

## Riscaldamento globale, Copertura nevosa nell'emisfero Nord ed Estensione del ghiaccio artico, lasciamo la parola ai dati.

Daniele Mazza

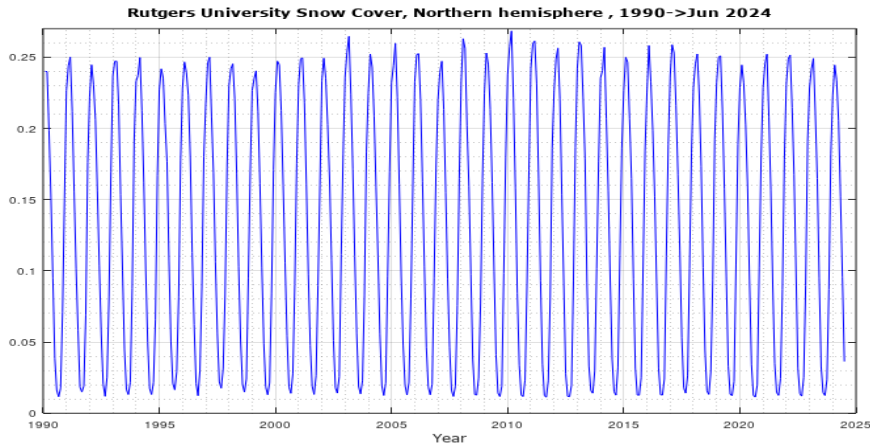
Spero di poter dare un contributo agli interessanti articoli e dibattiti che appaiono su questo sito riguardo al *global warming*, glaciazioni e vari argomenti di climatologia.

Un esame dei dati, soprattutto se da più fonti, ci permette di quantificare meglio i fenomeni e forse anche di azzardare qualche previsione.

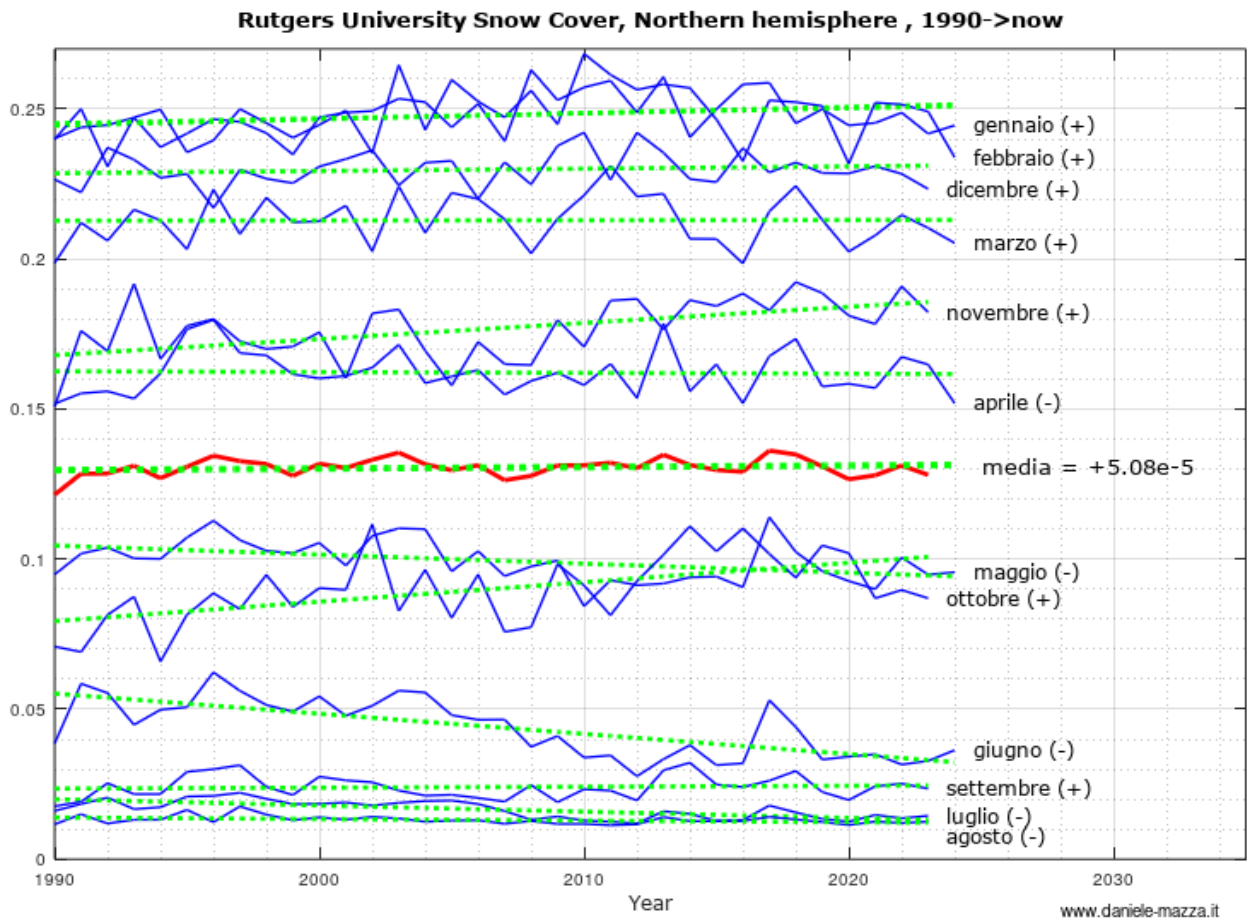
Lasciando ovviamente da parte i catastrofismi, come quelli celebri di Al Gore che nel 2008 predisse la scomparsa totale dei ghiacci dalla calotta artica nel 2013, o di David Viner (senior scientist presso l'Università della East Anglia) che affermò nel 2005 che i fiocchi di neve sarebbero presto stati un ricordo del passato.

C'è però un suggerimento dietro i due episodi citati, nell'emisfero boreale, dove viviamo, guardiamo spesso all'artico ed ai fenomeni che colà avvengono, e non senza motivo. È noto che le variazioni termiche e meteo al di sopra del circolo polare artico (da 66,5 a 90°N) anticipano ed amplificano quello che poi avviene nell'intero emisfero nord.

Iniziamo dalla copertura nevosa, relativa a tutto l'emisfero boreale. Sicuramente i dati più attendibili sono del *global snow lab* presso la Rutgers University (USA)[1]. Sfortunatamente questo tipo di dati climatologici è caratterizzato da una forte oscillazione stagionale (vedi fig. seguente). La soluzione più sbrigativa (tracciare una media mobile su 12 mesi) non è adatta ad evidenziare le sottili ma indicative variazioni annuali.



È meglio raggruppare i dati mensilmente e quindi interpolarli linearmente per evidenziare un trend. La figura che segue effettua esattamente questa operazione dal gennaio 1990, con il risultato di evidenziare un andamento addirittura positivo nella copertura nevosa per alcuni mesi, negativo per altri (il peggiore guarda caso è giugno).



Nel periodo dal gennaio 1990 ad oggi si riscontra sorprendentemente in molti mesi un aumento della copertura nevosa media (segno +) mentre in alcuni una diminuzione (segno - , il peggiore è giugno) . Quello che però conforta è il trend medio (in rosso) su tutti i mesi di ogni singolo anno dal 1990, che presenta un piccolo ma incoraggiante aumento (+5,08 e-5 / anno).

Come si concilia questo risultato con il riscaldamento globale? Se aumenta la temperatura , maggior vapore acqueo si forma sugli oceani e l'umidità atmosferica aumenta. Per formare la neve non basta infatti una temperatura bassa, ma occorre sufficiente umidità e presenza di nuclei di cristallizzazione o condensazione (dipenda se prima si forma il ghiaccio o l'acqua liquida che poi solidifica). Quindi un riscaldamento globale, che analizzeremo più avanti, non necessariamente diminuirà la copertura nevosa. Allego i valori numerici dei dati riportati graficamente:

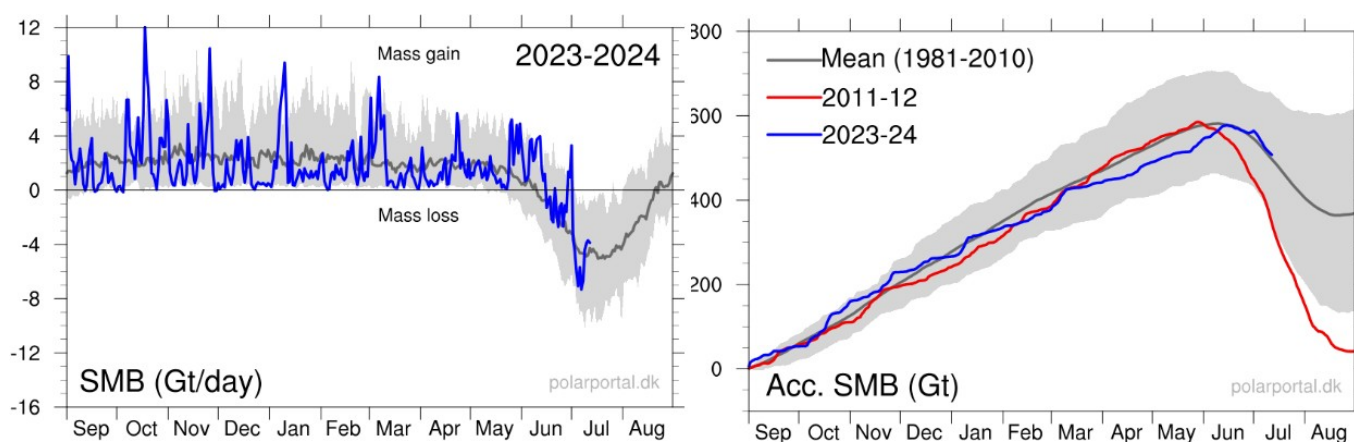
<b>Mese</b>	<b>Trend</b>	<b>Mese</b>	<b>Trend</b>
gennaio	0.000208	luglio	-0.000208
febbraio	0.000167	agosto	-5.19e-05
marzo	7.43e-06	settembre	3.18e-05
aprile	-2.73e-05	ottobre	0.000648
maggio	-0.000301	novembre	0.000537
giugno	-0.000672	dicembre	7.71e-05

**Trend media annuale 1990-2024 = +5,08 e-5 / anno**

Un altro segnale del clima artico è rappresentato dall'estensione dei ghiacci artici. Consultando in rete i vari database disponibili mi sono reso conto della estrema

aleatorietà di essi, dovuta al fatto che alcuni riportano la massa del ghiaccio, altri l'estensione. In questo secondo caso si ricorre ad un limite arbitrario di superficie ghiacciata sul mare per considerare l'estensione degli stessi (di solito 15% ma può variare).

Una misura più attendibile della copertura glaciale è quella effettuata sulla terraferma della Groenlandia. Questa isola si estende da 60°N a 84°N di latitudine ed è contenuta per circa l'85% nel circolo polare artico. L'ente danese a ciò preposto [2] pubblica giornalmente i dati relativi alla SMB (Surface Mass Balance) dei ghiacci presenti sul territorio della Groenlandia (che fa parte della Danimarca).



Sia il grafico di accumulo giornaliero SBM (a sinistra, GigaTonnellate/giorno) che quello integrale da settembre 2023 (a destra in Gt) evidenziano una marcata ripresa della copertura glaciale (curva blu) per il 2024 sia rispetto al periodo 2011-12 (curva rossa) e soprattutto rispetto alla media 1981-2010 (grigia). (La figura è tratta da [www.polarportal.dk](http://www.polarportal.dk)).

Ma veniamo ora al dato più diretto e dibattuto, ovvero la temperatura. Si è scelto di confrontare il dato medio tra circolo polare artico (66,5°N – 90°N) e globo (oceani e terre emerse), cercando di evidenziare le tendenze delle ultime decadi.

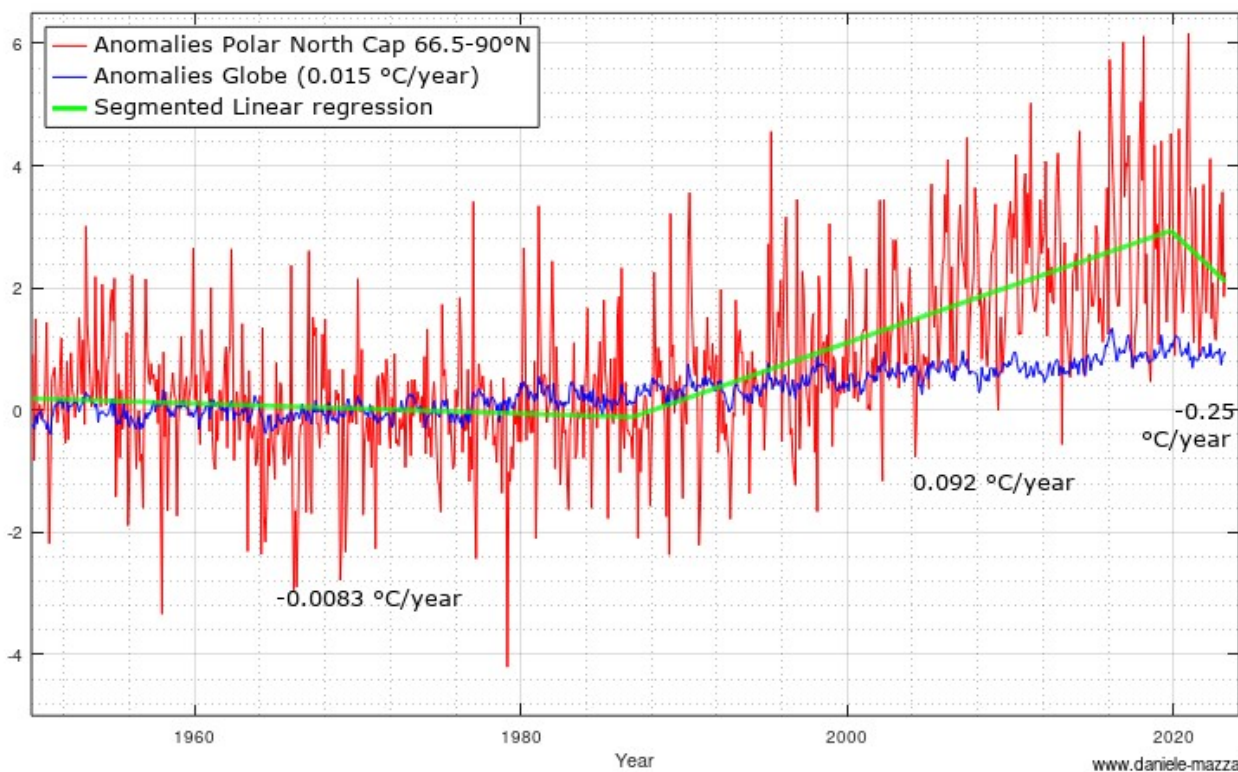
I database di riferimento web sono tra i più affidabili, o almeno ritenuti tali, come NASA, NOAA, BerkeleyEarth, HadCRUT, UAH.

I dati riportati (salvo un caso) si riferiscono alle anomalie, ovvero alle differenze tra una variabile (la temperatura in questo caso) e il valore medio di questa variabile in un periodo di riferimento (in genere di 30 anni, 1990-2020). Riportare le temperature in questo modo svincola da eventuali errori sul valore assoluto della variabile, ma in qualche modo fornisce un dato poco convincente. Quindi dove ho potuto, in un caso (NOAA) ho riportato le temperature reali.

Esaminiamoli singolarmente :

1- **Berkeley-Earth** (Ente non-profit non collegato alla celebre Università californiana)[3]. Le temperature sono 'blended' ovvero un mix di SST (Sea Surface Temperature, ovvero misure con boe galleggianti e dispositivi marini) e misure su terraferma (che presentano, come noto, oscillazioni maggiori; in questo caso di norma le sonde sono posizionate a 2 metri al di sopra del terreno)

### Berkeley-Earth Temperatures 1950-now



La temperatura media globale (curva blu, **TMG** in seguito) dimostra chiaramente oscillazioni minori rispetto alla temperatura media artica (**TMA** in seguito) quella artica (in rosso). L'interpolazione lineare della TMG fornisce un valore di  $0,015^{\circ}\text{C}/\text{anno}$  (linea blu) , dal 1950 ad oggi.

La TMA artica ( $66,5-90^{\circ}\text{N}$ ) dimostra invece .dal 1950 al 1987 un leggero raffreddamento di  $0,0083^{\circ}\text{C}/\text{anno}$ , una decisa risalita di temperatura dal 1987 di  $0,092^{\circ}\text{C}/\text{anno}$ , il che che porta l'anomalia termica a salire di tre volte rispetto a quella globale. Ma si evidenzia altresì un rapidissimo decremento della TMA a partire dal 2020 ( $-0,25^{\circ}\text{C}/\text{anno}$  per gli ultimi 4 anni).

Si può disquisire sulla significatività di questa diminuzione in presenza di un elevato rumore di fondo, ma essa è comunque presente anche in altre rilevazioni (vedi oltre) e potrebbe essere un indizio rilevante.

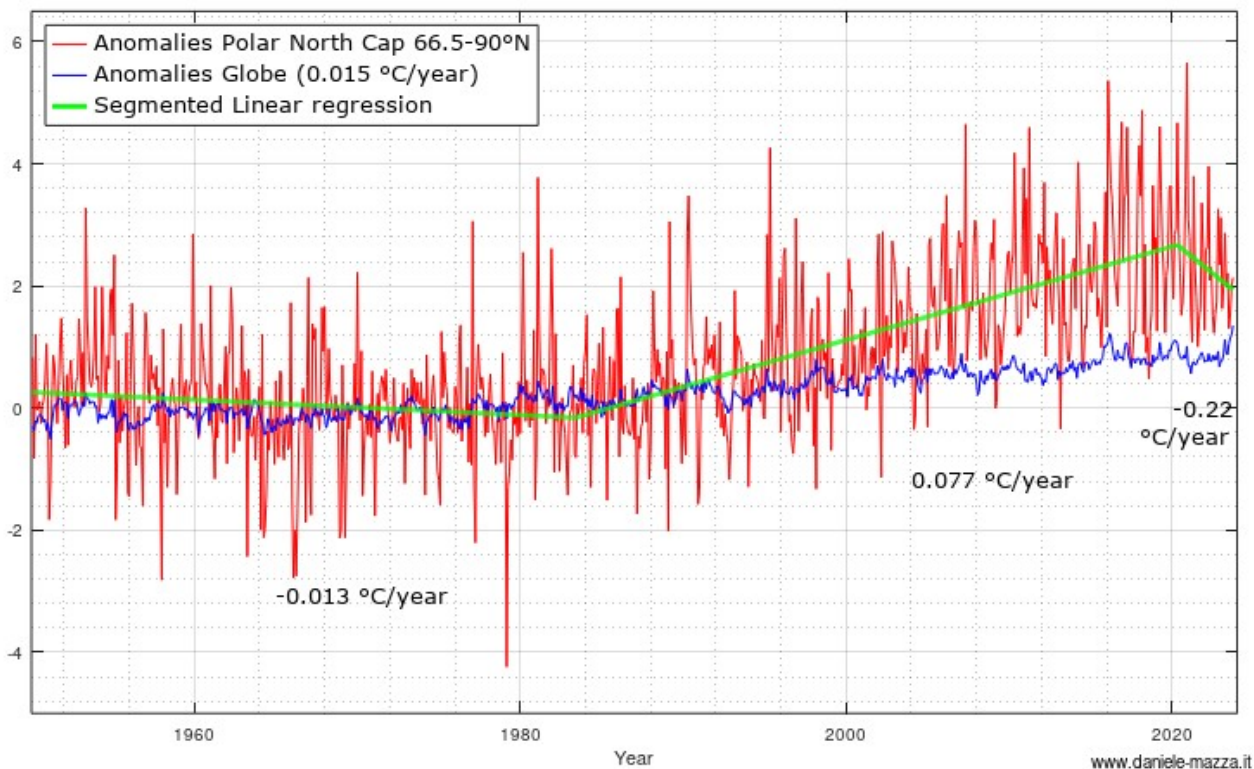
L' interpolazione lineare segmentata della TMA (linea verde) non è arbitraria ma eseguita con metodi di affinamento minimizzando gli scarti quadratici (per approfondimenti [8])

2 – **Hadley Centre/Climate Research Unit**, University of East Anglia [4].

Il database è il più aggiornato disponibile (HadCRUT 5.0) ; esso riporta le anomalie di temperatura terrestri/marine in maniera analoga al Berkeley-Earth precedente. In analogia si evince un riscaldamento medio dal 1950 di  $0,015^{\circ}\text{C}/\text{anno}$  per TMG (interpolazione lineare) mentre TMA presenta una leggera diminuzione fino al 1985, da lì una rapida risalita ( $0,077^{\circ}\text{C}/\text{anno}$ ) fino al 2020 con una ancor più ripida discesa fino al 2024 ( $-0,22^{\circ}\text{C}/\text{anno}$ ) (regressione lineare segmentata).

La sostanziale coincidenza con il precedente database rafforza le conclusioni

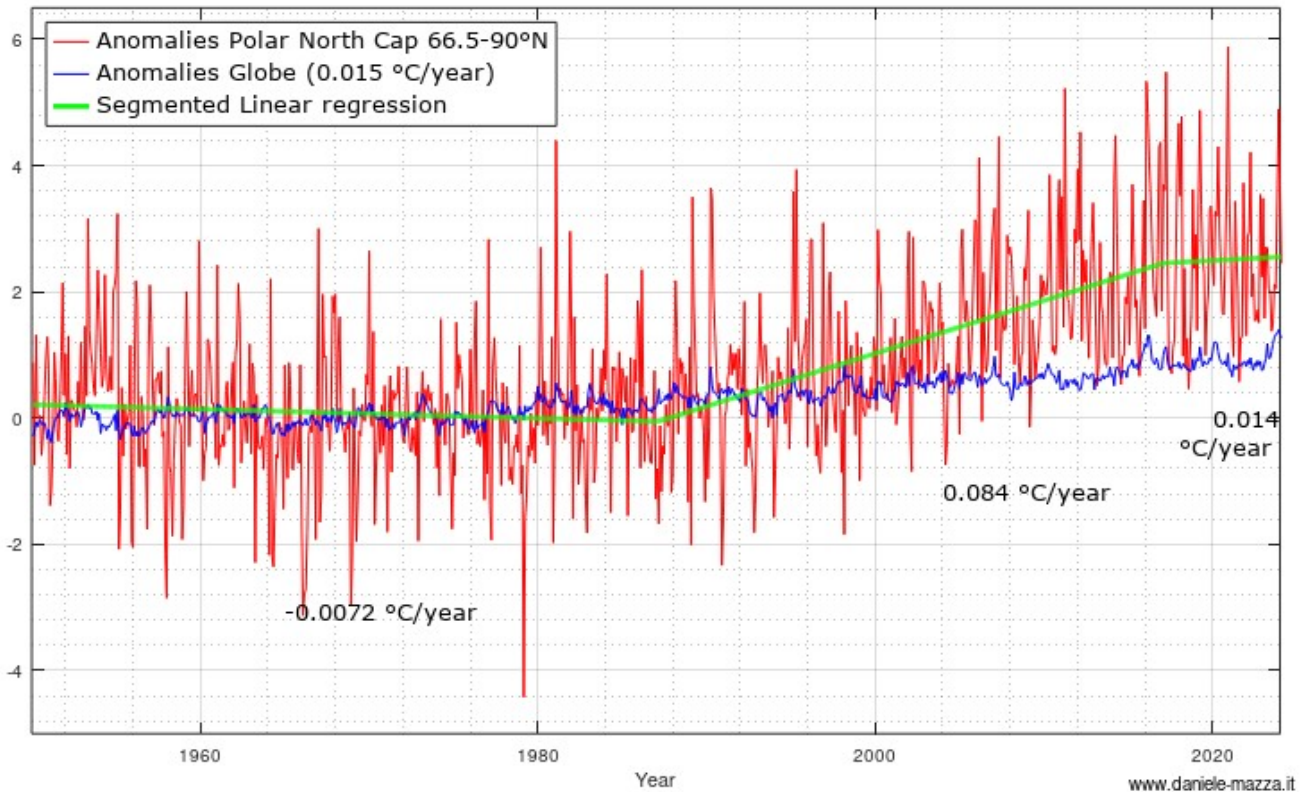
HadCRUT 5.0 Temperatures (Univ. of East Anglia & Met Office Hadley Centre)



### 3 – NASA -giss [5]

Vengono sostanzialmente riconfermati i dati precedenti con un riscaldamento medio dal 1950 di  $0,015^{\circ}\text{C}/\text{anno}$  per TMG (interpolazione lineare) mentre TMA presenta una leggera diminuzione fino al 1987 ( $0,0072^{\circ}\text{C}/\text{anno}$ ) una risalita analoga alle precedenti fino al 2018 e poi una stasi con un aumento minimo ( $0,014^{\circ}\text{C}/\text{anno}$ )

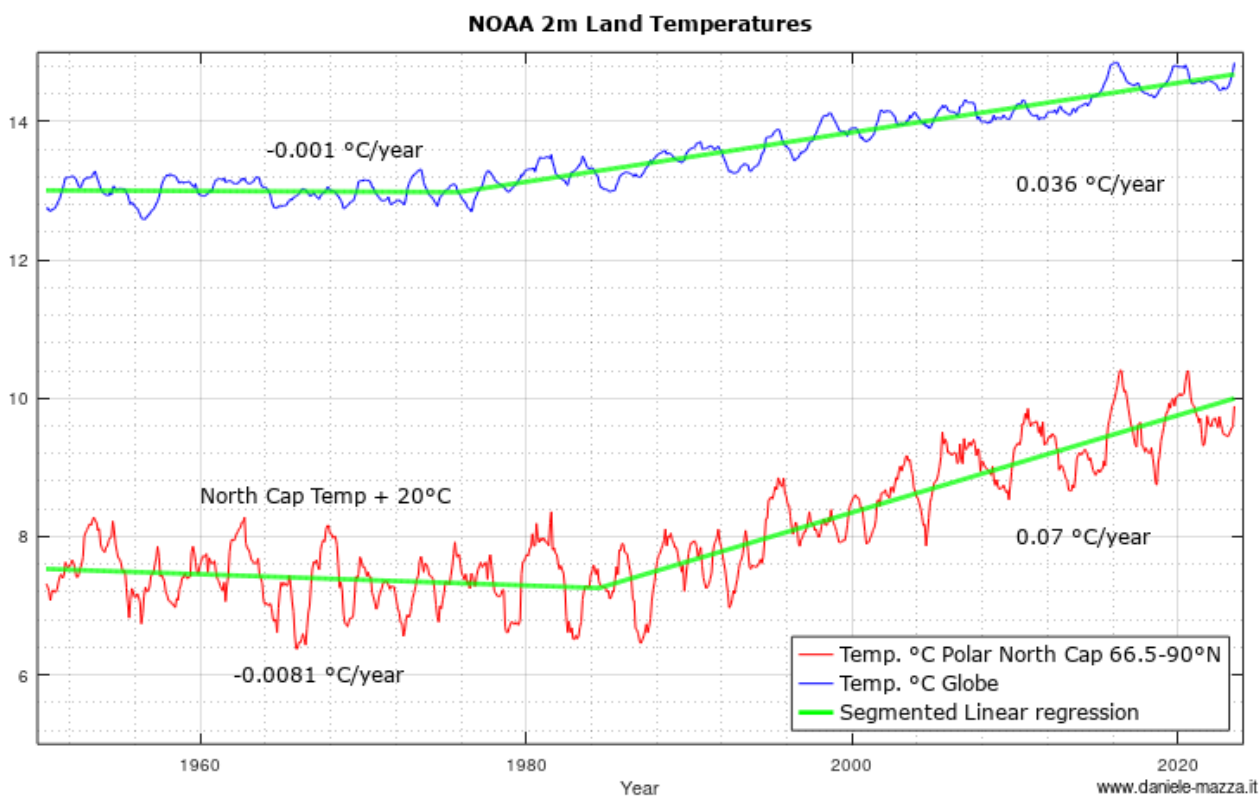
### NASA - GISS (Goddard Inst. for Space Science)



#### 4 – NOAA (2m Land temperatures) [6]

Qui le temperature sono misurate sulla terraferma e sono valori assoluti, non anomalie. Per portare in grafico le TMA sono incrementate di 20°C. L'interpolazione segmentata è stata eseguita sia per TMA che TMG, con il risultato di evidenziare per entrambe una leggera discesa fino al 1980 circa e di lì in poi un riscaldamento di 0,036°C/anno per TMG e di circa il doppio (0,07°C/anno) per TMA.

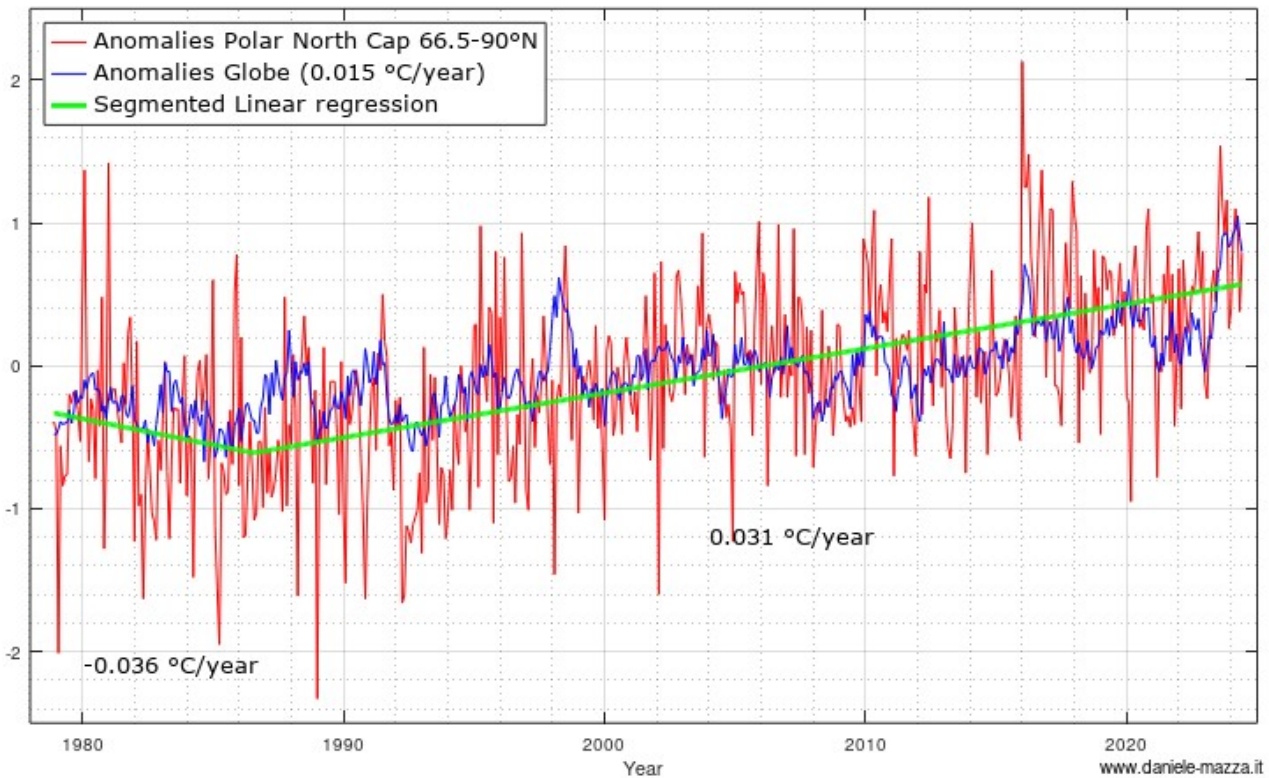
Gli oceani hanno una inerzia termica molto maggiore delle terre emerse, e questo spiega l'andamento. Non esiste però evidenza in questo caso di un qualche raffreddamento significativo per TMA negli ultimi 4-5 anni, o almeno non viene rilevato dall'interpolazione segmentata.



#### 5 – **UAH** (Lower Troposphere Temperatures)[7]

Le anomalie delle temperature in diversi strati dell'atmosfera vengono rilevate non da stazioni a terra ma da satelliti con sensori nell'IR (infrarosso). Sono disponibili diverse opzioni, quella utilizzata qui si riferisce alla bassa troposfera, uno strato di atmosfera che parte dal suolo ed arriva a 200-300 metri circa. Di conseguenza l'andamento di TMA e TMG differisce dai precedenti. In particolare non vi sono significative differenza tra loro, indice forse di una circolazione a basse quote che in qualche modo smorza gli eccessi di TMA. Pur tuttavia l'anomalia della TMG cresce come nei precedenti casi di  $0,015^{\circ}\text{C}/\text{anno}$  dal 1978 ad oggi. Non si evidenzia mediante la regressione segmentata nessuna tendenza di diminuzione nella TMA negli ultimi 4-5 anni, ma un suo aumento costante di  $0,031^{\circ}\text{C}/\text{anno}$ .

### UAH (Univ. of Alabama in Huntsville) Lower Troposphere Temperatures



### Conclusioni

Esaminando mediante la tecnica della regressione lineare segmentata la TMA e la TMG di 5 database, 2 hanno evidenziato un netto raffreddamento nella TMA dal 2020, 1 un andamento costante e infine 2 nessuna significativa deviazione dalla salita costante dagli anni '80. Questo a fronte di un costante riscaldamento TMG dal 1950 ad oggi, costantemente ed in tutti i casi di  $0,015\text{°C/anno}$ .

Questo aumento annuale è comune a tutte le serie esaminate, quindi dovrebbe essere molto affidabile. Attenzione a questo valore: affermare che un mese (es. giugno 2024) è stato globalmente più caldo del corrispettivo 2023 implica che la precisione nella misura di temperatura debba essere globalmente inferiore al centesimo di grado, cosa che ben poche stazioni riescono ad ottenere. Inoltre le oscillazioni locali garantiscono una affidabilità delle medie globali e del loro trend solo per periodi di almeno 10 anni o più.

La copertura nevosa non è in significativa diminuzione negli ultimi anni nell'emisfero Nord e forse in leggera ripresa, così come la copertura dei ghiacci in Groenlandia, contrariamente alla narrativa corrente *main-stream*.

Nonostante il caldo afoso di questa seconda metà di luglio, almeno nel BelPaese, potrebbero esserci dei segnali di inversione di tendenza nella calotta polare artica dal 2020 ad oggi; se saranno forieri di un futuro *global cooling* in quelle lande è presto dirlo. Andranno ricontrollati anno dopo anno prima di evidenziare una tendenza e dedurne eventualmente un inizio di raffrescamento globale.



**Riferimenti**

- [1] *climate.rutgers.edu/snowcover* ; *climexp.knmi.nl*→snow cover (equivalenti)
- [2] arctic monitoring web site , greenlad ice sheet → *polarportal.dk*
- [3] *berkeleyearth.org* , independent non-profit organization focused on environmental data science and analysis
- [4] Met Office Hadley Centre Climate Research Unit, University of east Anglia  
*uea.ac.ukweb/groups-and-centres/climate-research-unit/data*
- [5] NASA – Goddard Institute for Space Studies *data.giss.nasa.gov/gistemp*
- [6] GHCN/CAMS 2m analysis of land surface temperatures, National Weather Service, Climate Prediction Center *cpc.ncep.noaa.gov*
- [7] University of Alabama in Huntsville [www.uah.edu](http://www.uah.edu) *drroyspencer.com*
- [8] <https://www.daniele-mazza.it/tools/seg-regr.html>