

Moto ondosso e velocità

Uno studio IMO per la determinazione di rotta e velocità di sicurezza con mare formato.

L'IMO (International Maritime Organization) ha pubblicato tempo fa un documento interessante sui rischi della navigazione in condizioni meteomarine pericolose. Sebbene destinato in principio alle navi, offre vari spunti di riflessione anche per le barche di dimensioni "normali".

Le condizioni considerate dallo studio riguardano i rischi derivanti dalla presenza di mare vivo (onde da vento) e di onda lunga. A seconda della loro intensità e della relazione con le dimensioni della barca, ci saranno effetti più o meno rilevanti in termini di stabilità/rollio, andando dall'incapacitazione dell'equipaggio all'eventuale ribaltamento dell'unità.

Lo studio si occupa unicamente dell'aspetto "stabilità" della barca, nella realtà evidentemente i fattori di rischio sono anche tanti altri: le onde frangenti, le sollecitazioni meccaniche a cui è sottoposta la barca, situazioni specifiche con influenza di altri parametri come corrente, profondità, eccetera insomma tanti altri fattori che intervengono nella decisione di navigare in un modo piuttosto di un altro.

La sensibilità allo stato del mare dipende da vari fattori: dal tipo di unità, dalle sue dimensioni, dalle caratteristiche di stabilità e dalla velocità di navigazione: in sostanza, ogni barca reagirà in modo specifico, di conseguenza anche i consigli dati dallo studio devono essere visti in tale ottica.

Dal lato della barca, il dato principale riguarda la stabilità. Le navi hanno a loro disposizione in genere ogni sorta di dato numerico sulla loro stabilità (a seconda di carico, eccetera), dati che invece per le barche sono più difficili da ottenere.

Come indicatore numerico della stabilità può essere preso il periodo di rollio: facile da misurare anche da soli, si fa oscillare la barca in acque calme e si misura in quanti secondi il rollio effettua un movimento completo, andata e ritorno.

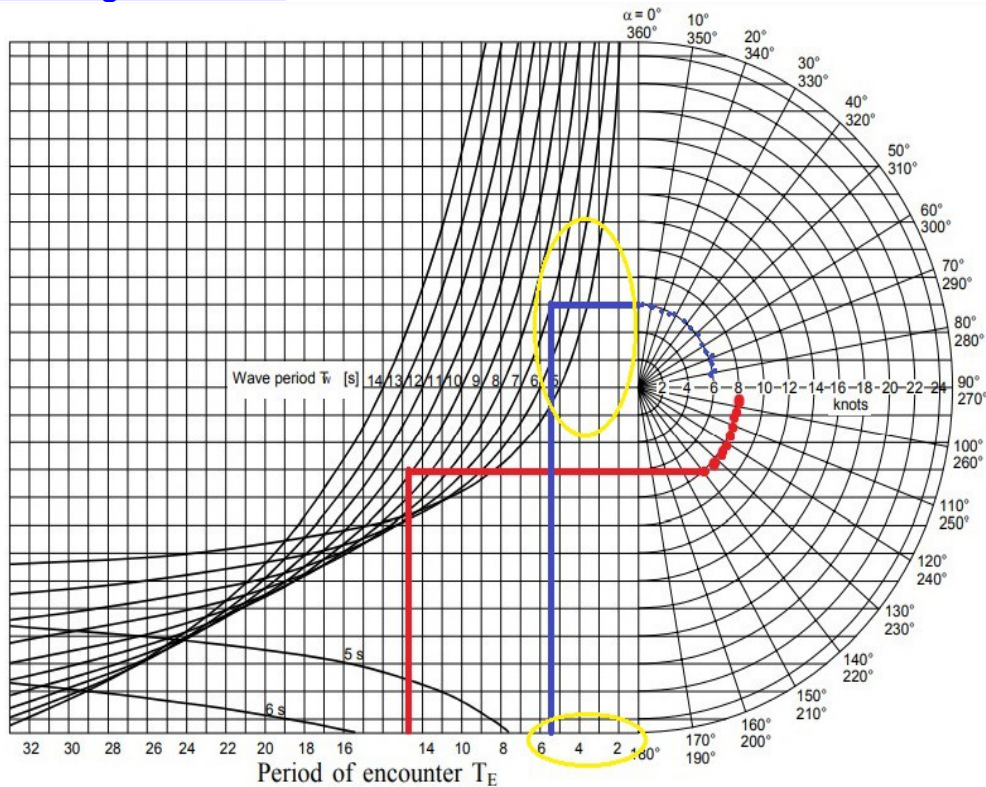
Dal lato delle condizioni esterne, il dato è essenzialmente il periodo dell'onda, T_w : lo si può misurare per esempio osservando la formazione di schiuma su un frangente e contando il numero di secondi che impiega ad apparire sulla cresta dell'onda successiva; è meglio effettuare un certo numero di misure e farne la media.

A partire da T_w , a seconda della velocità della barca e dell'angolo della rotta con il moto ondosso, si può determinare T_e (*Period of encounter*), l'intervallo di tempo in secondi fra il passaggio di un'onda sotto la barca e quello della successiva.

T_e può essere osservato tramite il periodo di beccheggio della barca, oppure può essere calcolato:

$$T_e = 3 T_w^2 / (3 T_w + V \cdot \cos(a)) \quad [s]$$

dove V è la velocità della barca e "a" l'angolo della rotta con la direzione del moto ondosso, $a=0^\circ$ per un mare esattamente di prua; oppure ancora può essere determinato tramite la figura seguente.



Esempio Rosso: una barca che vada a 8 nodi in un moto ondoso periodo 10s preso a 140°, incontrerà una onda ogni 15s circa.

Esempio Blu: una barca che smotori a 6 nodi con mare di prua periodo 7s incontrerà un'onda ogni 5 secondi circa.

(Zone Gialle vedi più avanti)

Una barca con il mare in poppa o al giardinetto incontrerà le onde con un periodo T_E superiore rispetto a un'andatura con mare al traverso o addirittura di prua.

I rischi sono essenzialmente I seguenti:

1. Partenza in planata e forte imbardata: la barca accelera giù dall'onda, cambia bruscamente e violentemente di rotta, con un aumento sensibile dello sbandamento;
2. Rollio sincrono: il rollio naturale della barca può essere amplificato dal moto ondoso, in particolare quando il periodo di rollio è vicino a T_E . Situazione particolarmente delicata con mare da dietro: la diminuzione di stabilità trasversale fa allungare il periodo di rollio, che quindi può avvicinarsi a T_E e favorire il fenomeno;
3. Rollio parametrico. La stabilità viene fortemente minacciata in due situazioni principali.

3.1 Quando T_E è uguale al periodo di rollio della barca: in tal caso, la stabilità raggiunge un minimo una volta durante ogni movimento di rollio, il rollio è asimmetrico, l'ampiezza dell'oscillazione con l'onda a mezza nave è molto superiore a quella con l'onda agli estremi. Le caratteristiche specifiche di ogni nave, in particolare il ritardo nel raddrizzamento, fanno sì che tale rollio possa verificarsi in un'ampia fascia di T_E . Con mare in poppa, si possono verificare oscillazioni risonanti.

3.2 Quando T_E è uguale a metà del periodo di rollio della barca. La barca tocca il minimo di stabilità due volte durante ogni ciclo di rollio.

Per entrambi i punti precedenti, soprattutto il secondo, si tratta di fattori essenzialmente navali, una barca normale ha un periodo di rollio dell'ordine di qualche secondo quindi molto meno interessata da tale fenomeno, in particolare con moti ondosi ben formati;

3.3 Con mare di prua o al mascone, il beccheggio della barca può contribuire a variare la stabilità, si può verificare del rollio parametrico anche con moti ondosi di dimensioni relativamente ridotte, in particolare quando il periodo di beccheggio è simile a T_e .

4. Riduzione della stabilità trasversale: quando la barca si trova sulla cresta dell'onda, la carena immersa ha una forma molto diversa rispetto a quella in acque piatte, con una diminuzione della stabilità statica trasversale; l'effetto può essere molto marcato soprattutto nelle navi, dove le dimensioni fra unità e lunghezza d'onda sono relativamente più vicine.

Tutti questi fattori agiscono in modo congiunto, pur essendo difficile stabilire con esattezza in che modo si comporterà una barca, gli effetti combinati possono essere tali da causare ribaltamenti o "capriole" in vari sensi.

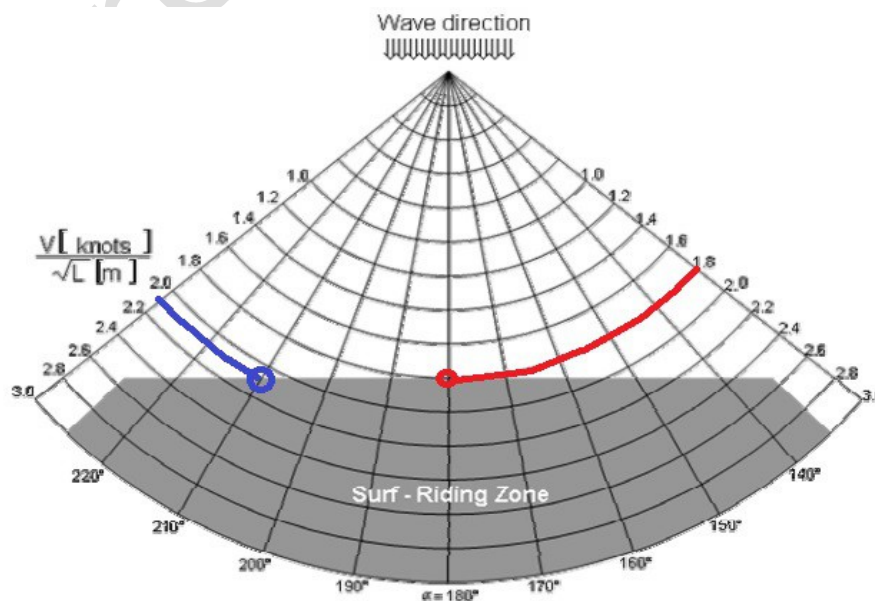
Cosa fare? Le considerazioni dello studio IMO sono le seguenti:

A) Per evitare le planate e/o le imbardate, la velocità della barca dovrebbe essere mantenuta al di fuori della zona grigia della figura seguente. La velocità della barca viene espressa in velocità relativa rispetto alla radice della lunghezza.

Esempio, una barca con lunghezza dinamica di 9m (diciamo lunghezza al galleggiamento) e mare in poppa piena, dovrebbe limitarsi a un rapporto massimo di 1.8, il che significa una velocità massima di $1.8 * \sqrt{9} = 1.8 * 3 = 5.4$ nodi. Se viceversa avesse il mare 30° di lato (150° o 210°) il rapporto massimo dovrebbe essere inferiore a 2.1 circa, quindi velocità massima di 6.2 nodi.

Conseguenza pratica importante, per allontanarsi dalla zona pericolosa quindi esistono due opzioni:

- a) ridurre la velocità,
- b) modificare l'angolo di incidenza delle onde: a parità di velocità, prendere le onde al giardinetto riduce il rischio di planare/imbardare.

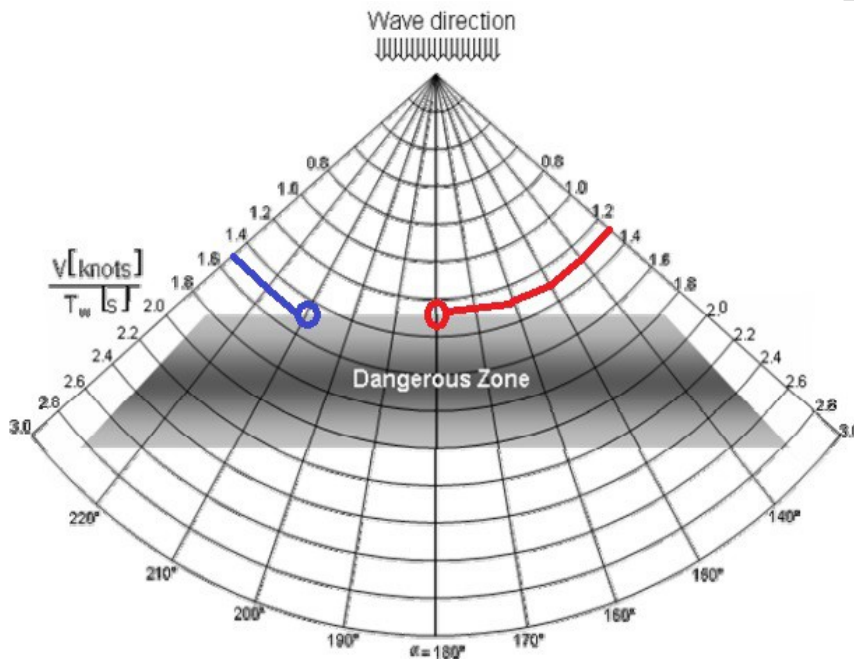


B) Per ridurre il rischio di essere colpiti da onde successive, la velocità della barca dovrebbe essere tenuta al di fuori della zona grigia della figura seguente. In questo caso la velocità della barca è relativa al periodo del moto ondoso.

La zona grigia rappresenta condizioni in cui T_e (il periodo di incontro di onde successive) è circa uguale a 1.8-3 volte il periodo dell'onda T_w .

Esempio, con onde in poppa piena la velocità massima dovrebbe essere $1.3 * T_w$; con onde 30° al giardinetto $1.5 * T_w$.

Il periodo di un moto ondoso può variare molto, per un mare completamente sviluppato da una ventina di nodi di vento il periodo è attorno ai 6s circa (quindi velocità massima di 8-9 nodi per la nostra barca-esempio con lunghezza dinamica pari a 9m), per un'onda lunga oceanica può arrivare a 12-15+ secondi quindi per una barca normale il limite di velocità è molto meno significativo.



C) Per cautelarsi contro il rollio sincrono e il rollio parametrico (che possono avvenire con mare da dietro, ma anche al traverso, al mascone o di prua), bisognerebbe evitare che T_e (periodo di incontro) sia vicino al periodo di rollio naturale della barca, oppure sia vicino alla metà del periodo naturale di rollio.

Essendo il periodo di rollio di una barca in genere limitato a pochi secondi, questi fenomeni rischiano di verificarsi con T_e relativamente piccoli (zona gialla nella prima Figura), per velocità di barca normali (5-6-10nodi) con moti ondosi relativamente moderati (periodi di 5-6-7s) e angoli di incidenza rotta/onde fra il traverso e il mare in prua.

Ref. IMO, "Guidance to the master for avoiding dangerous situations in adverse weather and sea conditions" (2007)