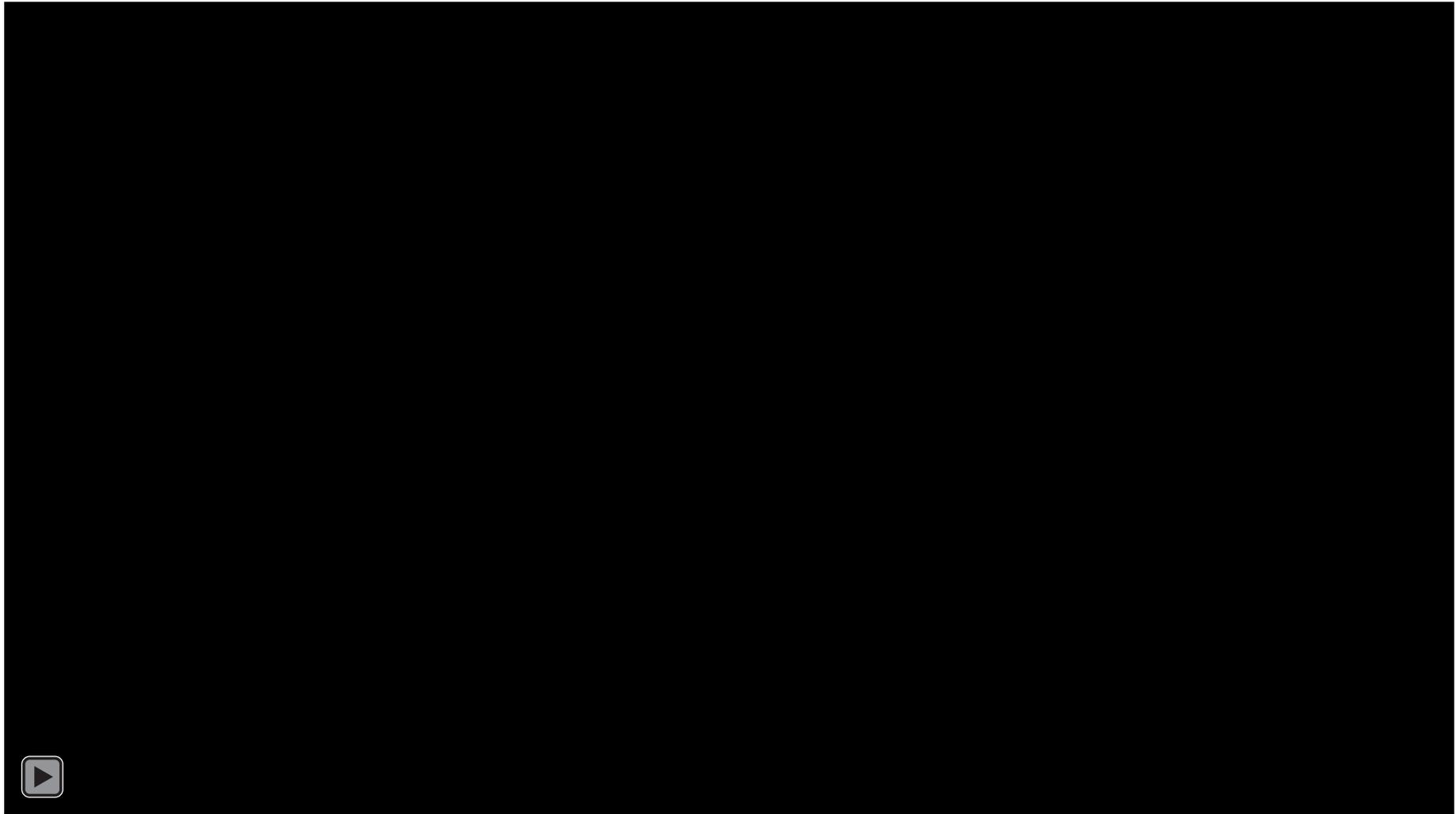
TREND GHIACCIO MARINO ARTICO & ANTARTIDE

[HTTPS://NSIDC.ORG/DATA/SEAICE_INDEX](https://nsidc.org/data/seaice_index)

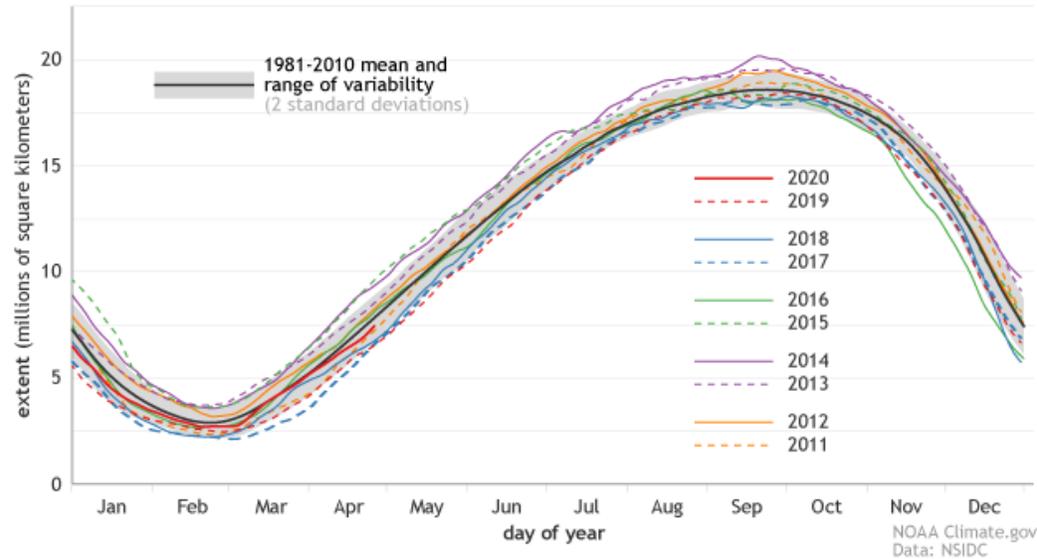


MULTIDISCIPLINARY DRIFTING OBSERVATORY FOR THE STUDY OF ARCTIC CLIMATE MOSAIC

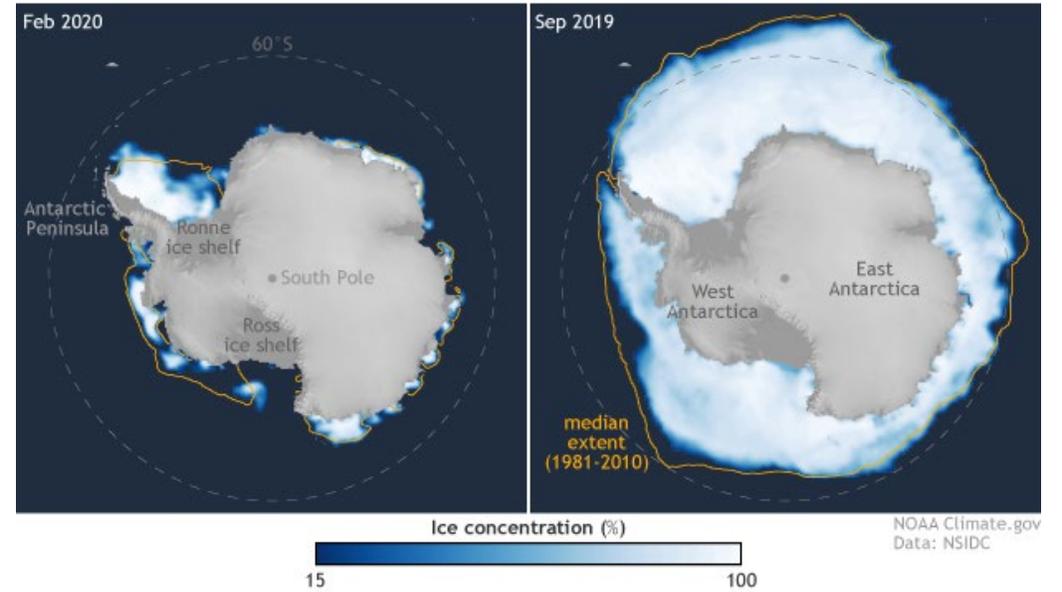
- EMBARK ON THE LARGEST POLAR EXPEDITION IN HISTORY: IN SEPTEMBER 2019, THE GERMAN RESEARCH ICEBREAKER POLARSTERN HAS SET SAIL FROM TROMSØ, NORWAY, TO SPEND A YEAR DRIFTING THROUGH THE ARCTIC OCEAN - TRAPPED IN ICE.
- THE GOAL OF THE MOSAIC EXPEDITION IS TO TAKE THE CLOSEST LOOK EVER AT THE ARCTIC AS THE EPICENTER OF GLOBAL WARMING AND TO GAIN FUNDAMENTAL INSIGHTS THAT ARE KEY TO BETTER UNDERSTAND GLOBAL CLIMATE CHANGE.
- HUNDREDS OF RESEARCHERS FROM 20 COUNTRIES ARE INVOLVED IN THIS EXCEPTIONAL ENDEAVOUR. **FOLLOWING IN THE FOOTSTEPS OF FRIDTJOF NANSEN'S GROUND-BREAKING EXPEDITION WITH HIS WOODEN SAILING SHIP FRAM IN 1893-1896**, THE MOSAIC EXPEDITION WILL BRING A MODERN RESEARCH ICEBREAKER CLOSE TO THE NORTH POLE FOR A FULL YEAR INCLUDING FOR THE FIRST TIME IN POLAR WINTER.
- **THE DATA GATHERED WILL BE USED BY SCIENTISTS AROUND THE GLOBE TO TAKE CLIMATE RESEARCH TO A COMPLETELY NEW LEVEL**



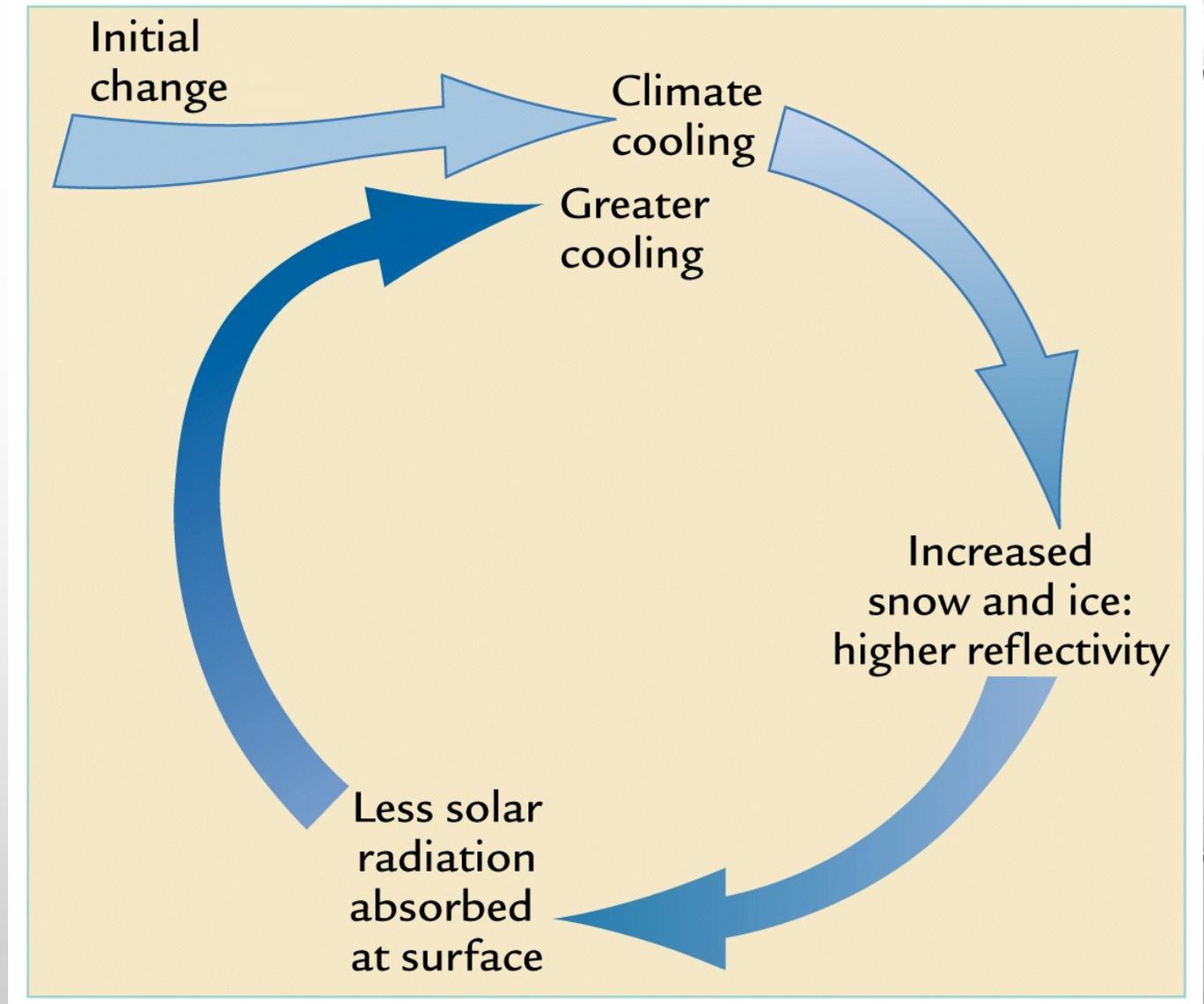
Annual cycle of sea ice extent in the Southern Ocean each year since 2011



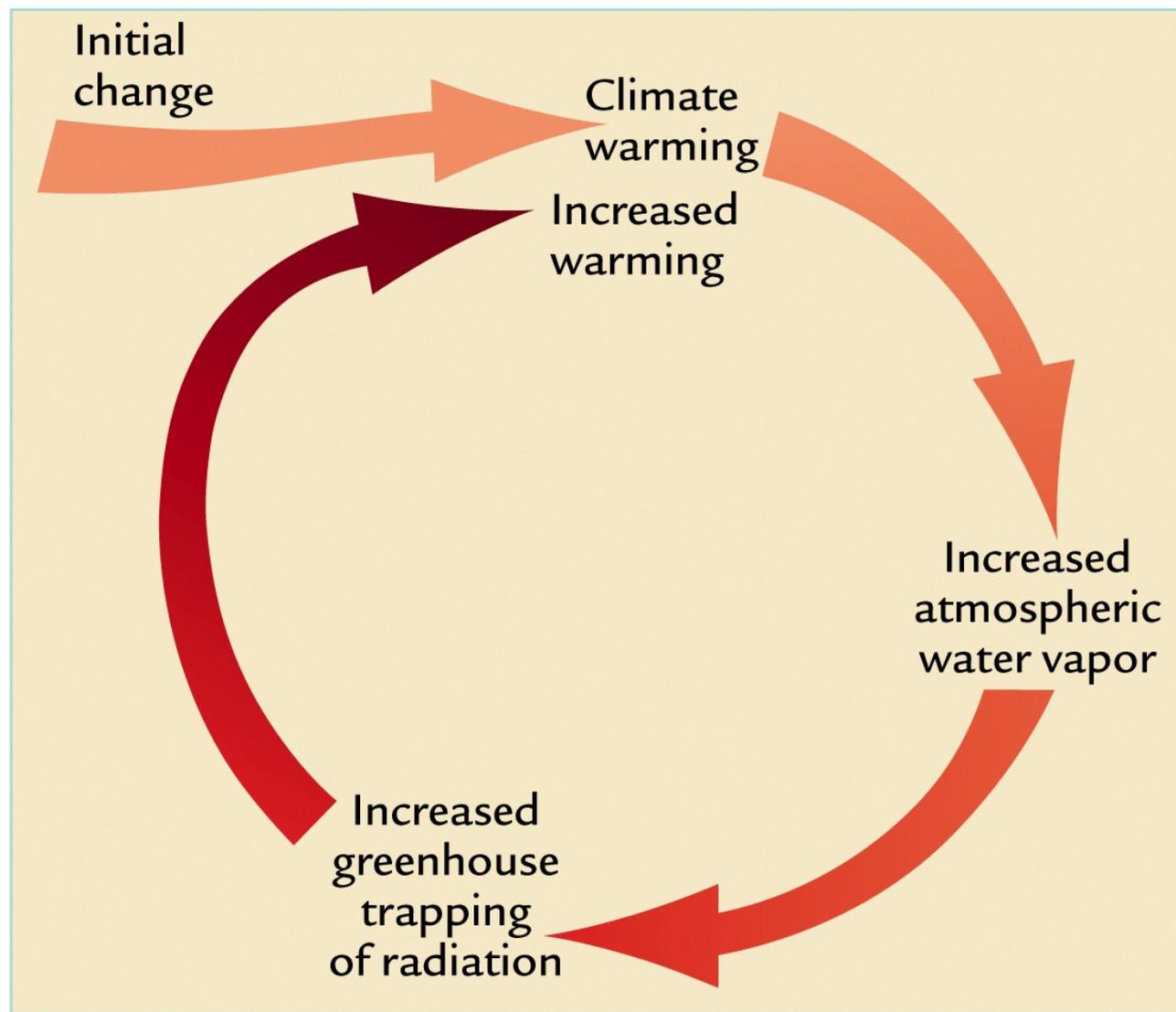
2020 Antarctic sea ice minimum and 2019 maximum



ALBEDO- TEMPERATURE FEEDBACK



WATER VAPOR FEEDBACK



GHIACCIO MARINO

- SI GENERA IN DIVERSE MODI NEGLI OCEANI POLARI. IL TIPO PIÙ COMUNE DI GHIACCIO MARINO, SOPRATTUTTO NELL'OCEANO ARTICO, È "**CONGELATION ICE**, UNA FORMA SOLIDA DI GHIACCIO MARINO CHE SI FORMA A CONTATTO CON LA BASE DI GHIACCIO ESISTENTE
- NELLE ACQUE ANTARTICHE GRAN PARTE DEL GHIACCIO DEL MARE SI FORMA SOTTO L'INFLUENZA DI ONDE GENERANDO IL COSIDETTO **PANCAKE ICE**. LE "FRITTELLE " SOTTO L'AZIONE DELLE ONDE RIMBALZANO L'UNA CONTRO L'ALTRO. CON IL PASSARE DEL TEMPO LE FRITTELLE CRESCONO IN SPESSORE E LARGHEZZA TENDENDO A SMORZARE LE ONDE.



PANCAKE ICE



GHIACCIO MARINO

- UN'ALTRA FORMA DI GHIACCIO MARINO È IL COSIDETTO **FRAZIL ICE**. SONO CRISTALLI SOSPESI IN ACQUA CHE RIMANGONO SOSPESI AL DI SOTTO
- IL GHIACCIO MARINO PUÒ ESSERE TRAPORTATO DAL VENTO IN SUPERFICIE E DALLE CORRENTI CHE IMPATTANO LA BASE.
- SPECIALMENTE IN ARTICO MA ANCHE IN ANTARTIDE, LA DERIVA DI GRANDI LASTRE DI GHIACCIO PUÒ DARE LUOGO ALLA LORO DEFORMAZIONE E ROTTURA ANCHE ATTRAVERSO COLLISIONI E ALLA FORMAZIONI DI "**PRESSURE RIDGES**".
- IN QUESTO MODO SI PUÒ FORMARE "**RAFTED SEA ICE**" QUANDO UNA LASTRA SI SOVRAPPONE AD UN'ALTRA.



Frazil ice cristalli a forma di aghi e rappresentano il primo stadio di formazione del ghiaccio marino

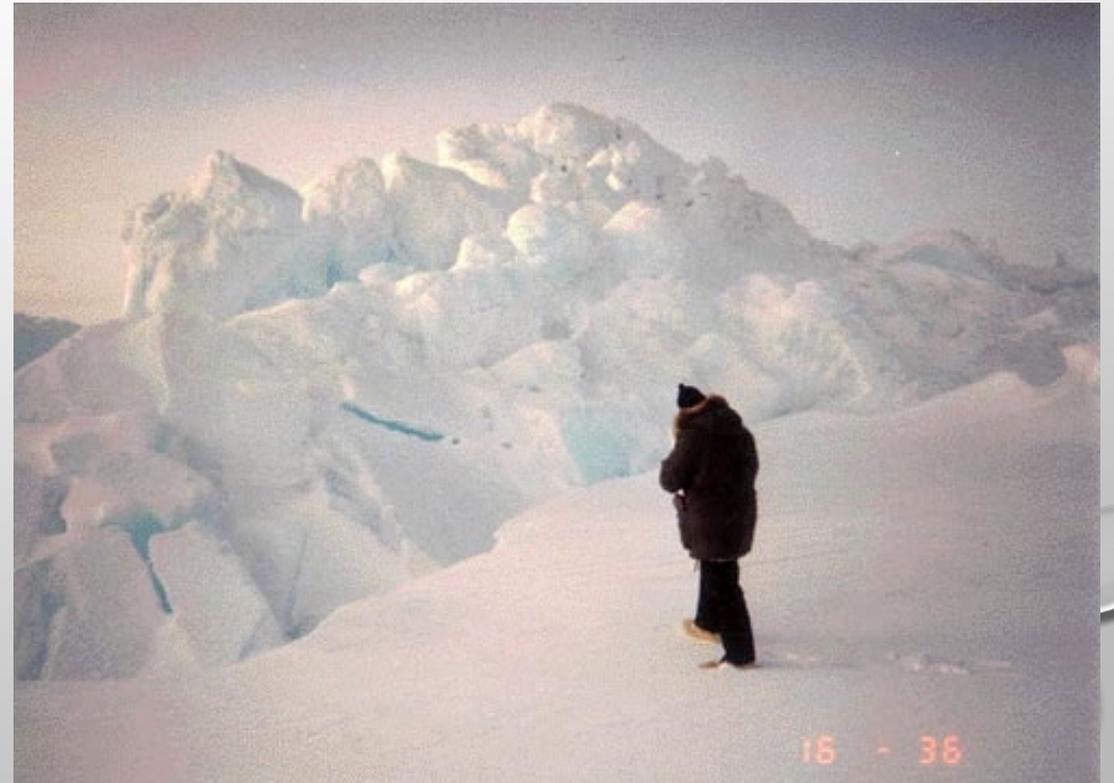
Nilas si ottengono in condizioni di mare calmo e rappresentano lo stadio successivo al frazil ice





Rafted ice

Pressure ridges



CLASSIFICAZIONE DEL GHIACCIO MARINO

1- New ice

2- Young Ice

3- First-year ice

4- Old Ice

The screenshot shows the homepage of the World Meteorological Organization (WMO). At the top, there is a navigation bar with links for Print, Bookmark, RSS, Zoom, Share, Recommend, and Google Map. The WMO logo and name are prominently displayed, along with the tagline "Working together in weather, climate and water". Below the header, there is a main content area with several sections:

- Weather forecasts and warnings:** Includes a link to "World weather" and "Tropical cyclones and severe weather".
- World Meteorological Congress:** Announces the 16th Congress in Geneva, held from May 16 to June 3, 2011, with a registration link.
- National Meteorological Services:** Provides links to national services and a world map.
- News:** Features an "Earthquake aftermath" section with links to weather situation, news from members, and questions and answers.
- Recent products:** Lists "IPY findings", "Extreme events", "Climate for you", and "Fellowship fund appeal".
- Global Framework for Climate Services:** Mentions "WCC-3, its outcomes and follow-up" and a "High-level Taskforce towards the Global Framework for Climate Services".

On the right side, there is a "Themes" menu with categories like Weather, Climate, Water, Oceans, Environment, Natural hazards, Socio-economic benefits, Observations, Research, Information management, Capacity-building, Least Developed Countries, Gender, and Quick links. The Quick links section includes "Art gallery", "UN system's work on climate change", "METEOTERM", "International Year of Volunteers", "Fellowship Fund Appeal", and "World Meteorological Day 2011".

1- New ice

Frazil (or grease) ice in condizioni 'di mare in quiete'

Ice rind → acqua a bassa salinità, ghiaccio quasi libero di sali, spessore < 5 cm

Nilas → acqua ad alta salinità, si suddivide in base allo spessore in

Dark nilas (trasparente) &
spessore max 5 cm

Light nilas (opaco)
spessore max 10 cm

Pancake ice in condizioni 'di mare agitato'

In presenza di due strati di acqua con differenti condizioni di salinità:

- lo strato inferiore con una salinità più alta ha una temperatura sotto il punto di congelamento dello strato superiore a bassa salinità
- si formano due strati ghiacciati uno sull'altro di cui quello inferiore è più unito e compatto, quello superiore più 'a ciambella'
- prevale nelle zone di polynya battute dai venti.

2- YOUNG ICE

Con il trascorrere del tempo il new-ice aumenta di dimensioni:

- Frazil (fino a 15 cm)
- Pancake (fino a 30 cm)

E cambia di colore:

da trasparente, a grigio, fino a grigio-bianco



3- Lo stato successivo di sviluppo del ghiaccio è noto come

First-year ice

è suddiviso in 3 categorie

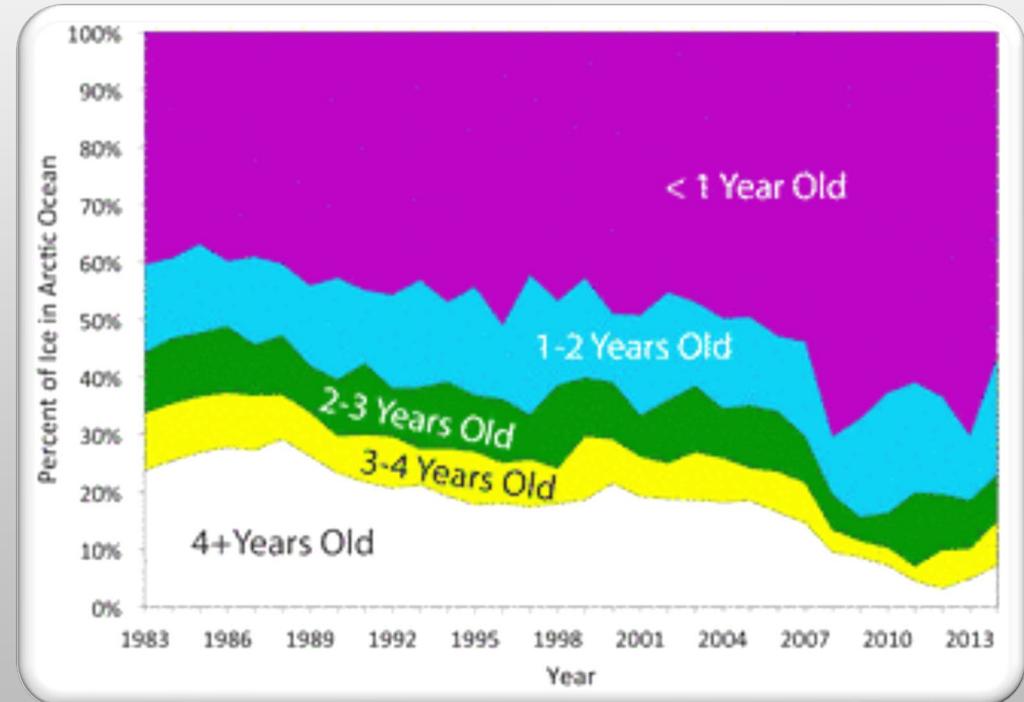


È più secco del young ice perché con il passare del tempo i sali disciolti vengono rilasciati e precipitano progressivamente negli strati inferiori

4- IL GHIACCIO **THICK FIRST-YEAR ICE** CHE 'SOPRAVVIVE' OVVERO NON SI SCIoglie DURANTE LA STAGIONE ESTIVA, VIENE CLASSIFICATO COME

- **OLD ICE**
- SECOND-YEAR ICE
- MULTI-YEAR ICE

- - SPESSORE DA 1.2 A 5 M
- - COLORE SEMPRE PIÙ SCURO



Ice Growth Process

Rough ocean
(Pancake cycle)

Frazil ice

Calm ocean
(Congelation growth)

Pancake ice
↓
Rafting or ridging
↓
Cementing and consolidation

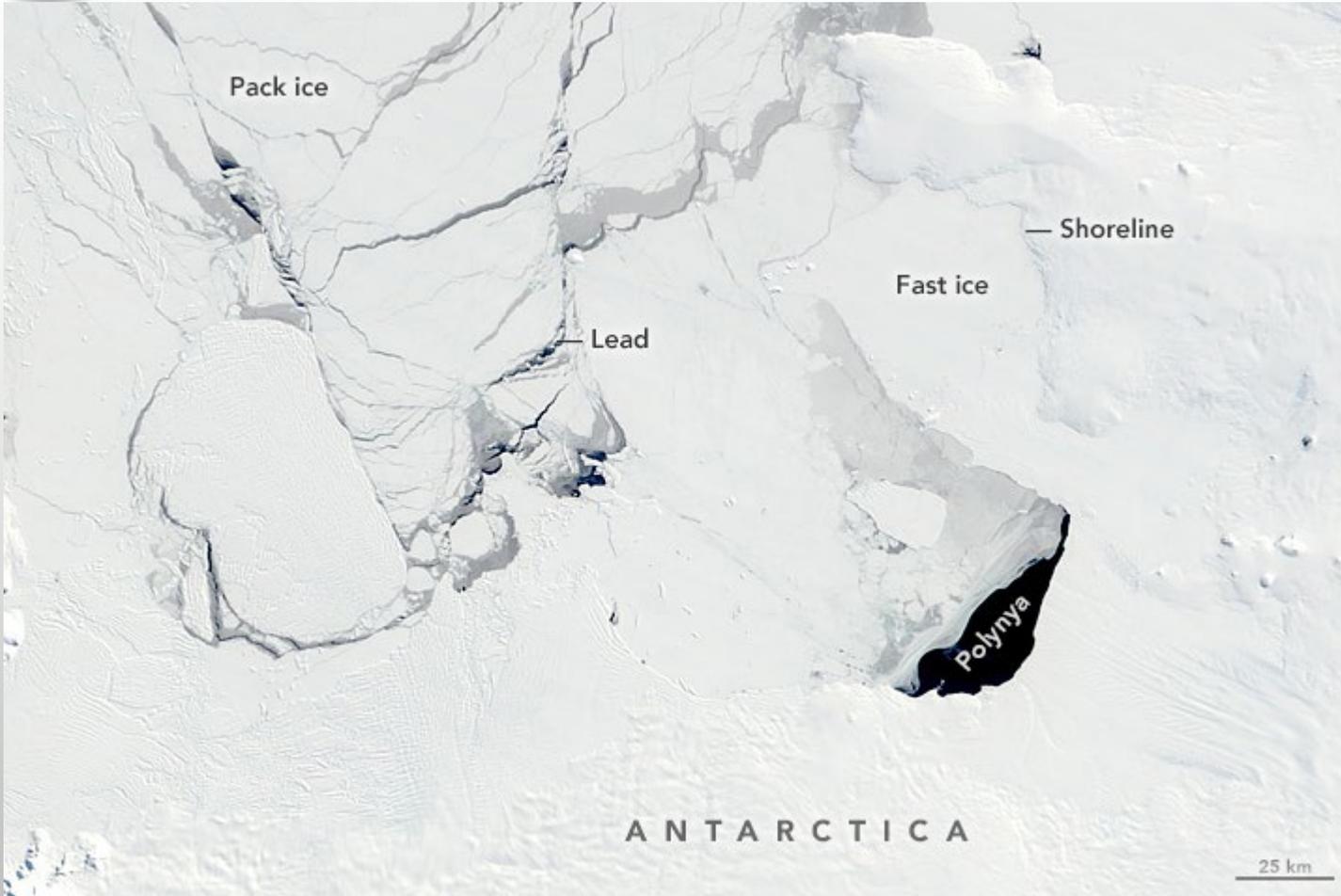
Grease ice
↓
Nilas

Rafting
↓
Congelation ice

Sheet ice

Smooth-bottomed: Grease ice pathway
Rough-bottomed: Pancake ice pathway





Lead : fratture nel ghiaccio

Fast ice : ghiaccio attaccato alla costa

Pack ice : è il ghiaccio che si sposta con le correnti ed il vento.

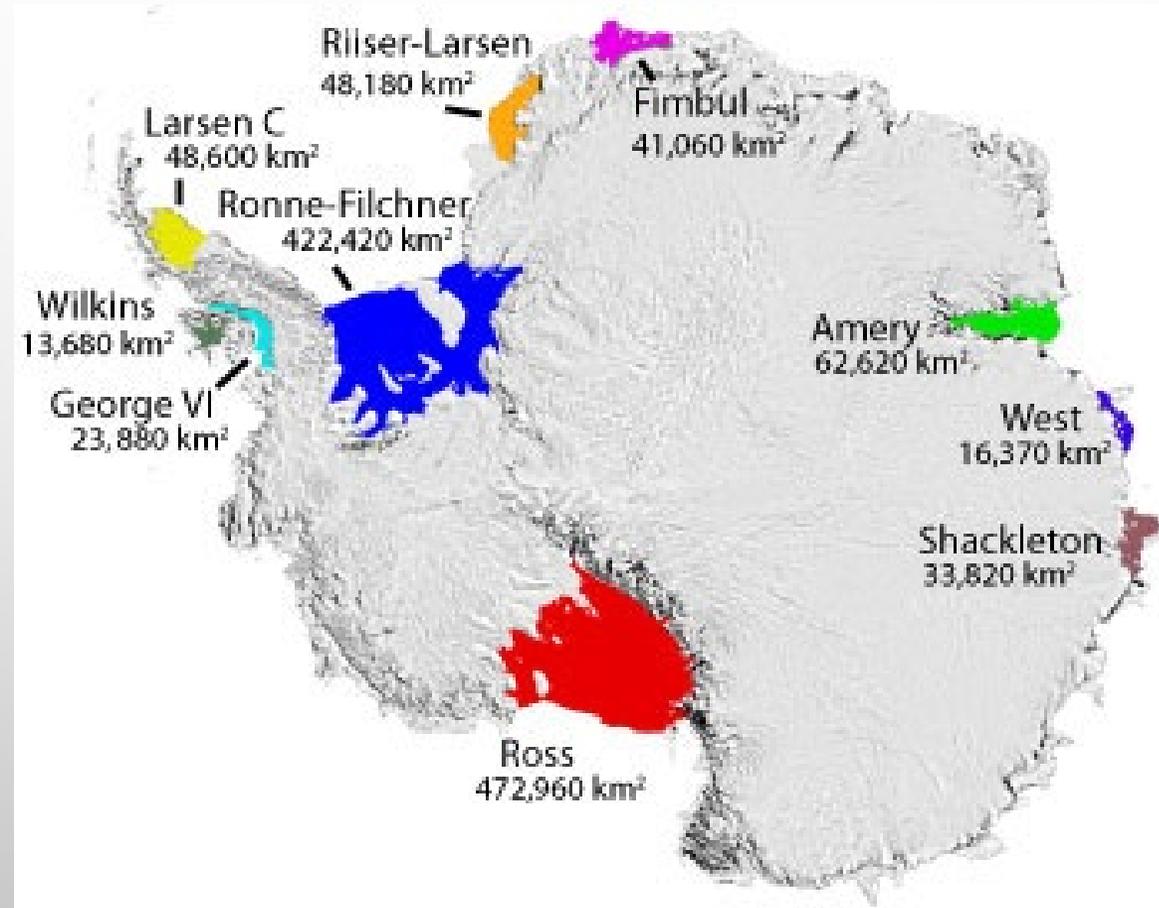
- IL GHIACCIO MARINO SI FORMA QUANDO LA SUPERFICIE DELL'OCEANO E' RAFFREDDATA DA UNA ATMOSFERA PARTICOLARMENTE FREDDA
- LO STRATO DI GHIACCIO CHE SI FORMA RIDUCE LA PERDITE DI CALORE DELL'OCEANO MA RIDUCE ANCHE LA QUANTITÀ DI RADIAZIONE SOLARE CHE RISCALDA LA SUPERFICIE.
- LA FORMAZIONE DI GHIACCIO GIOCA UN RUOLO IMPORTANTE ANCHE NELLA CIRCOLAZIONE VERTICALE IN QUANTO IL RILASCIO DI SALE, CHE AVVIENE DURANTE LA SUA FORMAZIONE, DETERMINA AUMENTO DI DENSITÀ.

FORMAZIONE DI MASSE D'ACQUA

SUB ICE SHELF CIRCULATION

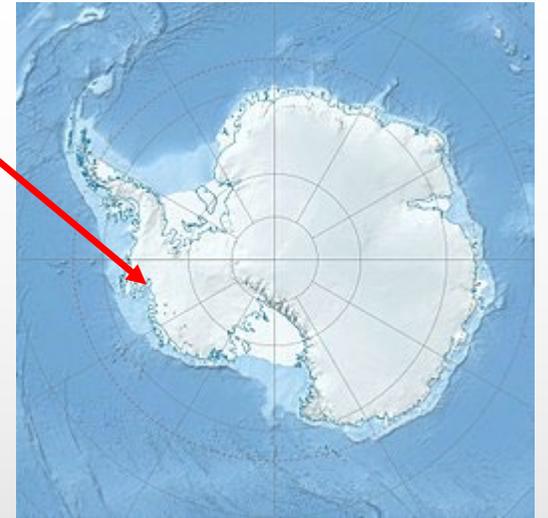
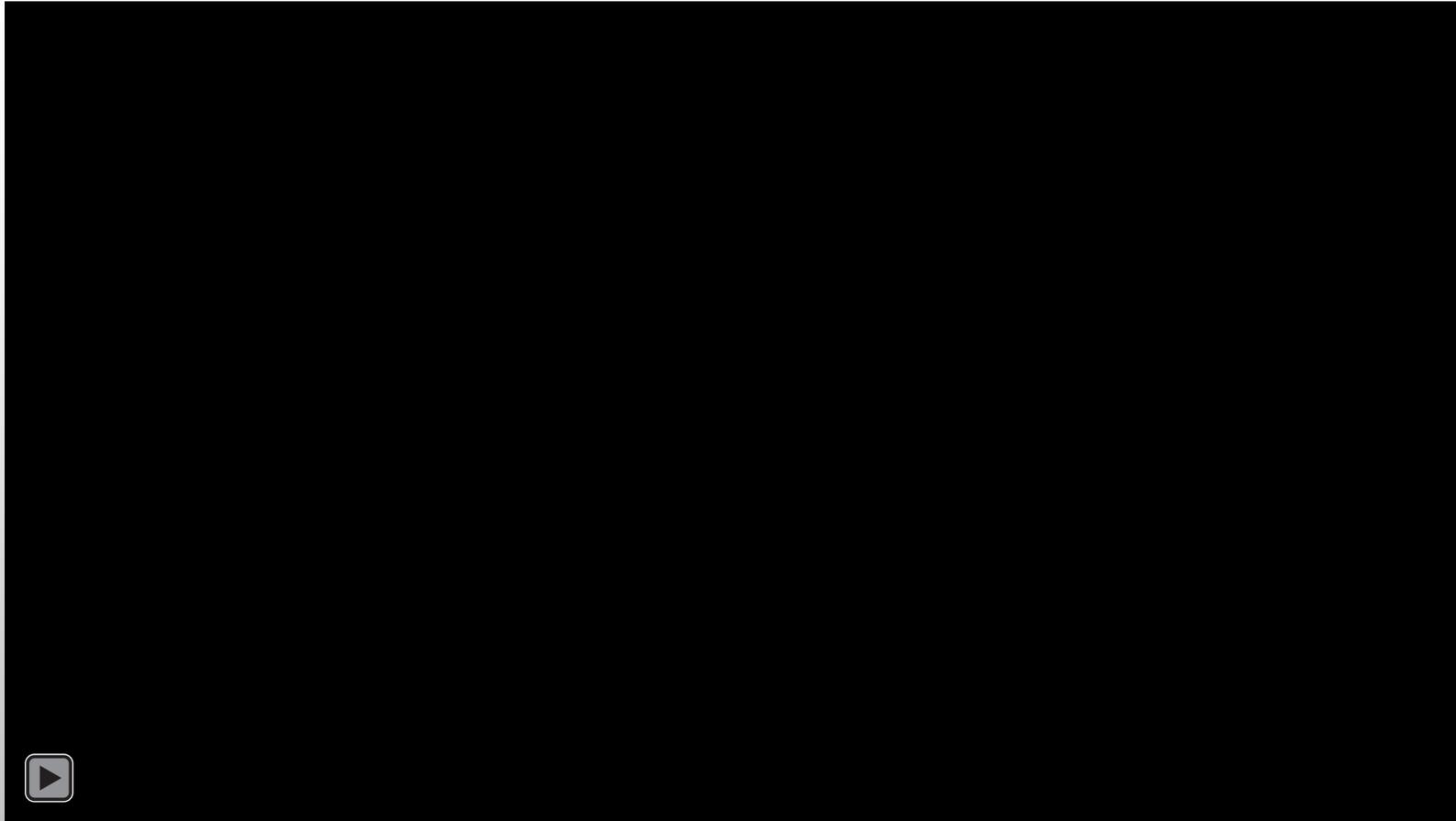
- UNA LARGA PORZIONE DEL CONTINENTE ANTARTICO, E' CIRCONDATA DA PIATTAFORME DI GHIACCIO MARINO
- LE INTERAZIONI DELL'ACQUA DI MARE CON LE CAVITÀ DELL'ICE SHELF DETERMINANO LO SCIoglimento DELLA BASE DELLA CAVITÀ, CONGELAMENTO E FORMAZIONE DELLE COSIDDETE **ICE SHELF WATER (ISW)** LE PIÙ FREDDI ACQUE DELL'OCEANO
- I PROCESSI DI FORMAZIONE DI ISW AVVENGONO IN VARI PUNTI DEL CONTINENTE ANTARTICO, MARE DI ROSS E MARE DI WEDDEL IN PRIMIS CON MODALITÀ CHE POSSONO PRESENTARE DIFFERENZE

ANTARCTIC ICE SHELVES



Ross ice shelf edge - gennaio 2012





MISURE DI DERIVA DEI GHIACCI

