dendo necessarie formule più complete che tengano conto del momento raddrizzante dell'imbarcazione. Per schematizzare accuratamente diverse tipologie di armo, è necessario tenere conto anche delle diverse provenienze dei carichi di compressione, distinguendo in particolare fra le sartie e le diverse drizze.

Tralasciando le vecchie formule basate solo sul dislocamento, vengono brevemente discusse le formulazioni più diffuse ed utilizzate attualmente.

La formula classica per valutare la compressione totale sull'albero, partendo dal momento raddrizzante, è riportata da varie fonti, come ad esempio [1]. La versione proposta dal progettista neozelandese Chris Mitchell [2] è la seguente:

$$P = \frac{RM(30) \times 1.5 \times 1.85}{HCPB}$$

in cui

- P = carico di compressione in N;
- RM(30) = momento raddrizzante a 30° di rollio, in Nm;
- HCPB = semilarghezza delle lande, ovvero la distanza a cui sono vincolate le sartie laterali rispetto alla base dell'albero;
- 1.5 = coefficiente moltiplicativo relativo all'incertezza nella valutazione del momento raddrizzante massimo;
- 1.85 = coefficiente relativo all'effetto del carico aerodinamico.

In questa formula compare la semilarghezza delle lande, in quanto le sartie hanno lo scopo di sostenere lateralmente l'albero. Non essendo disponibile un supporto laterale, vengono utilizzate sartie inclinate e vincolate alla coperta dell'imbarcazione. Maggiore è questa inclinazione, rispetto all'orizzontale, e maggiore è la componente verticale scaricata come compressione sull'albero. Nella formula viene utilizzata la larghezza della base del triangolo, come denominatore.

Come ulteriore miglioramento [2], è possibile tener conto della geometria delle vele (un piano velico a basso allungamento avrà carichi diversi rispetto a un piano velico alto e slanciato):

[Fig. 4] - Master in legno del troncone centrale / *Wooden master models for a segment of the mast*

$$P = \frac{1.5 \times RM(30)}{HCPB} + \frac{12 \times RM(30)}{PW} + \frac{2.5 \times RM(30)}{J}$$

dove

- PW = altezza del vertice superiore della randa rispetto alla superficie dell'acqua;
- J = base del triangolo di prua, ovvero distanza del vertice anteriore del genoa dalla base dell'albero.

Per facilitare l'issata delle vele, le drizze possono essere installate con dei paranchi a puleggia, concepiti in modo da ridurre la tensione sulla drizza stessa.

Esistono anche meccanismi che bloccano la drizza una volta issata e tesa e il loro scopo è di eliminare la tensione sulla drizza, e quindi la sua compressione sull'albero, lasciando solo quella dovuta alla vela.

Per tenere conto dell'azione delle drizze, separandola dalla compressione delle sartie, è stata quindi introdotta un'ulteriore formulazione [2]:

$$P = RM(30) \times \left[\frac{1.5}{HCPB} + 3 \times \frac{(2+RM+RG)}{PW} + \frac{2.5}{J} \right]$$

dove

- RM = riduzione di sforzo per drizza randa (1 per rapporto 1:1, 0 per blocco drizza, ecc.);
- RG = riduzione di sforzo per

even adding lateral hulls, like on multi-hull boats - or lowering the ballast, as became possible on mono-hulls with the use of thin and strong keels with a deep bulb.

According to these evolutions in hull design, the old mast load approximations based only on displacement values became obsolete and were substituted by more complete formulas which take into account also the boat righting moment. In order to carefully model different rig types, it is necessary to take into account the different sources of compression loads, by distinguishing among stay, shrouds and the various halyards.

Discarding the old displacement-based formulas, the most frequently used equations will be briefly reviewed.

The classic formula able to compute the total compression on a mast, starting from the righting moment, is reported in various sources, for example [1]. Here we refer to a slightly modified version proposed by Chris Mitchell [2]:

$$P = \frac{RM(30) \times 1.5 \times 1.85}{HCPB}$$

where:

- *P = compression load [N];*
- *RM(30) = righting moment at 30° heeling angle [Nm];*
- *HCPB= half distance of the chainplates, which is the distance of the shrouds attachment points from the mast base;*
- *1.5 = safety coefficient due to the uncertain evaluation of the maximum righting moment;*
- *1.85 = coefficient taking into account the aerodynamic load.*

In this equation there is the half distance of the chainplates, because the shrouds must laterally support the mast. Since there is no available lateral support point, the shrouds must be angled down and attached to the deck. The higher the inclination with respect to the horizontal, the greater the vertical component transferred as compression load to the mast. In the formula, the width of the triangle base is used as denominator.

A more precise equation [2], proposed again by the New Zealander designer Chris Mitchell, takes into account sail geometry (a low aspect ratio sailplan is subjected to different loads compared to a high aspect ratio one):

$$P = \frac{1.5 \times RM(30)}{HCPB} + \frac{12 \times RM(30)}{PW} + \frac{2.5 \times RM(30)}{J}$$

where:

- *PW = height of mainsail tip from the water surface;*
- *J = foretriangle base length, which is the distance of the forward tip of the staysail from the mast base.*

Halyards can be installed with blocks, in order to decrease the effort of rising the sails and to reduce the halyard tension. There are also mechanisms to lock the halyard once the sail is raised and tightened. Their purpose is to take out any tension load from the halyard, thus eliminating the halyard compression from the mast and leaving only compression due to the sail.

In order to take into account the halyard effect by separating it from the shroud loads, the same author proposed a modified equation [2]:

$$P = RM(30) \times \left[\frac{1.5}{HCPB} + 3 \times \frac{(2+RM+RG)}{PW} + \frac{2.5}{J} \right]$$

where:

- *RM = reduction of the main halyard (1 for 1:1 ratio, 0 for halyard lock, etc.);*
- *RG = reduction of the genoa halyard (1 for 1:1 ratio, 0.5 for 1:2 ratio, etc.).*

For multihull boats, the righting moment is entirely due to shape and position of the hulls, in the absence of any ballast.

The maximum value occurs when the boat is slightly above the horizontal, with the windward hull(s) skimming just over the surface and decreases with the roll angle, going down to zero when the center of gravity of the boat, comprising the rig, comes over the hydrostatic center of effort of the leeward hull. Then the load