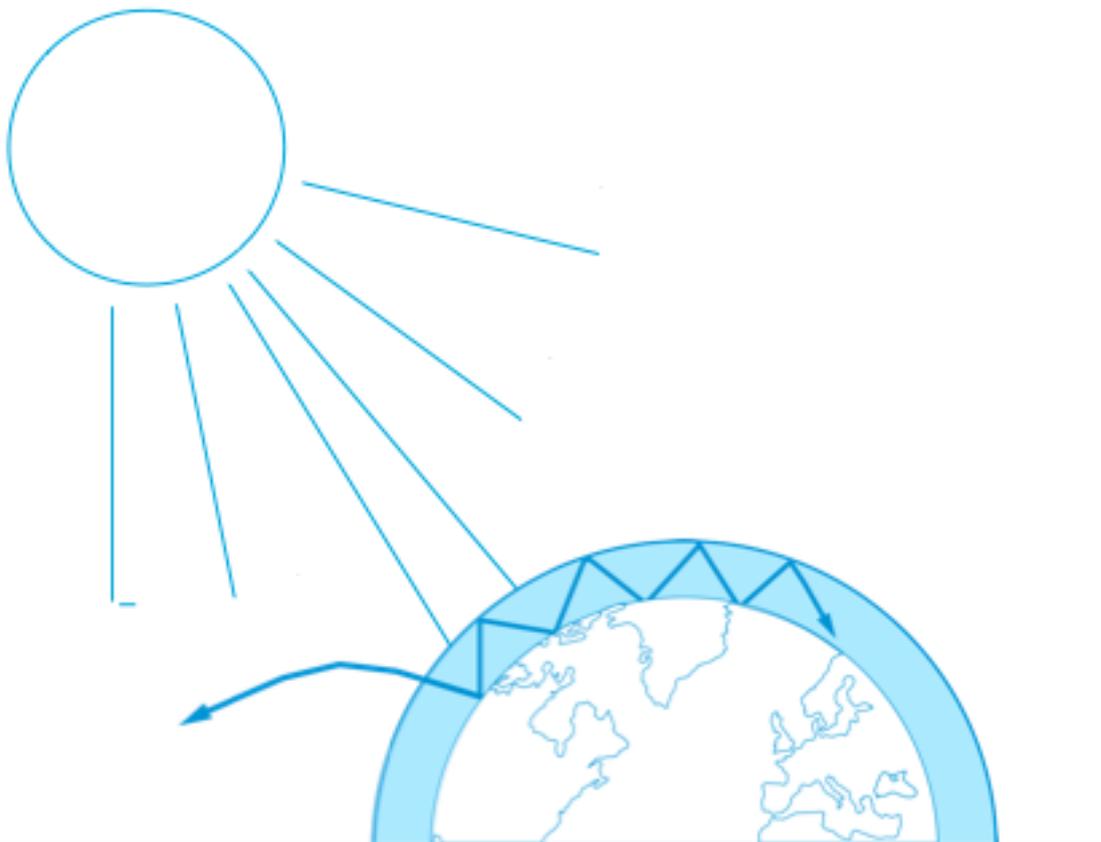


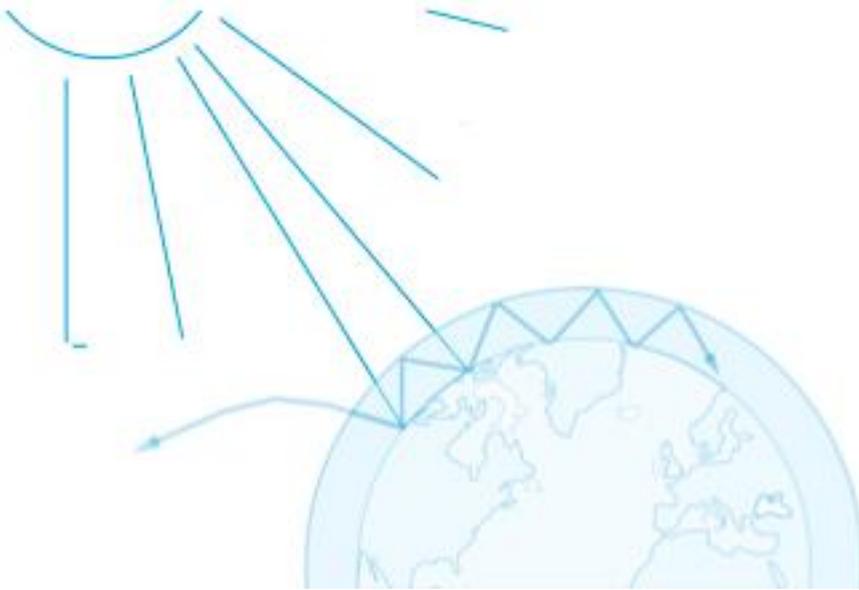
# TEACH WITH SPACE

*Insegniamo con lo Spazio - scuola secondaria*

## → L'EFFETTO SERRA E LE SUE CONSEGUENZE

Studiare il riscaldamento globale





Preparazione pag. 3  
Sommaio delle attività pag. 4  
Introduzione pag. 5  
Approfondimento pag. 6  
Attività 1: Effetto serra - cosa è? pag. 7  
Attività 2: Il livello del mare come indicatore del riscaldamento globale pag. 9  
Attività 3: Come i cambiamenti nell'albedo possono influenzare il clima pag. 12  
Schede per gli studenti pag. 14  
Per approfondire pag. 23  
Chi siamo pag. 24  
Allegato pag. 25



Risorsa originale — The greenhouse effect | G03 [www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

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

Per maggiori informazioni contattare ESERO Italia: [www.esero.it](http://www.esero.it)

Copyright © European Space Agency 2021

## → L'EFFETTO SERRA E LE SUE CONSEGUENZE

### Studiare il riscaldamento globale

#### Informazioni chiave

**Discipline:** Geografia, Fisica, Scienze

**Età alunni:** 12-15 anni

**Tipologia:** laboratorio per studenti

**Complessità:** facile

**Tempi richiesti:** 45 minuti per ogni attività

**Costo:** basso (0 -10 Euro)

**Luogo esperienza:** interno ed esterno

**Necessita dell'uso di:** computer, internet, termometri ad infrarossi

**Parole chiave:** effetto serra, biossido di carbonio, riscaldamento globale, livello del mare, albedo, clima, Geografia, Fisica, Scienze

#### Breve descrizione

Questo insieme di attività prevede esperimenti in laboratorio e interpretazione di immagini da satellite per una migliore comprensione degli effetti complessivi del riscaldamento globale.

Nell'attività 1 gli studenti realizzeranno un modello per dimostrare in cosa consiste l'effetto serra, mostrando che un livello più alto di biossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ) comporta una maggiore temperatura. L'esperimento sarà completato con l'interpretazione di immagini da satellite relative ai livelli di  $\text{CO}_2$  in differenti periodi.

Gli studenti nelle Attività 2 e 3 apprenderanno alcune delle conseguenze dell'aumento dell'effetto serra: lo scioglimento dei ghiacci e il cambiamento dei valori dell'albedo.

#### Obiettivi di apprendimento

- Cos'è l'effetto serra e come le attività umane cambiano il bilancio energetico nell'atmosfera terrestre.
- I potenziali effetti dell'aumento dei livelli di anidride carbonica sul clima terrestre
- Possibili conseguenze dell'aumento dell'effetto serra.
- Le differenti conseguenze delle inondazioni e dell'innalzamento del livello del mare dovute allo scioglimento del ghiaccio marino o a quello delle calotte e dei ghiacciai.
- Cosa è l'albedo e in che modo la riflessione di superfici diverse influenza la temperatura.
- In che modo l'osservazione della Terra può essere usata per monitorare il clima del pianeta.

## → Sommario delle attività

	<b>Titolo</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Traguardi</b>	<b>Prerequisiti</b>	<b>Durata</b>
1	Effetto serra cosa è?	Gli studenti producono il gas serra CO <sub>2</sub> attraverso una semplice reazione chimica, misurano l'effetto del gas sulla temperatura dell'aria e collegano le loro conclusioni all'effetto serra nell'atmosfera. Gli studenti analizzano immagini da satellite e dati sui cambiamenti dei livelli di CO <sub>2</sub>	Comprendere quale è il ruolo della CO <sub>2</sub> come gas serra e cosa è l'effetto serra.	Nessuno	45 minuti
2	Il livello del mare come indicatore del riscaldamento globale	Gli studenti esplorano attraverso attività sperimentali gli effetti dello scioglimento delle calotte e del ghiaccio marino .	Comprendere l'effetto sull'allagamento da parte dello scioglimento delle calotte rispetto a quello del ghiaccio marino	Nessuno	45 minuti
3	Come il cambiamento dell'albedo può influenzare il clima	Gli studenti misurano la riflettività di differenti superfici e indagano come la riflessione da parte di superfici di colore diverso influenza la loro temperatura superficiale.	Miglior comprensione dell'albedo e del suo ruolo nel bilancio energetico della Terra	Nessuno	45 minuti

# → L'EFFETTO SERRA E LE SUE CONSEGUENZE

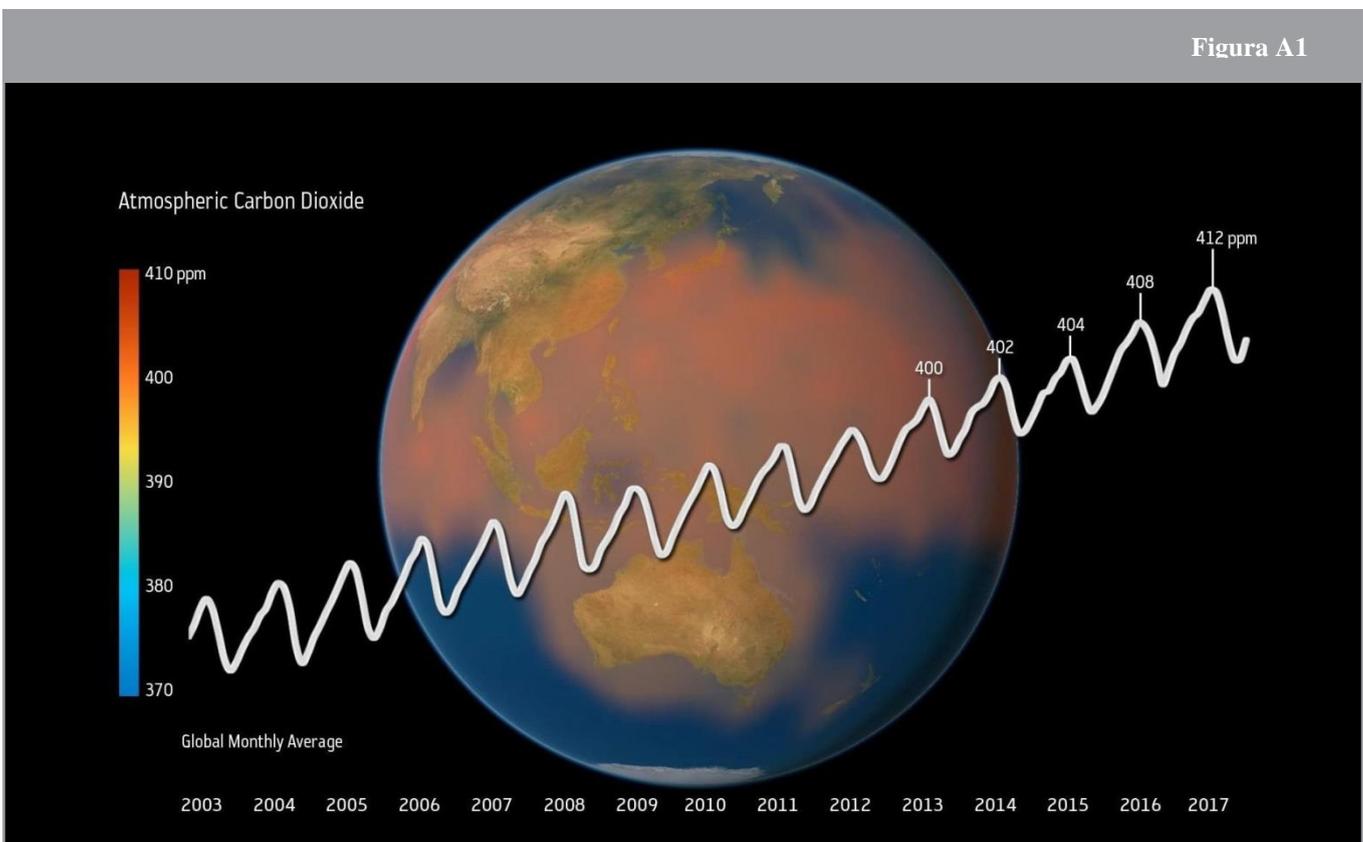
## Introduzione

Comprendere il riscaldamento globale può essere piuttosto complesso. E' perciò essenziale investigare alcuni degli 'invisibili' ma importanti processi che influenzano il clima della Terra. Ad esempio, il riscaldamento globale è legato all'effetto serra e lo scioglimento delle calotte è legato all'albedo del pianeta.

Le immagini da satellite sono strumenti essenziali per monitorare i cambiamenti nell'atmosfera, negli oceani e sulla superficie della Terra. Differenti tipi di immagini da satellite come immagini radar, nel visibile o negli infrarossi ci danno informazioni importanti su i livelli di CO<sub>2</sub>, sulla copertura nuvolosa o il vapore acqueo nell'atmosfera, sul livello del mare, sulla concentrazione di ghiaccio marino e molto altro.

L'aumento di diossido di carbonio è il maggior contributo al riscaldamento globale indotto dall'uomo: esso sta rafforzando l'effetto serra e sta conducendo ad un aumento di temperatura sulla Terra.

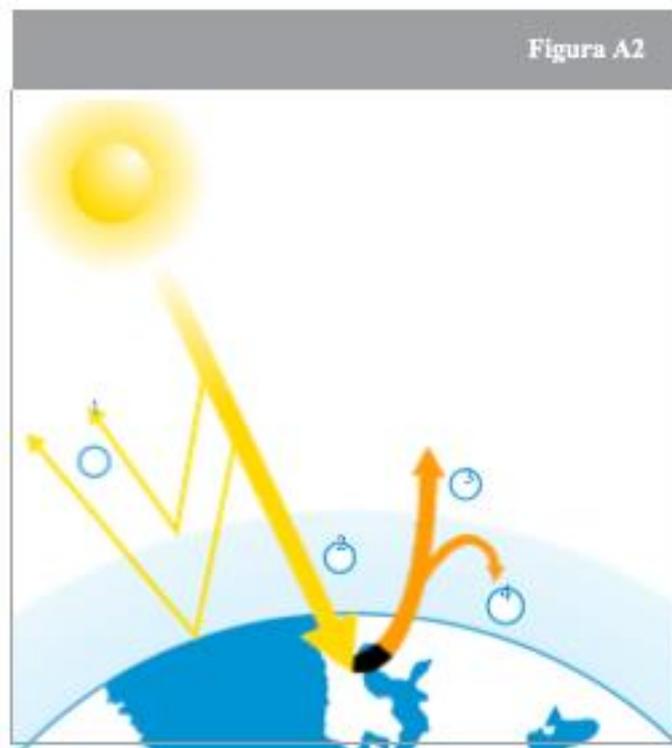
In questa risorsa gli studenti investigheranno, con attività sperimentali e con l'analisi di immagini da satellite, cos'è l'effetto serra e le sue conseguenze sul riscaldamento globale.



↑ Livelli di diossido di carbonio nell'atmosfera misurati da satelliti che monitorano la Terra. Le fluttuazioni annuali della curva sono dovute alla variazione stagionale della vegetazione e quindi alla maggiore o minore attività fotosintetica.

## → Approfondimento

La luce solare consiste in gran parte di luce visibile e nel vicino infrarosso ossia radiazioni elettromagnetiche ad onda corta che attraversano facilmente le particelle che si trovano in atmosfera. Quando queste radiazioni colpiscono la superficie terrestre una gran parte è convertita in calore. La temperatura della Terra non aumenta all'infinito poichè la superficie terrestre e l'atmosfera irradiano il calore e lo rimandano nello spazio. Questo flusso di radiazioni ricevute e re-irradiate dal Sistema Terra è chiamato bilancio energetico della Terra (Figura A2). Il calore è una radiazione ad onda lunga che contiene meno energia delle radiazioni ad onda corta. Ciò implica che esso interagisce con l'atmosfera in modo differente. La Terra irradia calore nell'atmosfera durante il giorno e la notte e ciò comporta una diminuzione della temperatura superficiale. Tuttavia, non tutto il calore irradiato si disperde nello spazio, una parte resta intrappolato da parte dei gas serra dell'atmosfera. Il risultato è un maggior riscaldamento dell'atmosfera terrestre rispetto a quanto accadrebbe se non ci fosse questo "effetto serra".



↑ Bilancio energetico della Terra

- 1 – Una parte delle radiazioni è riflessa dall'atmosfera, dalle nuvole e dalla superficie terrestre.
- 2 – Una parte della radiazione è assorbita dall'atmosfera, dalle nuvole e la maggior parte dalle terre emerse e dagli oceani, riscaldando la Terra
- 3 – La radiazione infrarossa è emessa dalla superficie terrestre. Una parte di questa si disperde nello spazio.
- 4 – Una parte è intrappolata dai gas serra nell'atmosfera.

Se i gas serra non fossero presenti nell'atmosfera, la vita così come la conosciamo non sarebbe stata possibile perchè la temperatura media della superficie terrestre sarebbe stata parecchi gradi Celsius sotto lo zero.

Il principale gas serra dell'atmosfera è il vapore acqueo. Esso intrappola la maggior parte del calore che proviene dal suolo. Tuttavia, i climatologi studiano maggiormente CO<sub>2</sub> e metano (CH<sub>4</sub>) poichè sono i gas serra maggiormente introdotti nell'atmosfera dalle attività umane e hanno subito un notevole incremento dall'inizio della rivoluzione industriale.

## → Attività 1 – Effetto serra – cosa è?

Per comprendere l'effetto serra in questa attività gli studenti testeranno un'ipotesi su come il biossido di carbonio può influenzare la temperatura della Terra. Gli studenti risponderanno alla domanda: In che modo il biossido di carbonio influenza la temperatura della Terra? E analizzeranno immagini da satellite per comprendere come sia possibile monitorare i gas serra dallo spazio.

### Materiali

- 2 beute da 1 litro
- 2 termometri (precisione 0.1°C)
- tappi con foro per inserire i termometri
- acqua
- 1 lampada con una lampadina ad incandescenza (più di 100W)
- acido acetico al 32%
- lievito in polvere per dolci (1 bustina)
- cubetti di ghiaccio (opzionale)
- 

### Salute e sicurezza

I contenitori e la lampada devono essere maneggiati con cura. Gli studenti non devono toccare la lampadina calda. L'insegnante dovrebbe aiutare ad aggiungere acido acetico nelle beute.

### Procedimento

Per istruzioni dettagliate sull'allestimento dell'esperimento, fare riferimento alla scheda di lavoro per gli studenti. Se non vi sono a disposizione contenitori con coperchio, l'esperimento può essere realizzato con semplici bicchieri, utilizzando una pellicola trasparente e degli elastici per chiudere. L'esperimento può essere arricchito ponendo un cubetto di ghiaccio sul fondo di ogni contenitore. Gli studenti possono quindi verificare quanto tempo impiegano i cubetti di ghiaccio a sciogliersi .

Attenzione: questo esperimento è molto sensibile e dovrebbe essere verificato prima. L'esperimento può essere realizzato anche con un dispenser di CO<sub>2</sub> (usato per creare acqua gasata) invece che con acido acetico al 32% e lievito in polvere.

Questo esercizio può essere eseguito come attività pratica per gli studenti o come dimostrazione.

## Risultati

Nel contenitore con CO<sub>2</sub>, la temperatura aumenterà più rapidamente che nell'altro. Dopo 10 minuti, generalmente si crea una differenza di 1-3<sup>0</sup>C. Agli studenti potrebbe sembrare che questo aumento nell'esperimento non sia rilevante. Tuttavia, dovrebbe essere sottolineato che un aumento di appena 2 gradi nel pianeta avrebbe effetti catastrofici. Per esempio, tale incremento potrebbe causare un aumento del livello del mare con conseguente aumento significativo di allagamenti.

## Discussione

La composizione dell'aria nei contenitori influenza la quantità di calore assorbito e disperso. Gli studenti confrontano differenze nell'assorbimento di calore (cambiamento di temperatura) in un campione di controllo e in un campione che riproduce un ambiente con un livello aumentato di CO<sub>2</sub>. Gli studenti dovrebbero arrivare ad osservare che la temperatura aumenta più rapidamente nel contenitore con CO<sub>2</sub> rispetto a quanto accade nel contenitore di controllo.

Discutete con gli studenti come la CO<sub>2</sub> atmosferica influenzi la temperatura terrestre. Essi dovrebbero essere in grado di concludere che la CO<sub>2</sub> intrappola il calore emesso dalla superficie terrestre. Per questa ragione, la temperatura è maggiore di quella che ci sarebbe in assenza di CO<sub>2</sub> nella atmosfera. Gli studenti dovrebbero comprendere che la nostra atmosfera e i gas serra che ne fanno parte sono ciò che rende il nostro pianeta abitabile.

Tuttavia, l'aumento dei gas serra causato dalle attività umane sta alterando la "normale" quantità di questi gas, causando un riscaldamento globale .

Come approfondimento, gli studenti possono analizzare dati da satellite per investigare e discutere cambiamenti stagionali e a lungo termine della CO<sub>2</sub> nell'atmosfera (vedere la sezione links per suggerimenti di video). Gli studenti dovrebbero concludere che la CO<sub>2</sub> nella nostra atmosfera sta continuando ad aumentare a livello globale negli ultimi anni e dovrebbero anche osservarne una fluttuazione stagionale. Questa è dovuta alla crescita della vegetazione (specialmente nell'emisfero settentrionale dove si trova la maggior parte della vegetazione del mondo). Durante l'estate la vegetazione assorbe l'anidride carbonica attraverso la fotosintesi e parte di essa è rilasciata in inverno.

La app "Climate from Space" nell'ambito del "Climate Change Initiative" (CCI) dell'ESA fornisce una visione complessiva dei gas serra e mostra con il visualizzatore di dati la distribuzione globale stimata di CO<sub>2</sub> atmosferica. Nel caso gli studenti non abbiano accesso ad internet sono disponibili come allegati screenshot di queste visualizzazioni. Gli insegnanti possono stampare queste immagini per consentire agli studenti di completare l'attività di approfondimento.

## → Attività 2 – Il livello del mare come indicatore del riscaldamento globale

Il cambiamento del livello del mare è uno degli effetti a principale impatto del cambiamento climatico di origine antropica (indotto dall'uomo). In questa attività gli studenti esamineranno con attività laboratoriali l'impatto che il riscaldamento globale può avere sul livello del mare.

### Salute & sicurezza

Non è necessaria alcuna speciale precauzione. Gli studenti dovrebbero aver cura di bagnare le mani prima di prendere i cubetti di ghiaccio, per evitare che si appiccichino alle dita.

### Procedimento

Prima di iniziare l'esperimento, gli studenti discutano in piccolo gruppo ciò che si aspettano o prevedono che accadrà. Se necessario spiegare differenza tra il ghiaccio marino e le calotte.

Per istruzioni su come condurre l'esperimento, guardare la sezione "Scheda di lavoro per gli studenti".

La salinità media dell'acqua marina è 3.3%. Per preparare "Acqua di mare" gli studenti devono aggiungere all'acqua un cucchiaino da té (approssimativamente 5g) di sale da cucina.

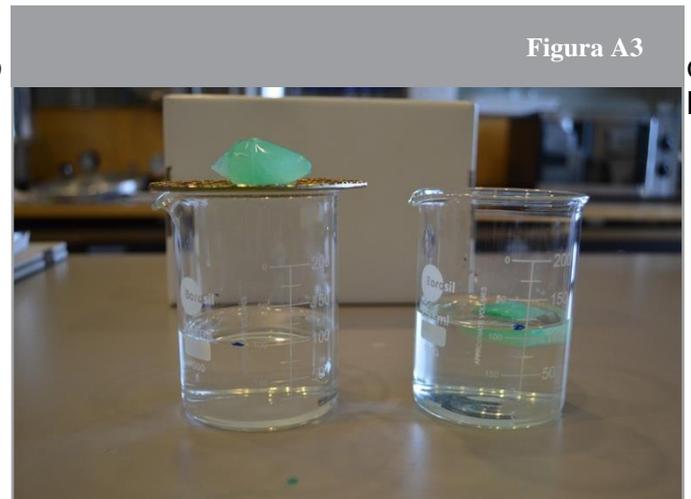


Figura A3

che  
la

↑ Allestimento dell'esperimento.

Per preparare una soluzione per tutta la classe, vedere le seguenti istruzioni:

- pesare 33 g di sale.
- mettere il sale in un becher e aggiungere acqua dolce sino ad una massa totale di 1000g
- mescolare il sale finchè non si è disciolto del tutto

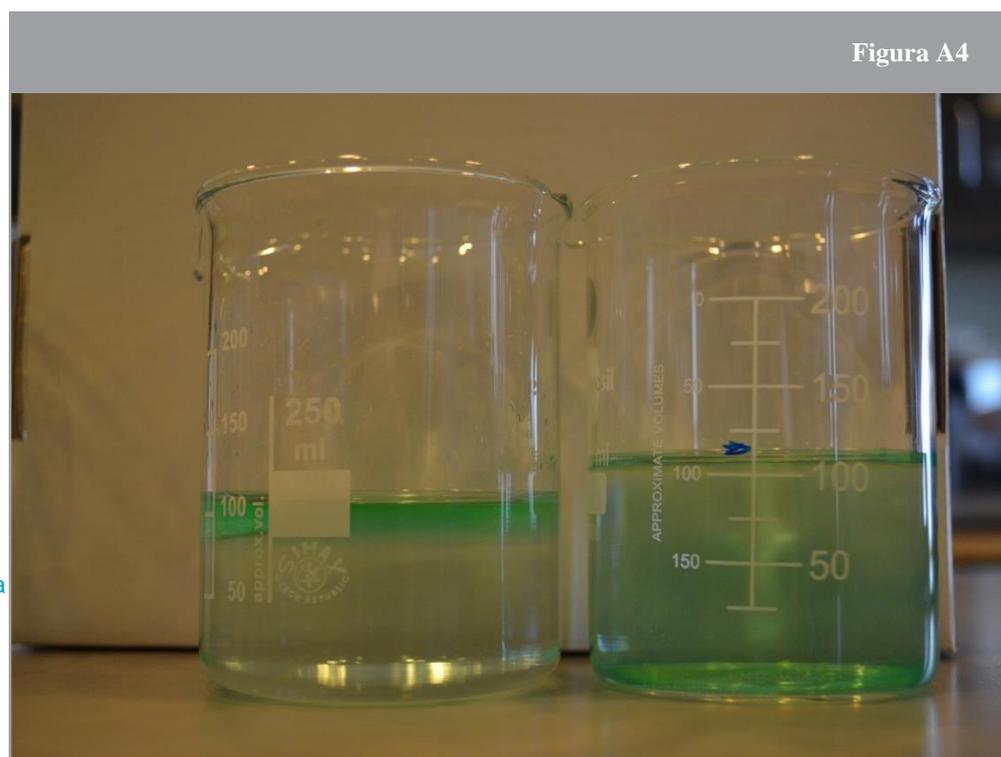
## Risultati

Tabella 1 – Risultati sperimentali				
	Quantità di acqua (ml)	Griglia	NaCl %	Osservazioni
<b>Becher 1</b>	150	Si	0	Il livello dell'acqua è maggiore di quello iniziale.
<b>Becher 2</b>	150	No	0	Il livello dell'acqua è lo stesso di quello iniziale
<b>Becher 3</b>	150	Si	3.3	Il livello dell'acqua è maggiore di quello iniziale.
<b>Becher 4</b>	150	No	3.3	Il livello dell'acqua è lo stesso di quello iniziale

Gli studenti osserveranno che i cubetti di ghiaccio in acqua dolce si sciolgono più rapidamente di quelli posti in acqua salata. Questo perché il sale disciolto modifica il punto di congelamento del ghiaccio.

A seconda delle conoscenze pregresse degli alunni, si può discutere delle differenze nella capacità termica per dare una migliore comprensione del perché il cubetto di ghiaccio nell'acqua si scioglie più rapidamente di quello sulla "terraferma".

Gli studenti osservano che, quando il cubetto di acqua dolce si scioglie nell'acqua salata, l'acqua dolce del cubetto di ghiaccio (che è colorata) rimane come uno strato colorato sulla superficie a causa delle differenze di densità tra acqua dolce e acqua salata (Figure A4)



↑ L'acqua che si sta sciogliendo nel contenitore con acqua salata rimane in superficie (becher di sinistra). L'acqua che si sta sciogliendo nel contenitore con acqua dolce va a fondo (becher di destra).

## Discussione

L'acqua è una delle poche sostanze che sono meno dense nella forma solida rispetto alla forma liquida. Questo è il motivo per cui il ghiaccio galleggia. Significa anche che la stessa quantità d'acqua quando si trova nella forma solida occupa un volume maggiore rispetto alla forma liquida. Gli insegnanti possono usare il principio di Archimede per spiegare perché non c'è alcun cambiamento nel livello dell'acqua quando il ghiaccio che galleggia nell'acqua si scioglie. Per verificare ciò gli studenti potrebbero anche pesare i cubetti di ghiaccio

Da questa attività, gli studenti dovrebbero trarre le seguenti conclusioni:

- il ghiaccio marino sta già contribuendo con il suo volume agli oceani (la maggior parte del ghiaccio è già sott'acqua). Il peso del ghiaccio marino è equivalente al peso del volume dell'acqua spostata. Quando il ghiaccio marino si scioglie, l'acqua spostata viene sostituita da ghiaccio fuso. Quindi, quando si scioglie non aumenta il volume degli oceani
- il ghiaccio sulla terraferma non contribuisce con il suo volume all'acqua oceanica. Quindi, quando si scioglie, scorre nell'oceano aumentandone il volume.
- lo scioglimento del ghiaccio marino non provoca l'innalzamento dei livelli del mare, mentre lo scioglimento del ghiaccio presente sulla terraferma lo provoca.

È lo scioglimento del ghiaccio terrestre che porta principalmente all'innalzamento del livello del mare. Lo scioglimento del ghiaccio marino può condurre ad un innalzamento del livello del mare indirettamente attraverso proprietà mutevoli come la salinità e la temperatura. Lo scioglimento dei ghiacci terrestri e dei ghiacci marini modifica il bilancio delle radiazioni della Terra (questo sarà investigato nell'Attività 3)

Come approfondimento, gli studenti possono vedere il video "Cosa contribuisce all'innalzamento del livello del mare" ([vedere sezione links](#)), inerente ai fattori che influenzano l'innalzamento del livello del mare, e confrontare i risultati ottenuti con le informazioni nel video.

## → Attività 3 – Come i cambiamenti nell'albedo possono influenzare il clima

Attraverso un esperimento gli studenti svilupperanno e testeranno un'ipotesi su come la riflettività di superfici di diversi colori influenzi la temperatura. Gli studenti capiranno che la capacità riflettente delle diverse superfici, la loro albedo, gioca un ruolo importante nel clima della Terra. Si porranno le seguenti domande

domanda 1) In che modo il colore influenza la temperatura di una superficie?

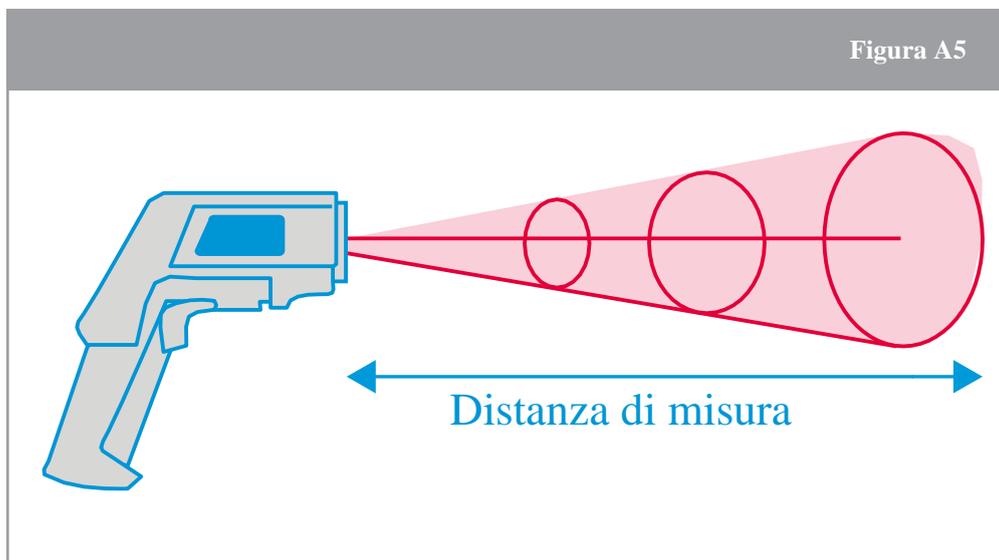
domanda 2) In che modo vento e umidità influenzano l'albedo e quindi la temperatura della superficie?

### Materiali

- Termometri a infrarossi
- Un foglio con differenti toni di grigio o in esterno oggetti di colore diverso(vedi Allegato II)
- Sole o lampada ad incandescenza
- Termometro (opzionale)

**Note:** Un termometro ad infrarossi è un termometro che deduce la temperatura di un oggetto a partire da una parte della radiazione termica emessa.

La quantità di radiazione infrarossa (IR) emessa da un oggetto o da una superficie è proporzionale alla sua temperatura. Grandi quantità di radiazioni IR corrispondono ad una temperatura più elevata, una ridotta quantità di radiazioni IR emesse corrisponde ad una temperatura più bassa.



↑ Rappresentazione schematica di come un termometro IR misura la radiazione IR media

Puntare il termometro sulla superficie a pochi centimetri di distanza. La radiazione termica rilevata viene convertita in una misura accurata di temperatura della superficie. Assicurarsi di utilizzare la stessa distanza in ogni misurazione. Un termometro a infrarossi misura solo la temperatura superficiale di un oggetto

## Procedimento

Per svolgere l'attività, consultare le istruzioni nella Scheda Studente. Gli studenti dovrebbero prima familiarizzare con l'uso del termometro IR.

Se non è disponibile un termometro IR, è possibile condurre l'esperimento dall'Allegato III

## Risultati

Nel rispondere alla domanda 1, gli studenti osserveranno in genere, entro un intervallo piuttosto breve, un aumento di temperatura di 0.3-0.50°C per tonalità di grigio.

Nel rispondere alla domanda 2, gli studenti dovrebbero osservare che ci sono molti fattori che influenzano la lettura della temperatura superficiale inclusi l'umidità, la nuvolosità e l'orario della giornata, oltre al colore e alla struttura della superficie.

## Discussione

Il colore superficiale di un materiale ha un impatto sul calore assorbito dalle radiazioni. Gli studenti dovrebbero osservare che più scuro è il colore della superficie, più alta è la temperatura (questo perché i materiali più scuri assorbono più calore rispetto ai materiali più chiari). Nella discussione, gli studenti dovrebbero mettere in relazione questo con la Terra. Quali superfici sono in grado di riflettere la maggior parte delle radiazioni? Quali sono quelli che possono assorbire più radiazioni? Gli studenti dovrebbero concludere che:

- le superfici chiare (ghiaccio, neve) hanno una albedo elevata, il che significa che riflettono la maggior parte della radiazione solare;
- le superfici scure (acqua, oceani, erba) hanno una albedo bassa, il che significa che assorbono la maggior parte delle radiazioni dal Sole;
- lo scioglimento del ghiaccio aumenterà ulteriormente la temperatura della Terra, perché si ridurrà l'area della superficie della Terra chiara (ghiaccio) e aumenterà l'area delle superfici scure (acqua e continenti al di sotto delle calotte);
- poiché l'area coperta dai ghiacci si restringe, maggiore quantità di calore viene assorbita dall'oceano in estate; l'oceano impiegherà più tempo a raffreddarsi in autunno, quindi la formazione di nuovo ghiaccio inizia più tardi.

## → L'EFFETTO SERRA E LE SUE CONSEGUENZE

Investigare il riscaldamento globale

### → Attività 1 – Effetto serra - cosa è

In questa prima attività, studierai come il biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), un “gas serra”, può influenzare la temperatura dell’aria in un ambiente chiuso. Cercherai una risposta alla seguente domanda:

*In che modo il biossido di carbonio influenza la temperatura dell’aria sulla Terra?*

In un approfondimento, per investigare i cambiamenti stagionali e individuare un andamento a lungo termine, analizzerai anche dati da satellite relativi alla concentrazione di biossido di carbonio nell’atmosfera.

### Materiali

- 2 beute da 1L
- 2 termometri (precisione 0.1°)
- tappi con foro per inserire i termometri
- lievito in polvere per dolci
- acqua
- 1 lampada con una lampadina ad incandescenza (più di 100W)
- acido acetico al 32%
- cubetti di ghiaccio (opzionale)

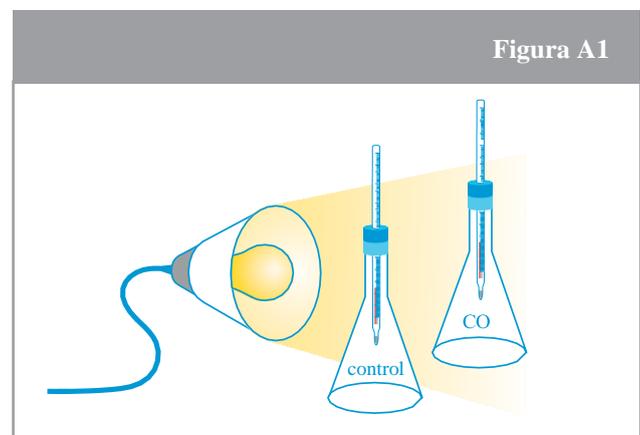
### Salute & sicurezza

I contenitori e la lampada devono essere maneggiati con cura. Non toccare la lampadina.

### Procedimento

Studierai la temperatura all’interno di due beute: una che contiene CO<sub>2</sub> (contenitore 1) e l’altra che ha il ruolo di controllo (contenitore 2). Prima di iniziare l’esperimento fai una previsione su quale contenitore tratterrà più calore.

1. Posiziona le due beute o i due contenitori sotto la lampada o sotto i raggi del sole. Assicurati che i due contenitori ricevano la stessa quantità di luce. I contenitori e la lampada NON devono essere mossi durante l’esperimento.
2. Inserisci i due termometri nei tappi.
3. Mescola 5 grammi di lievito per dolci in polvere and 20 ml di acido acetico in uno dei due contenitori (chiedi al tuo insegnante di aiutarti ad aggiungere l’acido acetico al contenitore).
4. Chiudi i due contenitori con i tappi a cui avevi applicato i termometri
5. Registra la temperatura iniziale di ogni termometro
6. Accendi la lampada
7. Aspetta 2 minuti e leggi la temperatura.

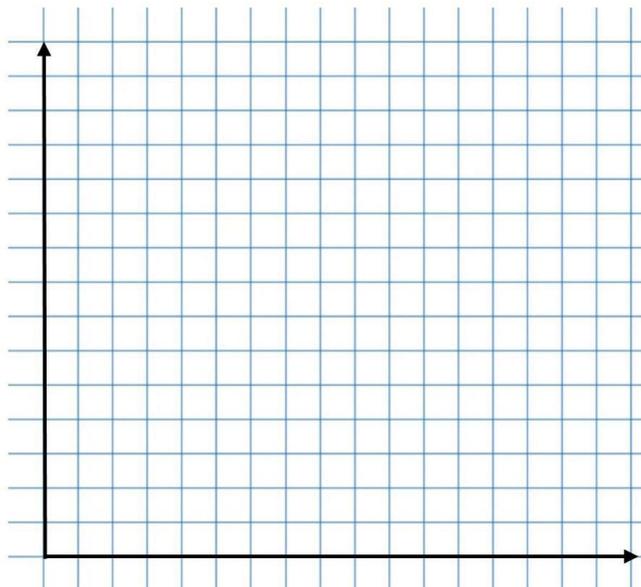


↑ Allestimento dell’esperimento: una beuta contiene CO<sub>2</sub> e l’altra serve come controllo.

8. Attendi altri 2 minuti e leggi nuovamente la temperatura. Continua fino ad avere 8 letture.
9. Registra i dati nella Tabella 1 e costruisci un grafico cartesiano nella sezione "Risultati". Metti un titolo e indica le variabili sugli assi del grafico.

## Risultati

Tabella 1 – Risultati dell'esperimento		
Tempo	T beuta 1	T beuta 2
0 min		
2 min		
4 min		
6 min		
8 min		
10 min		
12 min		
14 min		
16 min		



## Discussione

Confronta i risultati dei due contenitori. I risultati sono in accordo con le tue previsioni ?

---



---

Spiega i tuoi risultati.

---



---

Basandoti sui risultati cerca di rispondere alla domanda introduttiva:  
*In che modo il biossido di carbonio influenza la temperatura dell'aria ?*

---



---

La CO<sub>2</sub> è un gas serra rilasciato da processi naturali e dalle attività umane. Spiega con parole tue cosa è l'effetto serra.

---



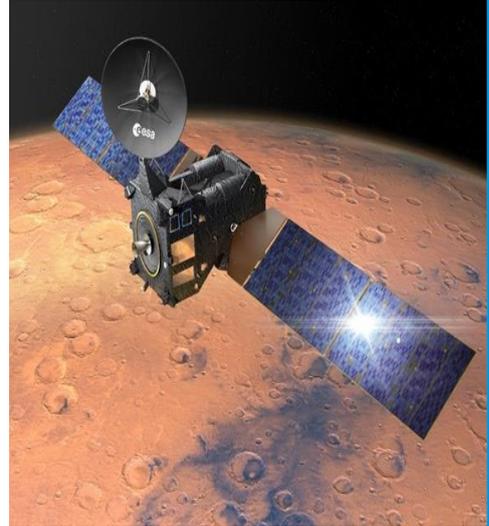
---

## Lo sapevi?

Studiare le atmosfere di altri pianeti, può aiutare a capire i cambiamenti climatici sulla Terra. L'atmosfera di Marte, per esempio, è principalmente costituita da biossido di carbonio, ma l'atmosfera esistente è così sottile che non può trattenere gran parte dell'energia del Sole.

Di conseguenza, esistono forti sbalzi di temperatura tra il giorno e la notte, o fra il sole e l'ombra. Tuttavia, molti scienziati concordano sul fatto che Marte sia stato molto più caldo in passato, il che significa che l'atmosfera era probabilmente diversa da come è ora.

L'ExoMars Trace Gas Orbiter, che fa parte della missione ESA-Roscosmos ExoMars, studierà la composizione dei gas traccia del pianeta, che costituiscono meno dell'1% del volume dell'atmosfera del pianeta. In particolare, l'orbiter cercherà prove di metano e altri gas che potrebbero essere conferma di attività biologica o geologica attiva.



## → Approfondimento – Monitorare la CO<sub>2</sub> dallo spazio

1. Analizzerai ora i dati satellitari sulla concentrazione globale di anidride carbonica. Prima di iniziare a farlo, discutete in piccoli gruppi su ciò che vi aspettate:

a) Cambiamenti stagionali – Ti aspetti cambiamenti nella concentrazione di CO<sub>2</sub> atmosferico in mesi differenti dello stesso anno? Spiega perché.

---

b) Ti aspetti cambiamenti significativi nella concentrazione di CO<sub>2</sub> atmosferica confrontando lo stesso mese in anni diversi? Spiega perché.

---

c) Cambiamenti locali e globali - Ti aspetti che la distribuzione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera sia simile se confronti luoghi diversi sulla Terra? Spiega perché.

---

2. Confronta le tue aspettative con i dati satellitari reali. L'analisi dei dati satellitari reali è simile alle tue aspettative della domanda 1? Cerca di spiegare eventuali differenze.

---

3. Identifica le possibili conseguenze sul clima della Terra dovute a cambiamenti nella concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera.

---

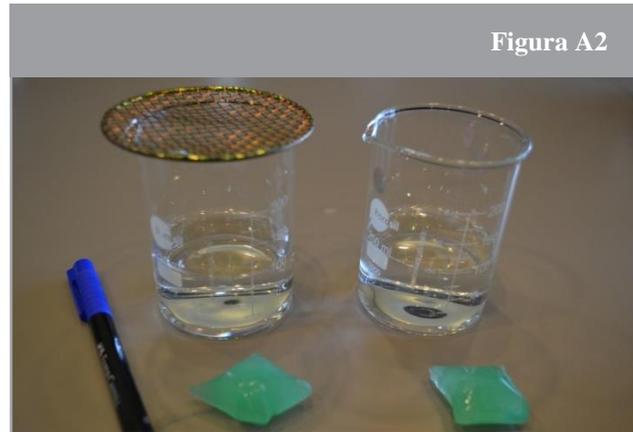
## → Attività 2 – Il livello del mare come indicatore del riscaldamento globale

L'innalzamento del livello del mare è un indicatore primario dei cambiamenti climatici globali. In questa attività, investigherai la seguente domanda:

*Quale sarà l'effetto sul livello del mare se si scioglie ghiaccio marino oppure ghiaccio sulla terraferma ( per esempio i ghiacciai o le calotte)?*

### Materiali

- 4 becher da 250 ml
- una rete metallica con un diametro leggermente più grande del becher
- cubetti di ghiaccio colorati
- sale da cucina (NaCl)
- un cucchiaino da té o una spatola
- un pennarello indelebile
- timer
- 



↑ Allestimento dell'esperimento.

### Procedimento

1. Aggiungi 150 ml di acqua di rubinetto fredda ai Becher 1 e Becher 2. Metti una rete metallica sopra uno dei becher (Becher 1). Segna il livello dell'acqua sui becher con il pennarello
2. Prendi due cubetti identici di ghiaccio colorato.
3. Metti un cubetto di ghiaccio sulla rete metallica sopra il Becher 1 e fai cadere con attenzione l'altro cubetto di ghiaccio nell'acqua del Becher 2. Identifica il tipo di ghiaccio che pensi sia rappresentato nel Becher 1 e nel Becher 2

Becher 1: \_\_\_\_\_ Becher 2: \_\_\_\_\_

4. Ancora una volta, segna i livelli dell'acqua su ogni becher. Questo è il livello "di partenza"
5. Fai partire il timer.
6. Osserva attentamente cosa succede quando i cubetti di ghiaccio si sciolgono

---

7. Nella tabella 2, di seguito, registra quanto tempo impiega ogni cubetto di ghiaccio a sciogliersi completamente.

8. Mentre aspetti, rispondi alla seguente domanda:

Cosa ti aspetti che accada al livello dell'acqua nei diversi becher?

9. Ripeti l'esperimento ma questa volta con "acqua di mare" in altri due becher, Becher 3 e Becher 4. L'acqua di mare ha un contenuto di sale medio del 3,3% di NaCl. Ancora una volta, è molto importante marcare i livelli dell'acqua e osservare attentamente cosa succede nell'acqua durante lo scioglimento dei cubetti di

## Risultati

Tabella 2 – Risultati sperimentali						
	Quantità di acqua (ml)	Griglia	NaCl %	Ora di inizio	Tempo di fusione	Osservazioni
Becher 1	150	Si	0			
Becher 2	150	No	0			
Becher 3	150	Si	3.3			
Becher 4	150	No	3.3			

## Discussione

1. I cubetti di ghiaccio nei Becher 1 e Becher 2 fondono nello stesso tempo? Spiega il tuo risultato.

---

---

2. Che cosa è successo al livello dell'acqua nei Becher 1 e Becher 2? Il risultato è simile alle tue previsioni?

---

---

3. Confronta le tue osservazioni sui Becher 1 e Becher 2 con le osservazioni sui Becher 3 e Becher 4. Spiega eventuali differenze.

---

---

4. Sulla base dei tuoi risultati prova a rispondere alla domanda introduttiva:

Quale sarà l'effetto sul livello del mare se si scioglie ghiaccio marino o ghiaccio sulla terraferma ( per esempio i ghiacciai o le calotte

## Lo sapevi?

Le prime misurazioni del livello del mare furono effettuate nel XVIII secolo monitorando le maree. Per oltre 100 anni, i rilevamenti del livello del mare sono stati effettuati con misuratori di marea. Oggi sono le misurazioni con altimetria radar satellitare a fornire una copertura quasi globale degli oceani della Terra. Gli indicatori di marea continuano a fornire importanti osservazioni in situ, ma dai primi anni '90 l'altimetria satellitare è diventata lo strumento principale per misurare costantemente i livelli del mare a livello globale. L'altimetria satellitare misura con precisione il tempo impiegato da un impulso radar per spostarsi dall'antenna satellitare alla superficie e tornare al ricevitore satellitare.

Combinare con precisi dati satellitari, le misure altimetriche sono in grado di fornire le altezze della superficie del mare. Il satellite ESA Sentinel-3A con il suo altimetro radar può misurare il livello del mare in località del globo in precedenza poco campionate.



## → Attività 3 – Come i cambiamenti nell'albedo possono influenzare il clima

La riflettività di superfici diverse è nota come albedo. Essa gioca un ruolo importante nel clima della Terra. In questo esperimento, esaminerai le seguenti domande:

1. In che modo il colore influenza la temperatura delle superfici? (procedimento 1)
2. In che modo il vento e l'umidità influenzano l'albedo e quindi la temperatura di una superficie? (procedimento 2)

.

### Materiali

- Termometro IR
- Foglio di carta con i diversi toni di grigio e differenti colori

### Procedimento 1

1. Posiziona la carta con i diversi toni di grigio sotto il Sole (o sotto una lampada che irradia calore).
2. Attendi 4-5 minuti.

3. Misura la temperatura con il termometro IR per ciascun tono di grigio e registra il risultato nella Tabella 3. Fai attenzione a tenere il termometro alla stessa distanza dalla superficie per ciascun tono di grigio.

4. Attendi altri cinque minuti e ripetere le misurazioni. Fai attenzione a non fare ombra sulla carta quando effettui le misur

Tabella 3 – Temperature di differenti toni di grigio								
Percentuale di grigio	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%
Misura 1 (°C)								
Misura 2 (°C)								

## Procedimento

Ora misurerai la temperatura di superfici diverse, come la vegetazione, il legno, il pavimento, le foglie, ecc. Per studiare l'influenza del vento e dell'umidità, l'esperimento deve essere fatto all'esterno.

1. Misurare la temperatura delle superfici con il termometro IR
2. Registrare il risultato nella Tabella 4. Non dimenticare di registrare l'ora del giorno, la temperatura dell'aria e se si tratta di un luogo ventoso o meno

Tabella 4 – Temperatura di superfici diverse					
Superficie	Temperatura	Colore	Ombra	Umidità	Altre osservazioni
Erba (prato)					
Vegetazione (colline)					
Legno					

Pavimento					
Foglie					
Acqua					
Altro					

**Note:** Nella colonna 'Ombra' scrivi sì o no. Nella colonna 'Umidità', scrivi sì o no, secondo quanto si percepisce al tatto. Se disponibile, puoi utilizzare un sensore di umidità

## Discussione

1. Sulla base dei risultati del Procedimento 1, cosa puoi concludere tra il colore di un materiale, la temperatura e il suo albedo?

---

---

2. Quali superfici hanno l'albedo maggiore (Tabella 4)? Spiega utilizzando tutte le informazioni che hai raccolto sulle superfici

---

---

3. Se un aumento di 1°C nelle temperature globali fa sì che l'Oceano Artico rimanga senza ghiaccio per altre due settimane ogni anno, in che modo ciò influenzerà l'albedo dell'oceano? Perché?

---

---

4. Se l'albedo dell'oceano cambia, in che modo questo influenzerà le temperature oceaniche e la formazione di ghiaccio in inverno? Dai una spiegazione

---

---

5. Spiega quale effetto avrà lo scioglimento del ghiaccio marino, dei ghiacciai e delle calotte di ghiaccio sull'albedo e quindi sul riscaldamento globale .

---

---

## Lo sapevi?

EarthCARE è una missione dell'ESA che migliorerà la nostra comprensione del ruolo che le nuvole e gli aerosol svolgono sia nel riflettere la radiazione solare nello spazio sia nell'intrappolare le radiazioni infrarosse emesse dalla superficie terrestre.

EarthCARE - Earth Cloud Aerosol e Radiation Explorer - è stato sviluppato in collaborazione con l'ESA e la JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). Raccoglierà osservazioni globali di profili di nuvole e aerosol oltre a radiazioni solari e termiche per inserire questi parametri in modelli numerici di tempo metereologico e di clima. Inoltre, i dati sugli aerosol di EarthCARE saranno preziosi per il monitoraggio della qualità dell'aria.





## Per approfondire

### Risorse ESA

Risorse ESA per la classe  
[esa.int/Education/Classroom\\_resources](http://esa.int/Education/Classroom_resources)

### Progetti spaziali ESA

ESA CCI (Climate Change Initiative) <http://cci.esa.int>

ESA CCI e i gas serra  
[www.esa-ghg-cci.org](http://www.esa-ghg-cci.org)

Il satellite Sentinel-3  
[esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-3](http://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3)

Il satellite EarthCARE  
[esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/The\\_Living\\_Planet\\_Programme/Earth\\_Explorers/EarthCARE/ESA\\_s\\_cloud\\_aerosol\\_and\\_radiation\\_mission](http://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/EarthCARE/ESA_s_cloud_aerosol_and_radiation_mission)

### Ulteriori informazioni

L'APP di ESA "Climate from Space"  
[esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Space\\_for\\_our\\_climate/Climate\\_at\\_your\\_fingertips](http://esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/Climate_at_your_fingertips)

Video "Cosa contribuisce all'innalzamento del livello del mare"  
[esa.int/spaceinvideos/Videos/2017/06/Contributors\\_to\\_sea-level\\_rise](http://esa.int/spaceinvideos/Videos/2017/06/Contributors_to_sea-level_rise)

Video sul ciclo del carbonio e il suo ruolo nel cambiamento climatico  
[esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/Carbon\\_Cycle](http://esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/Carbon_Cycle)

Video su come i componenti atmosferici stanno cambiando e su come questi cambiamenti influenzano il nostro clima  
[esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/01/Change\\_in\\_atmosphere](http://esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/01/Change_in_atmosphere)

Informazioni sul livello del mare e su come viene misurato  
[www.esa-sealevel-cci.org/Sea%20Level%20information](http://www.esa-sealevel-cci.org/Sea%20Level%20information)

## 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](http://www.asi.it)

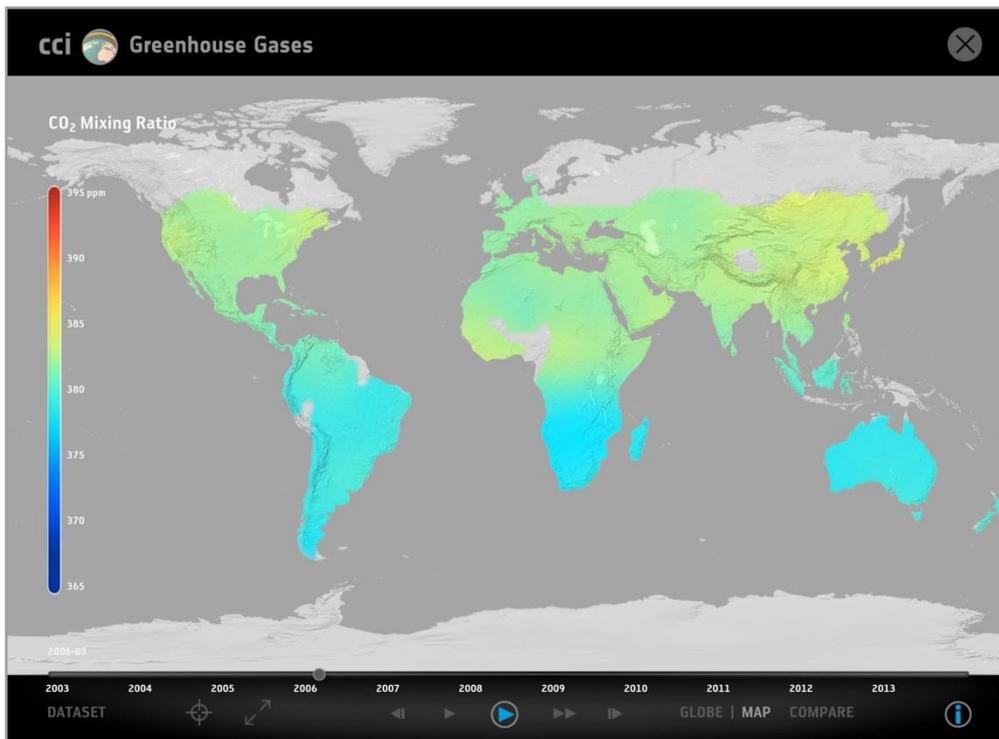
**L'Agenzia spaziale Europea (ESA)** annovera tra i suoi obiettivi il supporto all'**educazione tecnico-scientifica** delle nuove generazioni. Le attività educative dell'ESA sono mirate allo sviluppo di conoscenze, competenze e attitudini nel campo STEM. Il fine è attirare i giovani alle carriere tecnico-scientifiche 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](http://www.esa.int)

→ **Allegato 1**

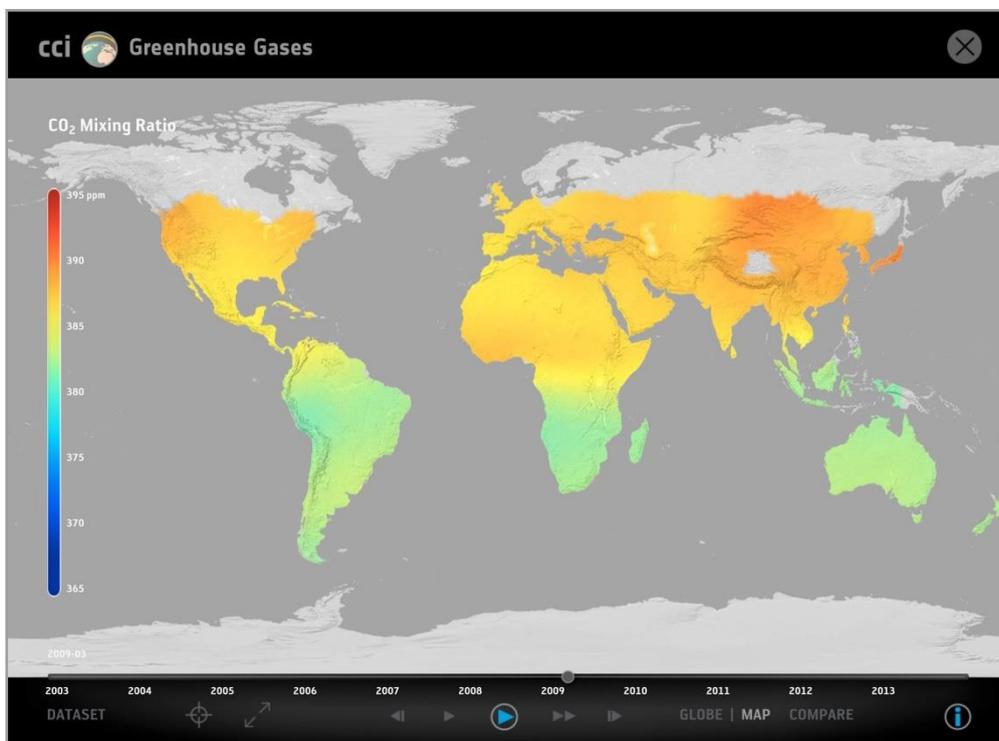
Le mappe sottostanti mostrano distribuzioni di CO<sub>2</sub> in parti per milione (rapporto di miscelazione CO<sub>2</sub>) derivate da satellite in diversi anni. Tutti i dati sono stati prodotti dal gruppo "gas a effetto serra" dell'ESA CCI



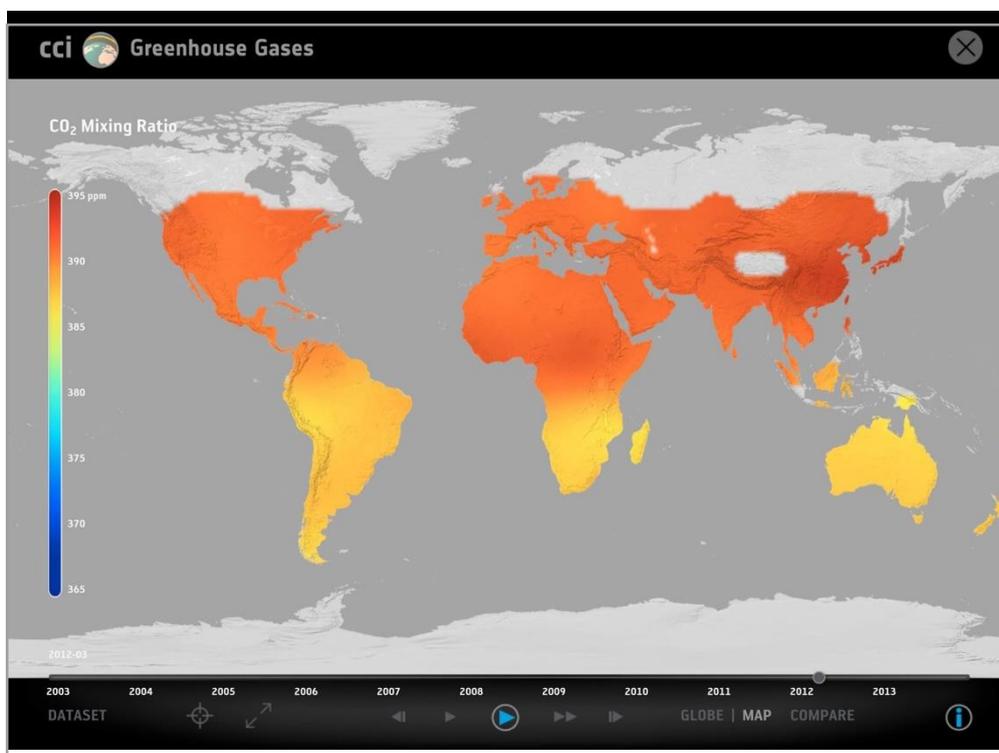
↑ Marzo 2003



↑ Marzo 2006



↑ Marzo 2009



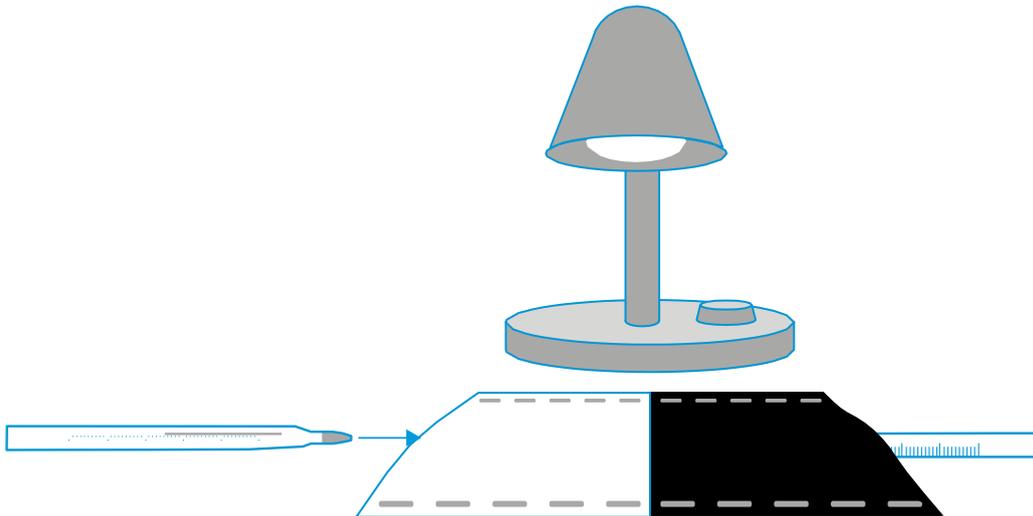
↑ Marzo 2012

→ Allegato 2

0%	10%
20%	30%
40%	50%
60%	70%

→ Allegato 3

In che modo il colore influenza la temperatura delle superfici?



1. Taglia due quadrati da 15 x 15 cm, uno da cartoncino nero e uno da cartoncino bianco.
2. Piega ogni quadrato a metà due volte.
3. Pinza due bordi di ogni quadrato per formare delle tasche.
4. Inserisci l'estremità del bulbo di un termometro in ogni tasca.
5. Posiziona i termometri direttamente sotto la lampada (o fuori al sole) in modo che ricevano uguali quantità di luce. La lampada deve essere puntata verso il basso (vedere la figura sopra).
6. Attendi due minuti affinché i termometri raggiungano la temperatura dell'aria circostante. Questa sarà la temperatura iniziale. Assicurati in questa operazione che i termometri non siano esposti alla luce solare.
7. Accendi la lampada. Registra la temperatura di ciascun termometro ogni due minuti per i successivi 20 minuti.

La differenza di temperatura tra il foglio bianco e quello nero sarà in genere 2-3 °C, quando si misura sotto una lampada, ma fino a 5-6 °C quando si misura al sole.