

# Ghiacci Marini

dott. Massimo Vascotto  
[massimo.vascotto@istruzione.it](mailto:massimo.vascotto@istruzione.it)

1

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ghiacci Marini

In campo marittimo, il ghiaccio va affrontato sotto due prospettive diverse:

1. I ghiacci marini:
  1. ghiacci di mare;
  2. ghiacci di terra;
  3. ghiacci di fiume.
2. Formazione del ghiaccio a bordo;



Va comunque considerato che l'acqua di mare, in genere, è più calda dell'aria ed inoltre, a causa della salinità e per effetto del suo incessabile stato di moto, il punto di gelo cade a temperature inferiori agli 0°C.

Per esempio con una salinità di 35g/l, l'acqua del mare congela a -1,9°C.

Ad alte latitudini, la temperatura media delle acque è pari a -1,7 °C.

<http://www.libussociologia.com/terza/10186.htm>; <http://www.mcaorals.co.uk/Photos/Ice-Accretion.jpg>




2

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ghiacci Marini

Si possono incontrare nel corso di una traversata ad elevate latitudini in determinati periodi dell'anno. Il fenomeno di deriva a causa di particolari correnti fredde (corrente del Labrador e della Groenlandia) li porta occasionalmente anche a latitudini più basse.



I ghiacci marini sono classificabili in funzione della loro origine:

1. Ghiacci di mare;
2. Ghiacci di terra;
3. Ghiacci di fiume.

3

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ghiacci di mare

I ghiacci di mare costituiscono il 95% dei ghiacci marini. Si formano nell'acqua di mare, per effetto di un abbassamento della temperatura superficiale dell'acqua fino al punto di gelo.

Fattori che influiscono sulla formazione del ghiaccio di mare sono:

1. **Salinità**  
in quanto favorisce i moti convettivi;
2. **Vento**  
che deve essere pressoché assente;
3. **Onde**  
che devono essere assenti.



<http://ice-silices.eu/occe>

4

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ghiacci di mare

Va tenuto presente che il ghiaccio che si forma per congelamento dell'acqua marina è costituito da acqua pura; in altri termini gli ioni ("sali disciolti") presenti nell'acqua di mare non vengono incorporati nel ghiaccio, ma restano in soluzione, aumentandone ulteriormente la densità.

L'acqua che si trova immediatamente al di sotto dello strato di ghiaccio in formazione, aumenta la sua salinità, il che fa abbassare ulteriormente il punto del suo congelamento.

Affinché anch'essa dia origine a ghiaccio, è necessario che la temperatura diminuisca ancora.

E' possibile definire un ciclo di vita per il ghiaccio di mare, che si articola nelle seguenti fasi:

1. **Formazione;**
2. **Crescita;**
3. **Deformazione;**
4. **Disintegrazione.**



5

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Formazione del ghiaccio di mare

□ Come si sa, l'acqua di mare, gela ad una temperatura inferiore a 0°C sia a causa del suo stato di moto che della salinità, con legge di proporzionalità inversa.

□ In ogni caso, affinché possa gelare, l'acqua deve essere raffreddata al di sotto del punto di gelo, il che implica una perdita di calore. In teoria questo aspetto dovrebbe interessare tutto il corpo d'acqua, ma in realtà, ciò non avviene per effetto della stratificazione che caratterizza gli oceani e i grandi volumi di acqua, in genere.

□ I primi segni che il processo sta per aver luogo si possono trarre osservando il mare, in quanto apparirà "oleoso", a causa della formazione di cristalli di ghiaccio (aghi di circa 1cm, detti anche "spicules"). Questi cristalli sono costituiti di puro ghiaccio e, quindi, privi di sale.



□ I processi convettivi solitamente interessano i primi 50m di profondità e, di solito, il processo di congelamento comincia in superficie molto prima che le acque profonde abbiano raggiunto il punto di gelo.

6

---

---

---

---

---

---

---

---

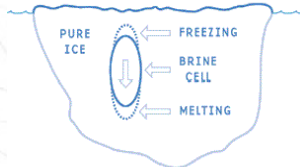
---

---



## Struttura del ghiaccio di mare

- E' possibile che durante il processo di accumulo resti intrappolata una componente ancora allo stato liquido.
- Quello che solitamente avviene è che, nel tempo, questa componente, essendo più densa, tende a precipitare verso il fondo, definendo delle vere e proprie "sacche" liquide (dette celle di brina), la cui presenza in quantità più o meno consistenti è legata alla velocità del processo di formazione del ghiaccio.
- Il processo di precipitazione riflette quello in figura.



<http://ice-glaces.ec.gc.ca/App/WayPageDisp.cfm?Lang=eng&nid=19AScndLvtvye&ID=10177>

10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Deformazione del ghiaccio di mare

- Oltre al processo di crescita il pack, può modificare la sua forma e le sue dimensioni, come conseguenza dell'azione di:

- Vento;
- Correnti;
- Espansione/contrazione come conseguenza degli sbalzi termici;
- Effetti dovuti alla pressione;

Come peraltro illustrato nelle figure...



La conoscenza del contenuto di sale nell'acqua consente di capire la possibile potenza dello strato di ghiaccio. In particolare si ha:  
 - Ghiaccio superficiale se  $S < 24,7\%$   
 - Ghiaccio fino al fondo se invece  $S > 24,7\%$  (Anchor Ice)

<http://ice-glaces.ec.gc.ca/App/WayPageDisp.cfm?Lang=eng&nid=19AScndLvtvye&ID=10177>

11

---

---

---

---

---

---

---

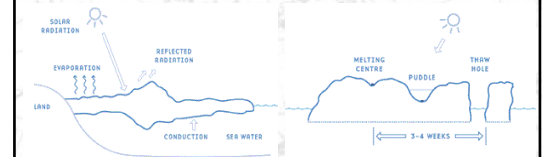
---

---

---

## Disintegrazione del ghiaccio di mare

- Dopo essersi formato, aver mutato le sue forme, essere stato trasportato dai venti e dalle correnti, il ghiaccio di mare è pronto per disintegrarsi.
- Il processo è solitamente conseguenza del processo di fusione, conseguenza di un aumento della temperatura. Il calore necessario può arrivare attraverso:
  - Assorbimento della radiazione solare;
  - Conduzione di calore dall'aria, acqua, terra circostante.



<http://ice-glaces.ec.gc.ca/App/WayPageDisp.cfm?Lang=eng&nid=19AScndLvtvye&ID=10105>

12

---

---

---

---

---

---

---

---

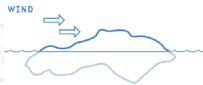
---

---

## Dinamica dei ghiacci marini

□ Gli effetti dinamici sul pack sono essenzialmente dovuti a:

□ **Vento:** il vento esercita una pressione sulla superficie del pack determinandone il movimento. Un valore tipico è pari al 2-4% della velocità del vento, in assenza di altre forze.



□ **Correnti:** in presenza di una corrente, la parte immersa del pack sarà assoggettata al medesimo movimento. Poiché l'azione delle correnti è per lo più superficiale, tanto più profondo sarà il pack, tanto meno sarà soggetto all'azione delle correnti. Questo, peraltro giustifica il lento movimento degli Iceberg.



[http://ice-glaces.ec.gc.ca/App/WayPageDisp.cfm?Lang=eng&unit=9&Scodi\\_vrme&ID=10166](http://ice-glaces.ec.gc.ca/App/WayPageDisp.cfm?Lang=eng&unit=9&Scodi_vrme&ID=10166)

13

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ghiacci di terra

□ I ghiacci di terra si formano per effetto del congelamento dell'acqua conseguente all'accumulo di neve ed alla compattazione di quest'ultima nel ghiacciaio, per subsidenza, con potenze che possono superare i 100 metri (...si rifletta sul fatto che l'età dell'acqua che li compongono ha in media 5.000 anni con punte comprese tra 30.000 e 150.000 anni, in considerazione del fatto che le precipitazioni annue sono comprese tra 20 e 60 centimetri).

□ Il movimento dei ghiacciai, che, alle latitudini più elevate, arrivano fino agli oceani, può portare al distacco di parti di essi nel mare, a causa delle maree (dell'ordine dei 6 metri), oppure a causa dell'erosione delle parti terminali dei ghiacciai da parte del vento e dell'acqua. E' a partire da questo processo che si formano gli iceberg.

□ Si pensi che, d'estate, l'85% della banchisa si disperde verso il mare sotto forma di lastroni di ghiaccio, che originano il pack e gli iceberg. Questi si muovono con una velocità che può raggiungere i 65 km al giorno.

□ Poiché la loro densità è di poco superiore a quella dell'acqua, generalmente emergono soltanto per il 15% circa del volume, anche se, a rigore, va detto che questa regola vale solo per gli iceberg più piccoli e non per il pack (non è cioè necessariamente vero che un iceberg affiorante di 30 metri raggiunga una profondità di 200 metri).

14

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ghiacci di terra

□ Se restano in acque molto fredde, hanno una vita media di quattro anni, ma se la temperatura supera i 5°C si sciolgono in pochi giorni.

□ In particolare tra 0-4°C si sciolgono di 2 metri al giorno; tra 4-10°C di 3 metri al giorno. Un iceberg di 120 metri di lunghezza si scoglie in circa 36 ore, se la temperatura dell'acqua è di 27°C. Il processo è eventualmente reso più rapido in caso di cattivo tempo, a causa dell'erosione dovuta agli agenti atmosferici.



[http://ice-glaces.ec.gc.ca/App/WayPageDisp.cfm?Lang=eng&unit=19&Scodi\\_vrme&ID=10177](http://ice-glaces.ec.gc.ca/App/WayPageDisp.cfm?Lang=eng&unit=19&Scodi_vrme&ID=10177)

15

---

---

---

---

---

---

---

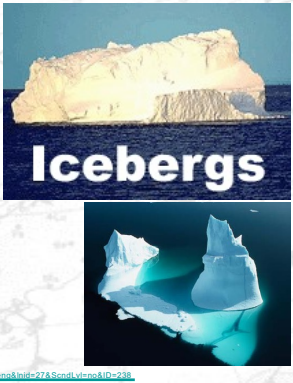
---

---

---

## Icebergs

- ❑ Gli iceberg sono dei pezzi di ghiaccio di notevole dimensione che si protrondono per più di 5 metri sopra il livello del mare.
- ❑ Sono originariamente dei pezzi di ghiacciaio che, giunti fino al mare si sono staccati da esso.
- ❑ Successivamente, a causa dell'azione delle correnti si sono spostati fino a giungere in mare aperto, ove, talvolta, possono costituire un pericolo per la navigazione.
- ❑ Mediamente se ne staccano tra 10.000 e 50.000 all'anno.
- ❑ Vengono classificati in funzione della **forma** e delle **dimensioni**.



16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Icebergs

- ❑ Gli iceberg galleggiano in quanto presentano una densità inferiore a quella dell'acqua ( $\sim 0,9t/m^3$ ).
- ❑ Considerato che la densità dell'acqua di mare è pari a  $1,025t/m^3$ , tutto ciò implica che  **$\sim 7/8$  della loro massa si deve trovare al di sotto del livello del mare.**
- ❑ A causa di queste caratteristiche, sono le correnti a determinarne gli spostamenti. L'effetto dei venti diventa importante in funzione delle sue forme (per "effetto vela").
- ❑ La velocità di spostamento è dell'ordine delle 2-8 miglia al giorno. Ne segue che, per raggiungere il mare aperto, possono impiegare anche diversi anni.



17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Icebergs

- ❑ Numerose sono le cause che portano alla fusione degli iceberg. Sono da citare:

- ❑ **Insolazione;**
- ❑ **Convezione dell'aria;**
- ❑ **Convezione dell'acqua;**
- ❑ **Erosione dalle onde.**



19

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### Ghiacci di fiume

- ❑ I ghiacci di fiume non costituiscono un grave pericolo per la navigazione in quanto sono per lo più ghiacci superficiali.
- ❑ Si possono incontrare in corrispondenza degli estuari dei fiumi a latitudini medie o elevate limitatamente a certi periodi dell'anno (per esempio del Delaware river).



<http://www.ice.ca.gov>

20

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ghiacci di fiume



- ❑ La velocità non adeguata è la principale causa di danni alla nave per effetto del ghiaccio.

21

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Formazione del ghiaccio a bordo

E' un fenomeno particolarmente grave, specialmente per piccole navi.

Presenta i seguenti aspetti negativi:

- Riduzione del bordo libero;
- Riduzione della stabilità;
- Effetto vela;
- Riduzione della manovrabilità della nave;
- Riduzione dell'efficienza della strumentazione di bordo;
- Aumento del Dislocamento e della Stazza lorda della nave (up to 10%).



Il fenomeno, interessa prevalentemente l'estremità prodiera della nave, si manifesta in prevalenza nella parte posteriore di un fronte freddo, quando i venti spirano da terra.

<http://simone.fo.com/south/archives/001453.php> <http://www.usco.mil/antares/indiana.html>

22

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Le principali cause di formazione

- 1) Pioggia che gela;
- 2) Nebbia da mare fumante;
- 3) Congelamento da spray;
- 4) Acqua di mare che penetra sulla coperta;
- 5) Perdite di acqua dolce dalla nave.

**Pioggia che gela:** si pensi ad una ipotetica situazione in cui  $T < 0^{\circ}\text{C}$ . Evidentemente, anche le strutture di bordo presentano la medesima temperatura, essendo l'acciaio un buon conduttore di calore. Il risultato è che la pioggia cadendo sulle superfici della nave gela istantaneamente.



**Nebbia da mare fumante:** tale fenomeno si manifesta quando l'aria è molto più fredda dell'acqua; di conseguenza, contiene molte goccioline sovrassature, le quali, a contatto con le strutture della nave, vi aderiscono, congelando.

<http://www.2010.atmos.wisc.edu/GH/ouides/mtrictel/orca/zrdanqchom.htm>  
<http://smoch72b.com/south/archive/0001463.php>

23

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Le principali cause di formazione

24

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Le principali cause di formazione

**Congelamento da spray:** è generato dall'azione del vento sul mare quando la temperatura dell'aria è inferiore a  $-2^{\circ}\text{C}$  mare (durante gli inverni rigidi il fenomeno si può apprezzare a Trieste sul Molo Audace).



**Acqua di mare che penetra sulla coperta:**



**Perdite di acqua dolce dalla nave**

<http://www.bavaria-monitor.com/mar00/balastwater.html> <http://www.umva-adg.com/album/fotografico/bora13122001/surface02.jpg>

25

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



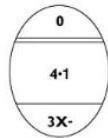






## EGG Code

### Example 1



#### Description:

Less than one tenth of ice to show open water. Some thick first-year in small floes; new ice is also present and has no floe form.

43

---

---

---

---

---

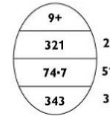
---

---

---

## EGG Code

### Example 2



#### Description:

9+/10 total ice concentration. 3/10 old ice in small floes, 2/10 thick first-year ice in medium floes, 1/10 thin first-year ice in small floes, 2/10 grey-white ice in small floes, and the remaining 2/10 is new ice with no floe form.

44

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riferimenti

- Burgess "Meteorology for seamen" Ed. Brown Son & Ferguson
- <http://progetti.webscuola.it/progetti2000/342/linkoceano.html>
- <http://www.britannica.com/>
- <http://www.linguaggioglobale.com/terra/txt/86.htm>
- <http://www.lunanuova.it/servizi/personag/artico.html>
- <http://www.uscg.mil/lantarea/iip/iipmis.html>
- Istituto Idrografico della Marina "Manuale dell'Ufficiale di Rotta"
- Sannino "Meteorologia Nautica" Ed. Italibri



Fonte: <http://www.foto4share.com>

46

---

---

---

---

---

---

---

---

Carso Triestino – 01/12/2010



47

---

---

---

---

---

---

---

---

Grado - 6/02/2012



48

---

---

---

---

---

---

---

---

Trieste – 12/02/2012



49

---

---

---

---

---

---

---

---