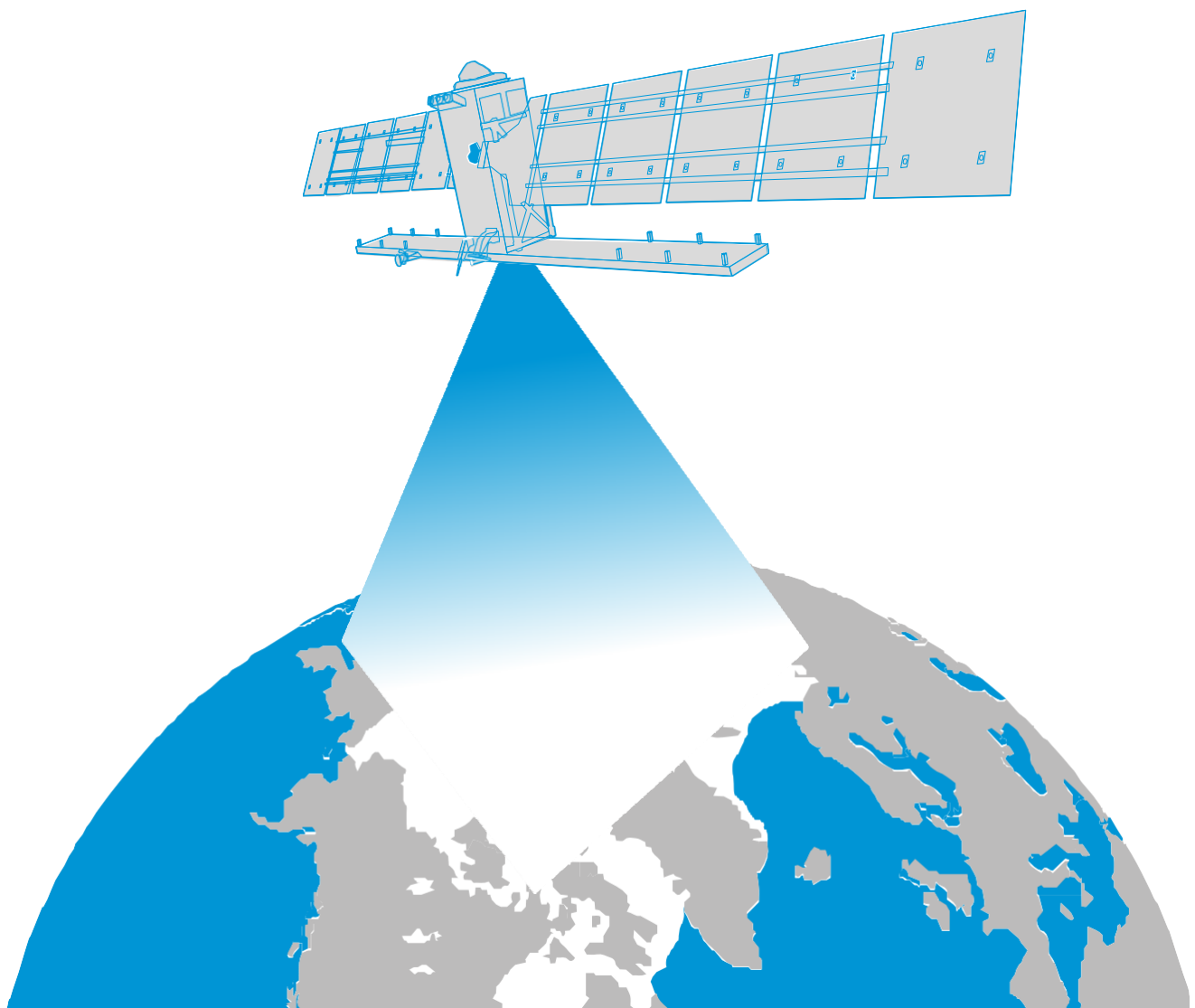


TEACH WITH SPACE

Insegniamo con lo Spazio - scuola secondaria

→ I MARI GLACIALI DALLO SPAZIO

Lo studio del Mar Glaciale Artico e la sua connessione con il clima



Presentazione	Pag. 3
Sommario delle attività	Pag. 4
Introduzione	Pag. 5
Approfondimento	Pag. 6
Attività 1: Quando l'oceano si congela	Pag. 8
Attività 2: I mari glaciali oggi	Pag. 10
Attività 3: I mari glaciali attraverso le stagioni	Pag. 11
Schede per gli studenti	Pag. 12
Per approfondire	Pag. 19
Chi siamo	Pag. 20
Allegato	Pag. 21

Risorsa originale — Sea ice from space | G04 www.esa.int/education

Risorsa tradotta e adattata da ANISN – Associazione
Nazionale Insegnanti Scienze Naturali



Per maggiori informazioni contattare ESERO Italia: www.esero.it

Copyright © European Space Agency 2021

→ I MARI GLACIALI DALLO SPAZIO

Lo studio del Mar Glaciale Artico e la sua connessione con il clima

Informazioni chiave

Discipline: Geografia, Scienze Naturali

Età alunni: 13-17 anni

Tipologia: attività per gli studenti

Complessità: facile

Tempi richiesti: 30 minuti per ogni attività

Costo: basso (0 -10 Euro)

Luogo esperienza: in classe, oppure in laboratorio

Necessita dell'uso di: ghiaccio, computer, internet
Parole chiave: osservazione della Terra, banchisa, ghiaccio marino, Artico, clima, cambiamento climatico, geografia, scienze naturali

Breve descrizione

In questa serie di attività gli studenti potranno studiare i ghiacci del Mar Glaciale Artico. Inizieranno con un'esperienza pratica su cosa succede quando l'oceano "si congela". Successivamente utilizzeranno delle immagini satellitari per analizzare la concentrazione e l'estensione della banchisa artica e come questa sia cambiata nelle ultime decadi. Impareranno dove si trovano i mari glaciali nel pianeta e analizzeranno una serie di dati satellitari attraverso il tempo, aggiornati fino ad oggi, sulla concentrazione del ghiaccio marino nell'Artide. Questa attività si focalizza su uno dei più importanti indicatori che gli scienziati utilizzano per lo studio del cambiamento climatico e delle sue possibili conseguenze.

Obiettivi di apprendimento

- Imparare che cos'è il ghiaccio marino e dove si possono trovare i mari glaciali sulla Terra.
- Comprendere l'importanza dei mari glaciali e la loro relazione con il clima della Terra.
- Comprendere come le azioni umane e i processi fisici interagiscono per influenzare e cambiare il paesaggio, l'ambiente e il clima.
- Utilizzare le risorse web per ricavare e analizzare i dati satellitari.
- Comprendere come i satelliti di osservazione della Terra possono essere utilizzati per caratterizzare e monitorare il ghiaccio marino.

→ Sommario delle attività

	Titolo	Descrizione	Traguardi	Prerequisiti	Durata
1	Quando l'oceano si congela	Confronto tra il ghiaccio di acqua dolce e quello di acqua di mare con un'esperienza pratica.	Comprendere cosa succede quando congela l'acqua salata e quindi l'importanza del ghiaccio marino.	Nessuno	30 minuti
2	I mari glaciali oggi	I mari glaciali nel mondo e l'analisi degli ultimi dati satellitari sulla concentrazione del ghiaccio nell'Artico.	Apprendere dove si trovano i mari glaciali nella Terra e come si analizzano i dati satellitari sulla concentrazione dei ghiacci marini.	La conoscenza delle correnti oceaniche sarebbe opportuna	30 minuti
3	I mari glaciali attraverso le stagioni	Analisi dei dati satellitari sui ghiacci marini attraverso il tempo.	Identificare i cambiamenti a breve e a lungo termine, che aiutano nella caratterizzazione e nel monitoraggio dei mari glaciali.	Attività 2	30 minuti

→ I MARI GLACIALI DALLO SPAZIO

Lo studio del Mar Glaciale Artico e la sua connessione con il clima

→ Introduzione

Ogni anno, negli oceani polari si osserva la formazione e il successivo scioglimento di grande quantità di ghiaccio marino. Il loro ciclo stagionale è una delle componenti più dinamiche del sistema climatico terrestre.

Nonostante i ghiacci marini si trovino principalmente nelle regioni polari, questi sono comunque in grado di influenzare il clima globale del nostro pianeta. Le banchise cambiano la riflettività degli oceani e agiscono come una barriera allo scambio di calore e umidità tra l'oceano e l'atmosfera. I cambiamenti stagionali nei ghiacci polari giocano inoltre un ruolo significativo nella circolazione globale delle correnti oceaniche. Infatti, la formazione del ghiaccio comporta un aumento della salinità e quindi della densità delle acque superficiali. Le acque polari, fredde e dense, affondano progressivamente verso il basso, man mano che si muovono negli oceani verso l'equatore, mentre le acque calde viaggiano dall'equatore verso i poli. Quando il ghiaccio si scioglie, un flusso di nuova acqua fredda viene rilasciato nello strato superficiale degli oceani e questo diminuisce la salinità e la densità dell'acqua, che forma dunque un nuovo strato più leggero e meno denso.

Il ciclo stagionale del ghiaccio non ha effetti solo sul clima, ma anche sulle attività umane, come nella logistica del trasporto marittimo, e sugli habitat biologici. L'ecosistema artico, infatti, ospita molti organismi, dai batteri microscopici (fitoplancton e alghe), agli animali più grandi, come gli orsi polari e le foche, che dipendono dalla banchisa per la loro sopravvivenza.

I satelliti ci permettono di utilizzare un prezioso punto di vista complessivo sulle regioni polari, fornendo dati su aree remote ed ostili, che prima erano impossibili da ottenere. Per il monitoraggio dei ghiacci marini sono utilizzati diversi tipi di sensori, da quelli ottici ai sensori passivi per le microonde o gli infrarossi. Diverse missioni dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) hanno studiato o stanno studiando i ghiacci marini terrestri. Tra queste ci sono il satellite dell'ESA *Cryosat*, la missione *Earth Explorer* e la famiglia di satelliti *Copernicus Sentinels*, sviluppati per monitorare il nostro fragile pianeta.



↑ Il satellite *Cryosat* dell'ESA ha come scopo la misura dello spessore dei ghiacci marini polari e il monitoraggio dei cambiamenti nei blocchi di ghiaccio che ricoprono la Groenlandia e l'Antartide.

Grazie a questo set di attività, analizzando direttamente i dati reali dei satelliti sulla concentrazione dei ghiacci marini nell'Artico, gli studenti saranno stimolati a comprendere l'importanza dei mari glaciali e perché sono soggetti così rilevanti per lo studio degli scienziati. Potranno inoltre comprendere come le loro variazioni, apparentemente non direttamente collegabili alla nostra vita quotidiana, sono in grado in realtà di influenzare l'intero pianeta.

→ Approfondimento

Che cosa sono i ghiacci marini?

I ghiacci marini sono semplicemente acqua salata ghiacciata. A differenza degli iceberg o dei ghiacciai, che si formano sulla terraferma, i ghiacci marini si formano, crescono e si fondono direttamente negli oceani. Il processo di formazione del ghiaccio marino è molto complesso ed è influenzato dalle proprietà fisiche dell'acqua e del ghiaccio. La quantità di sale contenuta nell'acqua marina influenza il punto di congelamento: più è alto il contenuto in sale, più bassa sarà la temperatura di congelamento.

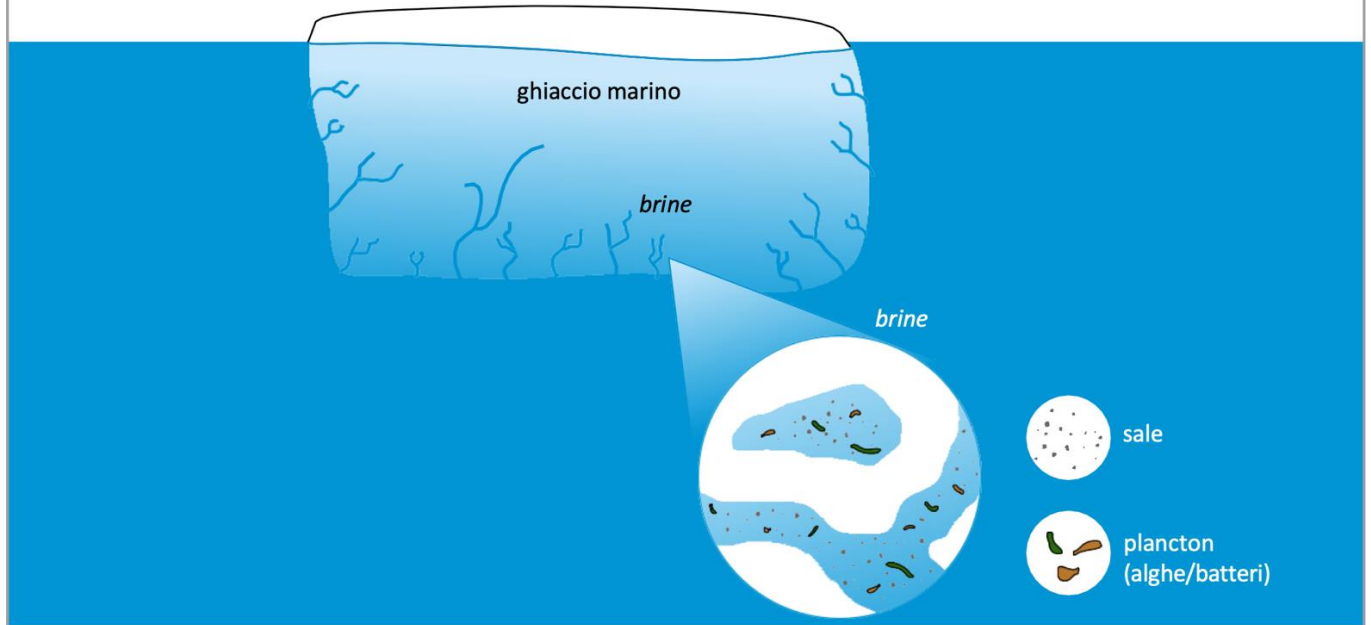


↑ Ogni anno il Mar Glaciale Artico mostra la formazione e il successivo scioglimento di larghe quantità di ghiaccio che galleggiano lungo la superficie del mare, formando la banchisa.

Un habitat per la vita microscopica

L'acqua marina ha un basso contenuto salino, poiché la maggior dei sali viene persa durante la formazione del ghiaccio: gli ioni costitutivi del sale, infatti, non possono trovare posto nella struttura cristallina del ghiaccio e, pertanto, sono espulsi dal solido. Questo fa sì che alcune particelle di sale possano a loro volta accumularsi nell'acqua liquida circostante, oppure che queste restino intrappolate in piccole cavità o dei canali all'interno dei cristalli di ghiacci. Queste zone sono dette *brine*, (in inglese, letteralmente: acqua salmastra) e non riescono a congelare proprio a causa dell'elevata concentrazione salina. I *brine* non sono formati solo di sale, ma intrappolano al loro interno anche dei microorganismi come il plancton. Esistono diversi processi che portano al rilascio del contenuto dei *brine* e permettono alle alghe fotosintetiche di crescere al di sotto del ghiaccio marino. Queste alghe diventano così il cibo non solo per piccoli animali marini, ma addirittura per le balene. Durante l'inverno, quando l'Artico non riceve luce solare, questi organismi non sono attivi. Durante la primavera, quando la luce diventa nuovamente disponibile per la fotosintesi, e per tutta l'estate, quando l'acqua si scalda, il ghiaccio si scioglie e le alghe unicellulari e altri microorganismi vengono rilasciati nell'oceano, diventando cibo per gli animali più grandi.

Figura 3



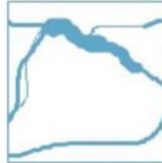


↑ I *brine* sono piccole cavità o canali di acqua salmastra che fanno da microhabitat per alghe del ghiaccio.

Le misure del ghiaccio marino

A partire dal 1979, vari satelliti hanno fornito una serie continua di dati sulla superficie ghiacciata dei mari terrestri. I dati ottenuti dagli strumenti installati nei satelliti sono processati in elementi digitali fotografici, detti pixel. Ogni pixel copre solitamente un'area massima di 25 km x 25 km. Gli scienziati sono in grado di calcolare la quantità di ghiaccio in ogni pixel.

Quando si analizzano i dati del ghiaccio marino è importante comprendere il tipo di misura che si vuole utilizzare. L'**area dei ghiacci marini** corrisponde all'area di questi misurata effettivamente all'interno di ogni singolo pixel. La **concentrazione dei ghiacci marini**, invece, è la percentuale del pixel coperta dal ghiaccio. Questa può essere calcolata dividendo l'area dei ghiacci marini per l'area dell'intero pixel. Per esempio, se in un pixel di 625 km² si osserva una copertura di ghiaccio di 62,5 km², allora la concentrazione dei ghiacci marini per quel pixel sarà del 10%. Molti scienziati utilizzano un ulteriore valore detto **estensione dei ghiacci marini**. Secondo questo valore ogni pixel viene considerato coperto o non coperto dal ghiaccio a seconda che si applichi o meno la seguente regola: se la concentrazione di ghiaccio marino è superiore al 15%, allora l'intero pixel viene classificato con presenza di ghiaccio.

Misure di ghiaccio marino per pixel di 25 km x 25 km (625 km ²)			
Area dei ghiacci marini	12,5 km ²	100 km ²	562,5 km ²
Concentrazione dei ghiacci marini	2%	16%	90%
Estensione dei ghiacci marini	Nessuna (concentrazione <15%)	625 km ²	625 km ²

↑ Tabella 1: Riassunto delle differenti misure dei ghiacci marini ottenibili da un pixel che rappresenta un'area di 25 km x 25 km, pari a 625 km². (in blu l'acqua liquida, in bianco le superfici ghiacciate)

Quando gli scienziati decidono di utilizzare una di queste misure, devono considerare diversi aspetti. Mentre la misura dell'area potrebbe sembrare la "più corretta", il modo in cui questo dato viene acquisito è particolarmente importante. La maggior parte dei satelliti forniscono agli scienziati dei dati con informazioni sulle diverse condizioni della superficie del mare all'interno di un singolo pixel. Nei mesi nei quali il ghiaccio si scioglie, l'acqua liquida che si forma al di sopra del ghiaccio non ancora sciolto potrebbe essere confusa come acqua completamente libera da ghiaccio. Questo significa che la concentrazione dei ghiacci marini e la percentuale degli oceani coperta da questi potrebbe essere sottostimata. Nei mesi invernali, invece, la concentrazione dei ghiacci marini potrebbe essere sovrastimata, a causa delle limitazioni nei sensori che non riescono ad individuare ogni frattura nel ghiaccio della banchisa.

→ Attività 1 – Quando l’oceano congela

In questa attività gli studenti comprenderanno alcune proprietà del ghiaccio di acqua di mare, confrontando blocchi di ghiaccio ottenuti da acqua dolce e acqua salata.

Questa attività richiede almeno due giorni per essere completata, in quanto è necessario lasciare abbastanza tempo all’acqua per congelare.

Materiali

- Scheda per gli studenti per ogni gruppo
- Due barattoli o becher da 250 ml
- Cucchiaini
- Un vassoio
- Caraffa o cilindro graduati
- Sale da cucina
- Coloranti alimentari

Procedimento

Iniziate l’attività chiedendo agli studenti se sono a conoscenza dei mari glaciali e se pensano che il loro studio possa essere importante. Questa domanda verrà fatta nuovamente durante la discussione conclusiva sull’attività.





Gli studenti riceveranno due campioni da analizzare, uno di acqua corrente (dolce) ed uno di acqua salata, e ne osserveranno le differenze aggiungendo ad entrambi i campioni alcune gocce di colorante alimentare.

Le istruzioni per la preparazione e l’esercitazione sono fornite nella scheda per gli studenti. I docenti possono scegliere di svolgere le attività 2 e 3 nello stesso giorno in cui viene fatta la preparazione dei campioni e discutere l’attività 1 nel giorno successivo. In alternativa è possibile svolgere l’attività 1 solo come dimostrazione.

I contenitori di plastica dovrebbero essere più facili da utilizzare, in quanto possono essere successivamente tagliati con facilità dagli studenti per rimuovere il ghiaccio. Nel caso in cui siano utilizzati barattoli o i becher in vetro, gli studenti potrebbero aver bisogno di porli sotto acqua calda per qualche minuto prima di poter estrarre il ghiaccio. Una volta liberati i blocchi, questi dovrebbero essere posti in dei vassoi, in modo da poter contenere l’acqua liquida che si formerà.

È possibile estendere l’attività appena descritta aggiungendo un ulteriore campione in cui si aggiungono almeno 5 cucchiaini di sale da cucina in 200 ml di acqua corrente. In questo caso, a causa dell’alta concentrazione di sale, non si avrà il congelamento completo, mostrando quindi perché i *brine* all’interno dei ghiacci marini non congelano.

Risultati

	Acqua corrente (dolce)	Acqua marina (salata)
Prima di aggiungere il colorante alimentare	<p>Limpido e quasi trasparente</p> 	<p>Opaco e con struttura porosa</p> 
Dopo l'aggiunta del colorante alimentare	<p>Il colorante alimentare non penetra all'interno del blocco di ghiaccio e scorre sul lato o si accumula in alto.</p> 	<p>Il colorante alimentare penetra all'interno del blocco di ghiaccio e i canali al suo interno diventano visibili.</p> 

↑ Tabella 2: Riassunto dei risultati

Discussione

Gli studenti dovrebbero osservare che il ghiaccio di acqua salata appare opaco, mentre solitamente quello di acqua dolce è limpido. Dopo l'aggiunta del colorante alimentare gli studenti potranno facilmente individuare i canali di acqua salmastra (*brine*) che si formano solo nel blocco di ghiaccio di acqua salata.

Il ghiaccio di acqua dolce e quello di acqua salata, infatti, hanno una struttura molto differente: quando l'acqua dolce congela, le molecole d'acqua si dispongono in una struttura cristallina esagonale. Tuttavia, se sono presenti sali disciolti in acqua, i loro ioni non possono diventare parte della struttura cristallina dell'acqua ghiacciata e, pertanto, vengono espulsi concentrandosi in piccole cavità o canali all'interno del solido.

Gli studenti dovrebbero poter concludere che il ghiaccio marino gioca un ruolo fondamentale nell'ecosistema polare, costituisce l'habitat per molti organismi, dai microorganismi agli animali più grandi. A seconda del livello degli studenti, si potrebbe anche discutere di come la formazione del ghiaccio marino porti ad un cambiamento della salinità nell'acqua circostante e, di conseguenza, questa abbia un impatto sulle correnti oceaniche.

→ Attività 2 – I mari glaciali oggi

In questa attività, gli studenti osserveranno la distribuzione globale dei mari glaciali. Potranno inoltre analizzare i dati satellitari più recenti sulla concentrazione dei ghiacci marini nell'Artico.

Materiali

- PC con accesso ad internet
- Scheda per gli studenti per ogni gruppo

Procedimento

Prima di iniziare ad analizzare i dati reali, si discuterà con gli studenti se si aspettano di trovare mari glaciali nell'emisfero boreale. A tale scopo gli studenti potranno analizzare una mappa dell'Emisfero Boreale e indicare le aree nelle quali si aspettano di trovare dei mari glaciali (Figura A2 nella scheda per lo studente). Le località sono 1, 3, 4 e 8. Le altre aree subiscono l'influenza della Corrente del Golfo, che è una corrente dell'Oceano Atlantico che trasporta acque calde verso Nord, impedendo alle acque circostanti di congelare. A seconda del livello degli studenti, la risorsa "*Highways of the Oceans*" (riportata nelle risorse web) potrebbe essere una buona base di partenza per l'indagine. Nell'Emisfero Australe è possibile individuare dei mari glaciali intorno all'Antartide.

Nel sito (<https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration>) dell'Università di Brema (Germania) gli studenti potranno trovare tutti i dati aggiornati sulla concentrazione dei ghiacci marini nel Mar Glaciale Artico. I dati sono ottenuti dallo strumento *Advanced Microwave Scanning Radiometer 2*, a bordo del satellite GCOM-W della JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*, l'agenzia spaziale giapponese).

Descrivendo il concetto di concentrazione dei ghiacci marini, gli studenti dovrebbero comprendere che la concentrazione dello 0% indica l'acqua non ghiacciata (mare aperto). C'è un'area intorno al Polo Nord che non è coperta dalle immagini del satellite, quindi non è possibile conoscere la concentrazione reale di quella zona, che è rappresentata da un cerchio grigio scuro. Gli studenti dovrebbero indicare sulla mappa dove si trova il ghiaccio marino e individuare tramite la legenda come sia distribuita e come vari la sua concentrazione.

Nella sezione delle risorse web è possibile trovare ulteriori link a piattaforme che forniscono l'accesso ai dati del ghiaccio marino, tra cui quelli provenienti da satelliti ESA. Una nuova missione, *Copernicus Imaging Microwave Radiometer (CIMR)*, è attualmente in via di sviluppo e in futuro fornirà in modo continuo misure della concentrazione dei ghiacci marini nel Mar Glaciale Artico e negli oceani meridionali che circondano l'Antartide.

Gli studenti dovrebbero comprendere quanto i satelliti possono essere estremamente utili per monitorare i luoghi remoti nei quali normalmente si trovano i mari glaciali. A seconda del livello degli studenti, i docenti potrebbero discutere con loro alcune proprietà dello spettro elettromagnetico e l'uso nei satelliti di diversi sensori e tecniche per l'acquisizione dei dati. Per esempio, la tecnologia radar permette ai satelliti di "vedere" durante la notte e attraverso le nuvole. Queste capacità sono molto importanti nel monitoraggio dei ghiacci marini, considerando i lunghi inverni polari e le condizioni di copertura nuvolosa che spesso si registrano nelle regioni polari.

→ Attività 3 – I mari glaciali attraverso le stagioni

In questa attività, gli studenti discuteranno cosa si aspettano a proposito del cambiamento stagionale nei ghiacci marini e analizzeranno i dati della loro estensione attraverso il tempo.

Materiali

- Scheda per gli studenti per ogni gruppo

PROCEDIMENTO

Prima di analizzare i dati reali, gli studenti discutono su ciò che si aspettano. Dovrebbero aspettarsi che si verificano dei cambiamenti stagionali nelle estensioni dei ghiacci marini e che questi dovrebbero essere complessivamente diminuiti negli ultimi anni, a causa dell'aumento globale della temperatura.

Dopo aver analizzato i dati più recenti dei mari glaciali (attività 2), gli studenti per prima cosa analizzeranno quanto cambia la loro estensione nel corso di un anno e, successivamente, nel corso di diversi anni. I docenti possono trovare delle mappe mensili scaricabili al seguente link web: <https://climate.copernicus.eu/sea-ice>.

Anche sul sito del servizio di monitoraggio degli ambienti marini dell'Unione Europea (*E.U. Copernicus Marine environment monitoring service*, [link sito](#)), è possibile ottenere grafici e dati sull'estensione dei ghiacci marini nell'Emisfero Boreale per diversi anni. I docenti possono visitare questo sito anche per scaricare i dati più recenti.

Nell'allegato a questa guida è mostrato proprio un grafico proveniente dall'E.U. Copernicus Marine Service Information, che mostra l'andamento dell'estensione dei ghiacci marini nell'Emisfero Boreale fra il 1993 e il 2017 e la media dell'estensione per il periodo 1993-2014, e negli anni 2012 e 2014.

Dall'analisi dei grafici dell'allegato gli studenti potranno concludere che annualmente l'estensione dei ghiacci raggiunge il suo minimo estivo a settembre e il suo massimo invernale a marzo. Gli studenti potranno inoltre concludere che l'andamento della media annuale dell'estensione dei ghiacci marini artici nel periodo 1993-2017 indica che si è verificata approssimativamente una riduzione del 6% per decade.

È inoltre molto importante che gli studenti comprendano la relazione tra il riscaldamento globale, lo scioglimento dei ghiacci marini e continentali e le conseguenze che ne derivano. Questo è uno degli obiettivi delle attività "L'effetto serra e le sue conseguenze", disponibile tra le risorse ESERO Italia (vedere nella sezione delle risorse web), che esplora nel dettaglio il riscaldamento globale e l'effetto dello scioglimento dei ghiacci marini e continentali sul livello dei mari e l'effetto dell'albedo.

Approfondimento – dibattito in classe: le conseguenze di un Mar Glaciale Artico senza ghiaccio.

In una possibile estensione di questa attività, gli studenti possono essere invitati a dibattere sulle conseguenze di un Artico senza ghiacci permanenti e cosa comporterebbe questo per il clima della Terra e per le attività umane (per esempio sulle rotte commerciali di trasporto delle merci). Potranno dunque discutere le diverse posizioni sia da un punto economico, che da un punto di vista ambientale.

Una possibile rotta attraverso l'Artico porterebbe a un trasporto più rapido di beni tra l'Europa e il Sud-Est asiatico. Ma ci sarebbero molte altre conseguenze: le rotte più brevi possono essere viste come più sostenibili, in quanto richiedono meno carburante per

essere percorse. Tuttavia, l'aumento di traffico delle merci, comporterebbe molte più navi in circolazione, con i rischi legati all'inquinamento acustico o a potenziali rischi di dispersione del carburante, che potrebbero alterare fortemente l'ambiente artico. Inoltre, mentre tali rotte sarebbero spesso percorribili d'estate, non potrebbero essere realisticamente pianificate per i mesi invernali, a causa dei forti cambiamenti stagionali.

Questi sono solo alcuni dei punti che potrebbero essere discussi dagli studenti. In generale, è importante comunque tenere presente il ruolo chiave giocato dal ghiaccio marino nel clima dell'intero pianeta.

→ I MARI GLACIALI DALLO SPAZIO

Lo studio del Mar Glaciale Artico e la sua connessione con il clima

L'Artico è l'area situata più a Nord del nostro pianeta. Nel Mar Glaciale Artico molte aree sono interamente o parzialmente coperte di ghiaccio per la maggior parte dell'anno e questo rende estremamente difficoltoso per esploratori e scienziati accedervi per compiere delle ricerche.

Fin dal 1979 i satelliti stanno monitorando il ghiaccio marino che forma la banchisa artica. Diversi tipi di tecnologie sono state utilizzate per ottenere questo obiettivo. Analizzare l'Artico dallo spazio ci permette di acquisire dati e monitorare i cambiamenti in aree per le quali prima era semplicemente impossibile.

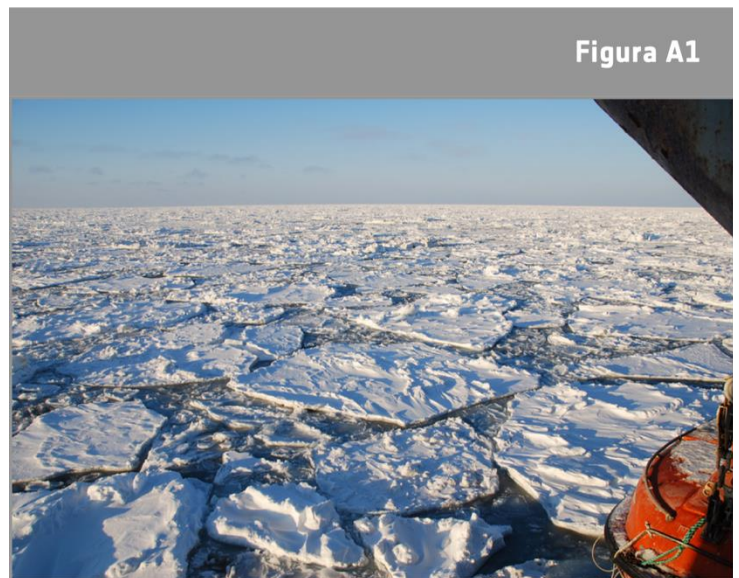


Figura A1

↑ La sottile banchisa di ghiaccio marino del Mar Glaciale Artico

In questo set di attività, utilizzerai immagini satellitari per analizzare la concentrazione e l'estensione dei ghiacci marini, osservando come questi parametri siano cambiati drasticamente nelle ultime decadi. In questo modo potrai così analizzare uno dei più importanti indicatori che gli scienziati utilizzano per studiare il cambiamento climatico e le sue possibili conseguenze. Lavorerai come un vero scienziato del clima!

Lo sapevi?

Circa il 12% della superficie degli oceani del pianeta è ricoperta da ghiaccio marino. Anche se questo si trova principalmente nelle regioni polari, è in grado di influenzare l'intero clima globale. Il ghiaccio marino, infatti, è in grado di cambiare la riflettività degli oceani e si comporta da barriera influenzando lo scambio di calore e umidità tra l'oceano e l'atmosfera. Il ghiaccio marino, inoltre, ha un ruolo significativo nella circolazione globale oceanica delle correnti. I cambiamenti nei ghiacci marini rappresentano una delle sfide più importanti per gli scienziati che stanno cercando di predire il cambiamento climatico del pianeta.



→ Attività 1 – Quando l’oceano congela

In questa attività, analizzerai alcune proprietà del ghiaccio marino, confrontando due blocchi di ghiaccio ottenuti da acqua dolce e acqua salata. Al termine dell’esperienza potrai comprendere l’importanza del ghiaccio marino.

Materiali

- Due barattoli o becher da 250 ml
- Cucchiaini
- Un vassoio
- Caraffa o cilindro graduati
- Sale da cucina
- Coloranti alimentari

Procedimento

Nota: I punti da 1 a 4 devono essere svolti almeno un giorno prima dei punti successivi.

1. Riempi ogni barattolo con circa 200 ml di acqua corrente.
2. In uno dei barattoli, aggiungi 1 cucchiaino e mezzo di sale da cucina e mescola fino a che il sale non è sciolto completamente.
3. Etichetta i contenitori.
4. Mettili in freezer per almeno una notte.
5. Il giorno successivo estrai i due blocchi di ghiaccio dai barattoli e mettili sul vassoio con il lato aperto rivolto verso l’alto. Descrivi il loro aspetto nella tabella 1.
6. Che cosa pensi che accadrà quando aggiungerai il colorante alimentare ai blocchi di ghiaccio? Il comportamento sarà lo stesso per entrambi i blocchi? Scrivi le tue ipotesi nel seguente spazio:

-
7. Aggiungi alcune gocce di colorante alimentare al blocco di acqua dolce e osserva cosa accade. Riporta le tue osservazioni nella tabella 1.
 8. Aggiungi alcune gocce di colorante alimentare al blocco di acqua salata e osserva cosa accade. Riporta le tue osservazioni nella tabella 1.

Risultati

	Acqua corrente (dolce)	Acqua marina (salata)
Prima di aggiungere il colorante alimentare		
Dopo l'aggiunta del colorante alimentare		

↑ Tabella 1: Riassunto dei risultati

Discussione

1. Descrivi e spiega le differenze nelle caratteristiche dei due blocchi di ghiaccio prima dell'aggiunta del colorante alimentare.

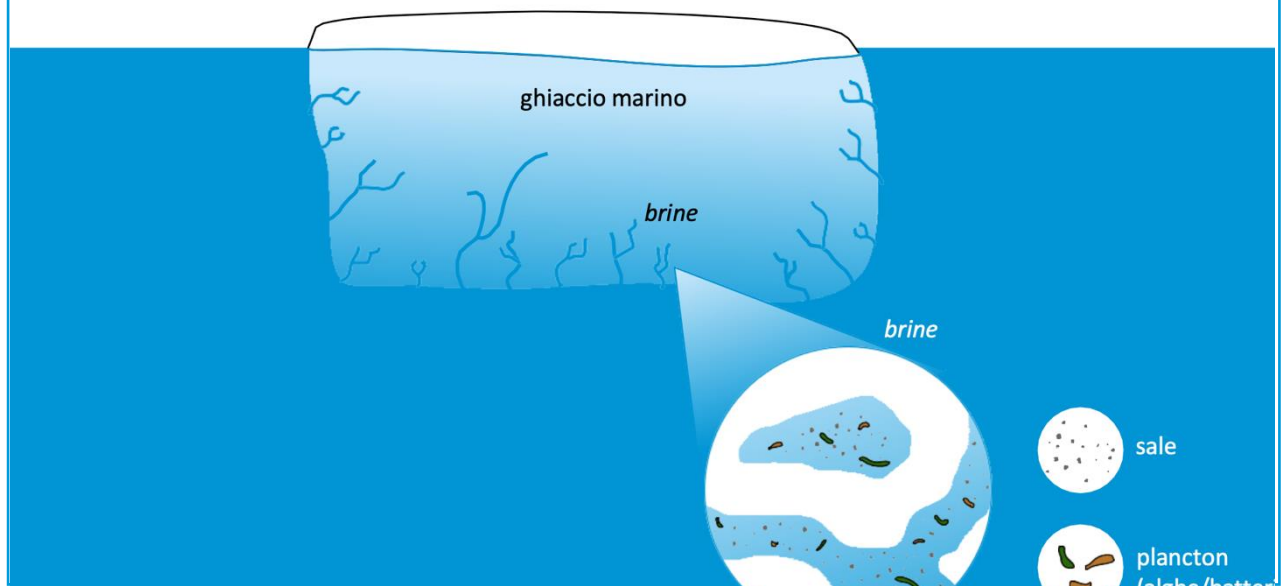
2. Descrivi le differenze tra i due blocchi di ghiaccio dopo l'aggiunta del colorante alimentare. I risultati hanno confermato la tua ipotesi iniziale?

3. Tramite una discussione con i membri del tuo gruppo, prova a spiegare le differenze che hai osservato dopo l'aggiunta del colorante alimentare.

4. Perché ritieni che sia importante lo studio dei ghiacci marini?

Lo sapevi?

Il sale che normalmente è disciolto negli oceani si accumula in piccole cavità o canali di acqua salmastra quando l'acqua solidifica, dette *brine*, in inglese. Questi presentano una concentrazione salina così alta che l'acqua non riesce a solidificare e pertanto resta liquida. In questo modo possono ospitare anche altro... come la vita! Microorganismi, come alghe, batteri o vermi vivono proprio nei ghiacci marini e sono una parte molto importante della catena alimentare marina. Gli scienziati stanno studiando come la vita possa sopravvivere in queste condizioni estreme per cercare habitat extraterrestri che potrebbero ospitare la vita.



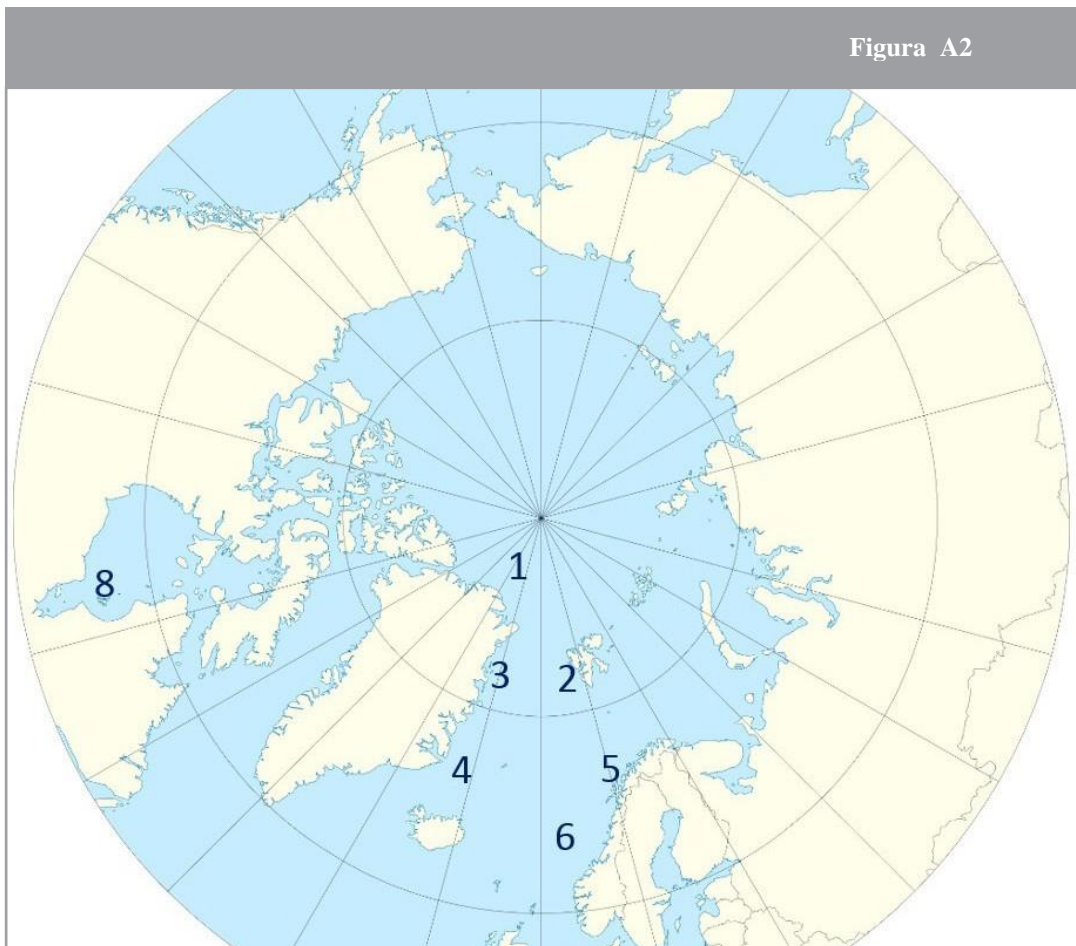
→ Attività 2 – I mari glaciali oggi

In questa attività osserverai la distribuzione globale dei mari glaciali. Successivamente potrai analizzare i dati satellitari più recenti sulla concentrazione dei ghiacci marini nell'Artico.

Procedimento

1. La Figura A2 mostra una parte dell'Emisfero Boreale. Indica le aree (segnate dai numeri 1 ad 8) nelle quali ti aspetti di trovare dei mari glaciali. Spiega poi il motivo della tua scelta.

Figura A2



↑ Seleziona le aree nelle quali ti aspetti di trovare dei mari glaciali.

2. Il ghiaccio marino non è altro che acqua salata (oceanica) congelata. Ti aspetti di trovare dei mari glaciali anche nell'Emisfero Australe? Se sì, dove?

3. Adesso analizzerai la concentrazione attuale dei ghiacci marini del Mar Glaciale Artico utilizzando i dati reali ottenuti dai satelliti. Collegati al seguente link del sito dell'Università di Brema (Germania): <https://seaice.uni-bremen.de/sea-ice-concentration>

Clicca sull'immagine a sinistra per ingrandirla. I differenti colori indicano diverse concentrazioni.

Nota: Una concentrazione del 100% (aree bianche) significa che l'area è completamente coperta dai ghiacci marini. La parte non ghiacciata degli oceani ha una concentrazione dello 0% (aree porpora).

- a. Identifica le aree dove puoi trovare il ghiaccio marino e annota la loro concentrazione.

- b. Identifica le aree 2 e 3 della Figura A2 (pagina precedente). Queste aree hanno all'incirca la stessa distanza dal Polo Nord. La concentrazione dei ghiacci marini è simile? Se non lo fosse, prova a spiegarne il motivo.

- c. Fai un confronto fra le tue ipotesi formulate nella domanda n. 1 e l'analisi dell'attuale concentrazione dei ghiacci che hai effettuato nella domanda n.3. Hai trovato del ghiaccio marino nelle aree che avevi previsto?

4. Perché pensi che sia importante utilizzare i satelliti per analizzare i mari glaciali?

Lo sapevi?

Per essere certi che i dati ottenuti dai satelliti siano accurati, alcune misure sono effettuate dagli scienziati direttamente sul campo, sulla terraferma, sulle banchise ghiacciate o dall'aria. Queste campagne di ricerca servono a validare i dati dei satelliti e sono condotte in tutto il pianeta, dalle foreste pluviali tropicali alle estese aree di ghiaccio dell'Artide e dell'Antartide. Nelle stesse ricerche, inoltre, vengono testate le nuove tecniche di analisi, che servono durante lo sviluppo di nuovi strumenti che saranno poi inseriti nei futuri satelliti. Puoi seguire alcuni dei team delle campagne ESA mentre realizzano vari esperimenti sul campo a supporto delle missioni di osservazione della Terra e dello sviluppo di nuovi strumenti al seguente link:

<http://blogs.esa.int/campaignearth>



→ Attività 3 – I mari glaciali attraverso le stagioni

I satelliti hanno osservato i ghiacci marini per oltre tre decenni. Gli scienziati analizzano questi dati per poter identificare gli andamenti a breve e lungo termine, in modo da caratterizzare e monitorare i mari glaciali. In questa attività analizzerai i dati a lungo termine sull'estensione dei ghiacci marini e discuterai dei cambiamenti stagionali che subiscono.

Pocedimento

1. Prima di cominciare ad analizzare i dati, discuti in piccoli gruppi su quanto ti aspetti di osservare.

a. Ti aspetti che l'estensione dei mari glaciali cambi durante l'anno? Come mai?

b. In quali mesi ti aspetti di trovare la massima e la minima estensione dei ghiacci marini?

c. Ti aspetti che l'estensione dei mari glaciali sia cambiata negli ultimi anni? Come mai?

2. Adesso puoi analizzare e confrontare le variazioni dei ghiacci marini nei diversi mesi dell'anno. Descrivi il cambiamento dell'estensione dei ghiacci marini nel corso di un anno. In quali mesi puoi trovare l'estensione massima e quella minima?

3. Adesso puoi analizzare e confrontare la media annuale dell'estensione dei ghiacci attraverso gli anni. Descrivi la media annuale di alcuni anni diversi e confrontalo con l'andamento generale.

4. Le analisi delle variazioni stagionali ed annuali si sono rivelate simili a quanto avevi ipotizzato nella domanda n. 1? Prova a spiegare le eventuali differenze.
-
-
-

Lo sapevi?

Il livello del mare è un indice particolarmente sensibile del cambiamento climatico. In effetti, il ghiaccio marino contribuisce già con il suo volume al volume complessivo degli oceani, pertanto, quando si scioglie non ne comporta un aumento. Tuttavia, lo scioglimento dei ghiacci marini comporta dei notevoli cambiamenti nella salinità degli oceani, alterando le correnti oceaniche e quindi il sistema climatico globale. Lo scioglimento dei ghiacci continentali, quali ghiacciai e calotte polari, invece, contribuisce all'aumento del volume complessivo e all'innalzamento dei mari.



Il satellite *Copernicus Sentinel-3* si focalizza proprio sugli oceani, ed è in grado di misurare e monitorare i cambiamenti del livello del mare. Queste informazioni sono essenziali per comprendere il nostro clima ed i rischi per le aree costiere vulnerabili all'aumento del livello del mare.

Per approfondire

Risorse ESA

Attività Didattica ESA - L'effetto serra e le sue conseguenze (in italiano)
<https://www.esero.it/2019/02/06/leffetto-serra-e-le-sue-conseguenze/>

Attività Didattica ESA - Highways of the oceans (in inglese)
esa.int/Education/Teachers_Corner/Highways_of_the_Oceans_-_Sea_currents_and_the_connection_to_climate_TEACH_WITH_SPACE_G02

Progetti Spaziali ESA

Missione Cryosat
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/CryoSat

Copernicus Sentinel-1
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1

Copernicus Sentinel-3
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3

Ulteriori Informazioni

App ESA per smartphone e tablet "Climate from Space"
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/Climate_at_your_fingertips

Dati sul ghiaccio marino ottenuti dal satellite ESA SMOS e da altre fonti
data.seaiceportal.de

Copernicus marine environment monitoring service
marine.copernicus.eu

Mappe mensili dei mari glaciali dal Copernicus Climate Change service
climate.copernicus.eu/sea-ice

Sea ice: an overview (in inglese)
metoffice.gov.uk/research/climate/cryosphere-oceans/sea-ice/overview

Chi siamo

Lo **Spazio** rappresenta un contesto straordinario per le attività di **educazione scientifica e tecnologica** grazie al grande potere evocativo che esercita sull'immaginario collettivo, dei giovani in particolare. Il potenziale di ispirazione dello Spazio fornisce una chiave di lettura distintiva del progetto **ESERO**, nato per sostenere innovazione nell'insegnamento, stimolare nei giovani un interesse genuino per la scienza e la tecnologia, coinvolgerli in un processo di apprendimento attivo e ispirato, e accompagnarli nello sviluppo del pensiero critico ed autonomo come valore sociale.

ESERO Italia è un programma congiunto dell'**Agenzia Spaziale Italiana (ASI)** e dell'**Agenzia Spaziale Europea (ESA)**, con il sostegno di un'ampia gamma di organizzazioni nazionali attive nel campo dell'educazione e del settore spaziale.

L'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) promuove l'**educazione, l'alta formazione** e la **diffusione della cultura** spaziale dedicate alle nuove generazioni, che saranno gli attori dello Spazio del futuro. L'ASI realizza progetti educativi legati alle attività istituzionali dell'Agenzia per attrarre verso le discipline scientifiche, ingegneristiche e tecnologiche i talenti e le risorse di capitale umano qualificato da cui primariamente dipende, nell'economia della conoscenza globale, la capacità competitiva di un Paese avanzato. www.asi.it

L'Agenzia spaziale Europea (ESA) annovera tra i suoi obiettivi il supporto all'**educazione tecnico-scientifica** delle nuove generazioni. Le attività educative dell'ESA sono mirate allo sviluppo di conoscenze, competenze e attitudini nel campo STEM. Il fine è attirare i giovani alle carriere tecnico-scientifiche sostenendoli nel percorso, ma anche contribuire allo sviluppo di una cittadinanza informata e responsabile, e a promuovere la rilevanza dello Spazio, e dei servizi che ne derivano, per la società e cultura contemporanee. www.esa.int

→ Allegato

Estensione del ghiaccio marino nell'Emisfero Boreale

marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators/catalogue

Northern Hemisphere Sea Ice Extent

