

I numeri nella navigazione a vela

I numeri sono importanti per la navigazione a vela. Poiche' i numeri sono un po' il mio mestiere ho scritto questa pagina che ne contiene alcuni che riguardano la navigazione a vela e la nautica in generale.

Per rendere piu' leggibile il documento l'ho diviso per argomenti: [unita' di misura](#), [strumenti](#), [formule](#), [tabelle](#), [patente](#).

A detta di molti, i numeri *li do'* anche... quindi ho un rapporto molto completo con i numeri! Date un'occhiata a questa paginetta e poi [fatemi sapere](#) che ne pensate.

Unita' di misura

Nella nautica si adottano spesso unita' di misura differenti dal sistema metrico.

Il **miglio** e' l'unita' di misura delle distanze. Il miglio (marittimo) corrisponde ad un primo di un circolo massimo (quindi di un meridiano o dell'equatore) equivalente a **1852** metri. Come noto un circolo e' suddiviso in **360** gradi e ciascuno di questi in **60** primi. L'equatore misura **21.600** miglia pari a **40.003.200** metri.

Il **nodo** e' una velocita' e corrisponde alla distanza di **1** miglio percorsa in un'ora.

Il **piede** corrisponde a **30.48** centimetri. Quindi quando una barca e' di 30 piedi non vuol dire che ci si puo' stare in 15, ma che e' lunga 9 metri circa.

E' comune l'utilizzo delle misure in pollici per tutta l'attrezzatura idraulica nautica e non. Un **pollice** corrisponde a **2.54** centimetri.

I volumi di carico di un'imbarcazione vengono espressi in **tonnellate di stazza** corrispondenti a **2,83** metri cubi.

Strumenti

Nella navigazione si utilizzano parecchi strumenti. E tutti gli strumenti danno i numeri!

Lo strumento per misurare il vento e' l'**anemometro**. L'anemometro misura la velocita' del vento relativo e ne da la provenienza. I numeri dell'anemometro li ho gia' dati con la scale dei venti, quindi non li ripeto! Se ci sono 12 nodi di vento abbiamo andature facili e divertenti per la nostra crociera.

La velocita' dell'imbarcazione sull'acqua e' misurata dal **solcometro** e viene espressa in nodi. Se, con un vento di **12** nodi navighiamo a **9** nodi stiamo andando benissimo e ci stiamo sicuramente divertendo...

Il **termometro** dice se fa caldo. In Italia utilizziamo come misura i **gradi Celsius**. Insomma quando ci sono **25** gradi si sta benissimo in barca! Navigando a vela il termometro serve anche a misurare la temperatura dell'acqua. Come e' noto l'acqua gela a **0** gradi e bolle a **100**. Generalmente non sono queste le temperature che misurera' un termometro su una barca a vela nel Mediterraneo... Diversamente da quello che forse ci si aspetta, il termometro per misurare la temperatura dell'acqua non serve per sapere se faremo un bagno nell'acqua calda. Serve per riconoscere il passaggio delle correnti che hanno solitamente temperatura, salinita' e trasparenza differenti (e la temperatura e' il valore piu' facile da misurare).

La pressione e' una misura fondamentale per la meteorologia e la si effettua con il **barometro**. La pressione si misura in **millibar** o in ettopascal. Una pressione normale, sul livello del mare oscilla tra i **1000-1025** millibar. Quando la pressione sale arriva il bel tempo, quando scende arrivano le nuvole. Il perche' lo vediamo magari un'altra volta...

Se ci si solleva dal livello del mare la pressione diminuisce. Su una barca a vela questo non ha molta importanza ma non si sa mai... La pressione diminuisce circa di **12** millibar ogni **100** metri di altezza.

L'umidità dell'aria è una misura importante. Non solo perché se l'aria è troppo asciutta ci si secca la gola e se è troppo umida soffriamo l'afa... Ma anche perché se l'umidità cresce si forma la nebbia! La misura è in percentuale e va da **0%** al **100%** (punto di condensa) e lo strumento di misura è l'**igrometro**. Gli umani gradiscono umidità nell'intervallo **40%-70%**. Il sottoscritto sta bene anche se è più secco! (NdE basta che metta i piedi a bagno)

I **binocoli** servono per ... guardare! Le due principali caratteristiche di un binocolo sono l'ingrandimento ed il diametro della lente frontale. Un tipico binocolo da navigazione è un **7x50**. Cioè fornisce 7 ingrandimenti con una lente di 50 millimetri. Gli ingrandimenti che si hanno con un tipico binocolo da imbarcazione non sono molti. La ragione sta nel fatto che è necessario disporre di una buona luminosità, di un ingombro ragionevole e non si può avere molta stabilità su una barca a vela.

La **radio** è uno strumento fondamentale per la sicurezza in navigazione.

Il canale VHF di chiamata è il **16** (frequenza **1625**). Tale canale va lasciato libero i primi **5** minuti di ogni mezz'ora per consentire le trasmissioni d'emergenza.

I messaggi di emergenza sono **3** e vanno ripetuti **3** volte all'inizio della comunicazione: **MAYDAY** (si legge "mede"), **PAM**, **SECURITE'**.

Meteomar trasmette in continuo sul canale **68** VHF il bottettino meteo in italiano ed in inglese. Per maggiori dettagli sulle frequenze utilizzate leggete il documento: [Le mie frequenze](#).

Stavo dimenticando una cosa fondamentale, forse perché sono sempre in ritardo. Il tempo!

Il tempo si misura con un **orologio**... quando si va in regata sono importanti anche i secondi (soprattutto alla partenza) e quindi si usa un **cronometro**...

un giorno è composto da **24** ore, ogni ora è composta da **60** minuti, ogni minuto da **60** secondi...

Che dire in più del tempo? Quando si naviga in buona compagnia il tempo passa sempre in fretta!

Formule

Vi sono parecchie formule matematiche di uso comune nella nautica.

La stima della **velocità massima teorica** di una barca a vela è data dalla formula:

$$V_{knt} = 1,3 * \sqrt{L_{ft}}$$

Dove L è la lunghezza al galleggiamento espressa in piedi (ft: feet) e la velocità V è espressa in nodi (knt: knot). Ad esempio un'imbarcazione di 36 piedi ha una velocità massima teorica di 7.8 nodi.

La **distanza dell'orizzonte** è data dalla formula:

$$D_{mi} = 2 * \sqrt{A_{mt}}$$

Dove A è l'altezza in metri del punto di osservazione e la distanza D è espressa in miglia. Quando si osserva un punto di elevazione A2 le altezze si "sommano" e la formula diventa:

$$D_{mi} = 2 * (\sqrt{A1_{mt}} + \sqrt{A2_{mt}})$$

Ad esempio se siete alti quattro metri (accidenti!) il vostro orizzonte sarà a 4 miglia circa e potrete osservare un faro alto 25 metri fino alla distanza di 14 miglia (deve essere molto limpido).

Nota: se siete alti un metro ed ottanta e siete su una barca alta 2 metri e venti ovviamente il risultato è lo stesso!

Ulteriore nota: se siete altri un metro e venti e siete su una barca alta 2 metri ed ottanta allora siete dei bambini oppure un po' sfigati!

Ancora una nota: se la vostra barca è alta sei metri allora siete veramente sfigati! Vuol dire che siete alti due metri ed il vostro equipaggio vi ha appeso per i piedi sulle draglie a testa in giù! Questa nota l'ho inserita per le persone basse

che si sono sentite maltrattate per la nota precedente: c'e' sempre qualcuno messo peggio di voi... come vedete ci sono anche le altezze negative (e non c'e' bisogno di marziani o antimateria).

Per la **determinazione della prua bussola** (la rotta che il timoniere deve seguire sulla bussola) la formula e' la seguente:

$$Pb = Rv - dr - sc - \delta - d$$

La rotta vera (Rv) si ottiene geometricamente con il carteggio sulla carta nautica. La deriva (dr) e lo scarroccio (sc) dipendono da diverse cose quali la corrente e l'azione del vento sull'imbarcazione e si valutano. La deviazione magnetica (delta) si desume da una tabella fornita con l'imbarcazione (tabella delle deviazioni magnetiche) mentre la declinazione magnetica si calcola con i valori riportati nelle carte nautiche (che ne riportano la variazione nel tempo zona per zona)... insomma e' un casino!

Nonostante tutto e' divertente (almeno per me) l'unica avvertenza e' quella di non andare a scogli mentre si fanno i calcoli...

Per convertire la forza del vento **dalla scala Beaufort alla velocita'** in nodi si puo' usare la formula approssimata di:

$$V_{\text{not}} = (F * 5) - 5$$

Ad esempio con vento forza 5 ci si aspetta un vento di 20 nodi circa (gia' una bella aria!).

La **portanza** di una vela puo' essere calcolata con una formula dell'aerodinamica.

$$P = \frac{1}{2} * \rho * S * C_p * V^2$$

Quindi la P portanza dipende da una serie di costanti, dal Cp coefficiente di portanza e, importante, dalla superficie velica in modo lineare e dalla velocita' in modo quadratico. Quindi... occhio all'apparente! Il vento apparente e' quello che si sente sulle vele e la sua velocita' aumenta la portanza della vela con il quadrato.

Ma quale forza debbono sopportare le cime usate per regolare le vele? C'e' qualche formula che puo' aiutare... Il **carico scotta genoa** e' dato dalla seguente formula empirica:

$$SL = SA * V^2 * 0,02104$$

Dove SL e' il carico sulla scotta (espresso in kg), SA e' l'area del genoa (espresso in m²) e V la velocita' (espressa in nodi). Naturalmente la velocita' che interessa e' quella del vento apparente. Ad esempio se abbiamo un genoa di 36 metri quadri e stiamo procedendo di bolina con un vento apparente di 5 nodi il carico sulla scotta e' di circa 19 chili. Ma se, con la stessa vela, i nodi sono 12 il tailer deve passare velocemente la scotta in virata: sul winch c'e' una forza di 110 kg!

Il **carico scotta randa** e' dato dalla seguente formula:

$$ML = \frac{E^2 * P^2}{\sqrt{E^2 + P^2} * (E - X)} * V^2 * 0,02104$$

Dove ML e' il carico, E e' la lunghezza della base, P e' l'altezza della randa, X la distanza tra la fine del boma e l'attacco della scotta ed infine V la velocita' del vento. Ad esempio con P=11,70 E=4,40 X=2,20 abbiamo circa 50 e quasi 300 chili con 5 e 12 nodi di vento rispettivamente. E' chiaro che per la randa serve un paranco!

Il fattore di **carico su un bozzello** e' dato dalla seguente formula:

$$C = 2 * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Dove C e' il fattore di carico ed α e' l'angolo di rinvio. Ad esempio con 90° il carico sul bozzello e' 1,41 (o per essere esatti la radice di 2) e con 180° il carico e' doppio.

Ma quanto sono lunghi i 12 metri della coppa America? O i famosi 8 metri classe internazionale? In realta' si tratta di misure date da una **formula di stazza internazionale** il cui risultato deve essere 12 o 8. La formula tiene conto di

diverse misure, tra cui la lunghezza, ed e' piuttosto complessa. Per esempio riporto la prima formula uscita nel 1907 nel caso degli 8 metri di stazza internazionale:

$$8 = L + B + G + 3*d + \frac{1}{3} * \sqrt{S} - \frac{F}{2}$$

Dove L e' la lunghezza fuori tutto, B il baglio massimo, G la catena, d la differenza di catena, S la superficie velica ed F il bordo libero. Per misurare bene tutti questi valori vi e' un manuale con tutte le "regole" per la misurazione (*solo* alcune centinaia di pagine...). Semplice no?

Per far gareggiare tra loro imbarcazioni di tipo e dimensioni diverse si possono adottare strane formule per calcolare il rating delle imbarcazioni e l'abbuono risultante. Quale esempio riporto una **fomula di rating e calcolo dell'abbuono**.

$$R = \frac{LOA + LWL}{2} + (I * 0,7) + (P * 0,4)$$

dove R e' il rating, LOA e' la lunghezza fuori tutto, LWL e' la lunghezza al galleggiamento, P e' l'altezza dal bozzello della randa alla base del boma ed I l'altezza dal bozzello dello spi alla landa esterna.

$$A_{pM} = \left(\frac{2160}{\sqrt{R}} \right) - 258,17$$

dove A_{pM} e' l'abbuono per miglio, R il rating calcolato con la formula precedente e gli altri sono numeri fissi. Come tutti i numeri fissi sono *magici*. I fisici teorici pensano che dipendano dalla costante di Heisenberg, alcune sette pensano che indichino la fine del mondo, ... in ogni caso un timoniere da' la colpa al rating quando perde una regata!

Anche nell'ottica si utilizzano diverse formule, e vederci bene serve navigando... Un buon canocchiale deve avere un buon ingrandimento ma anche una buona luminosita'. La **luminosita' relativa** si calcola con:

$$L = \left(\frac{D}{I} \right)^2$$

Dove D e' il diametro della lente ed I l'ingrandimento. Quindi un tipico binocolo per la nautica sara' un 7x50 (ovvero 7 ingrandimenti per 50 millimetri di lente) con una luminosita' risultante di 51. Controllate la bonta' del binocolo studiando le barche vicine... ma forse e' meglio che facciate attenzione con il binocolo... altrimenti si applica la formula seguente!

La nota **equivalenza tra massa ed energia** di Einstein e' espressa dalla formula:

$$E = mc^2$$

dove **c** e' velocita' della luce. Non e' di comune uso nella nautica, ma e' l'energia che si sviluppa se vostra ragazza disintegra la sua mano sulla vostra faccia. E lo fara' sicuramente se, con la scusa di controllare le formule sulla luminosita' relativa, continuate a guardare col binocolo le ragazze in topless sulle altre barche!

Nota: la velocita' della luce al quadrato e' un numero molto grosso, fate attenzione!

Altre formule? Ve ne sono ancora parecchie: consumo stimato del motore, distanza di due punti (navigazione ortodromica)... sono meno interessanti ma quando le ricordo le aggiungo!

Tabelle

Le tabelle sono un modo molto conveniente di organizzare dei numeri... A parte la tabella pitagorica, che tutti piu' o meno ricordiamo, vale la pena di riportarne qualche altra utile in navigazione.

La velocita' del vento viene misurata in nodi con una scala numerica da **0** a **12**: la **scala Beaufort**.

Forza	Velocita'	Descrizione
0	0-1	Calma

1	1-3	Bava di vento
2	4-6	Brezza leggera
3	7-10	Brezza tesa
4	11-16	Vento moderato
5	17-21	Vento teso
6	22-27	Vento fresco
7	28-33	Vento forte
8	34-40	Burrasca
9	41-47	Burrasca forte
10	48-55	Tempesta
11	56-63	Tempesta violenta
12	>=64	Uragano

I mari vengono misurati con la **scala Douglas**.

Forza	Altezza onde (metri)	Descrizione
0	0	Calmo
1	0,1	Quasi calmo
2	0,1-0,5	Poco mosso
3	0,5-1,25	Mosso
4	1,25-2,5	Molto mosso
5	2,5-4	Agitato
6	4-6	Molto agitato
7	6-9	Grosso
8	9-14	Molto grosso
9	>=14	Tempestoso

Le previsioni dei venti e dei mari, oltre che nei vari bollettini meteo, si trovano anche alle pagine **715-717** del [Televideo](#).

La seguente tabella converte le **velocita'** espresse in nodi, chilometri all'ora, metri al secondo e metri al minuto.

Nodi	km/ora	m/sec	m/minuto
1	1,9	0,5	30,9
2	3,7	1,0	61,7
5	9,3	2,6	154,3
10	18,5	5,1	308,7
15	27,8	7,7	463,0
20	37,0	10,3	617,3
30	55,6	15,4	926,0
50	92,6	25,7	1.543,3
0,5	1	0,3	16,7
5,4	10	2,8	166,7
10,8	20	5,6	333,4
32,4	60	16,7	1.000,0
54,0	100	27,8	1.666,8
2,0	3,6	1	60
9,7	18,0	5	300
19,4	36,0	10	600
3,2	6,0	1,7	100

I numeri nella navigazione a vela			
Tondino in acciaio	6		3.900
Tondino in acciaio	10		10.100
16,2	30,0	8,3	500
32,4	60,0	16,7	1.000

Infine questa tabella riporta i carichi rottura tipici di alcuni materiali. Le tabelle pubblicate dai fabbricanti sono molto piu' complete, ma basta ricordare che il carico dipende dalla sezione del cavo (e dal quadrato del diametro)...

