

Treball de Recerca

NAVEGANT AMB LA FÍSICA

Anna Masmartí Canet 2A

Institut de Vilafant

Tutora: Raquel Colomé

NAVEGANT AMB LA FÍSICA

Aplicació de la física a la vela

Anna Masmartí Canet

2n de Batxillerat A

Tutora: Raquel Colomé

Institut de Vilafant

Departament de Física i Química

Vilafant, 5 de desembre de 2017

'See the line where the sky meets the sea? It calls me
And no one knows, how far it goes.
If the wind in my sail on the sea stays behind me
One day I'll know, if I go there's just no telling how far I'll go.'

- *Vaiana, Disney*

'It is the set of the sails, not the direction of the wind
that determines which way we will go.'

- *Jim Rohn*

AGRAÏMENTS

Al llarg del procés d'elaboració d'aquest treball, hi ha hagut moltes persones que m'han brindat ajuts i suport per a portar-lo a terme i a qui vull agrair el seu esforç i dedicació.

En primer lloc, vull donar les gràcies a la Raquel Colomé per fer-me la tutoria d'aquest treball i ajudar-me tant a l'hora d'estructurar-lo i encaminar-lo com quan he tingut tot tipus de dubtes. Sense el seu guiatge no hauria pogut determinar i acotar el tema del treball. I també a la Mireia Dosil per ajudar-me amb la interpretació de dades realitzada en la part pràctica.

També voldria agrair a la direcció del GEN Roses la dedicació i el suport que m'han donat al llarg de l'estiu. M'agradaria fer especial reconeixement a David Miralta, director del GEN, i a Jordi Capella, coordinador i entrenador del GEN, que m'han facilitat tot el material que he necessitat per a la part pràctica i m'han ajudat a plantejar-la, a més de facilitar-me contactes, i material didàctic i explicacions per a ajudar-me a entendre alguns dels conceptes tècnics del treball.

Voldria agrair a la meva família tot el suport i paciència que m'han donat des de casa, i per facilitar-me els transports que he necessitat per desplaçar-me a la biblioteca, a Roses i a Barcelona. I també per les hores que han dedicat a fer les gravacions per a la part pràctica.

També voldria donar les gràcies a la Sara López i a la Bàrbara Cornudella per dedicar-me el seu temps, permetre'm entrevistar-les i compartir amb mi la seva experiència com a regatistes, així com al centre de recerca del Museu Marítim de Barcelona per permetre'm l'accés a alguns dels seus arxius.

ABSTRACT

El treball de recerca *Navegant amb la física. Aplicació de la física a la vela* tracta sobre l'esport de la vela, en particular, de l'embarcació olímpica Laser. Consta d'una part teòrica i una part pràctica. En la primera part, hi trobem una àmplia recerca històrica dels inicis de la vela i del Laser, a més d'una explicació de les principals propietats físiques que participen en aquest esport, i una explicació teòrica d'alguns conceptes i maniobres propis de la vela. En la segona part, s'ha realitzat un estudi pràctic per tal de trobar la posició òptima de l'embarcació i la vela Laser Radial en reproduir la maniobra de la virada. Aquest estudi s'ha dut a terme a partir de la gravació de 243 virades, resultants de fer combinacions entre tres posicions diferents dels trimatges de la vela, i l'anàlisi d'aquestes gravacions amb el programa informàtic de tractament de vídeos *Tracker*. Les conclusions d'aquest treball recullen les propietats físiques explicades per tal de justificar els resultats obtinguts en el treball de camp.

El proyecto de investigación *Navegando con la física. Aplicación de la física a la vela* trata sobre el deporte de la vela, en particular, de la embarcación olímpica Laser. Consta de una parte teórica i una parte práctica. En la primera parte, se realiza un análisis histórico de la evolución de la vela i del Laser, así como una explicación de las principales propiedades físicas que intervienen en este deporte, y una explicación teórica de algunos conceptos y maniobras propias de la vela. En la segunda parte, se ha desarrollado un estudio práctico con el fin de encontrar la posición óptima de la embarcación y la vela Laser Radial al llevar a cabo la maniobra de virada. Este estudio se ha elaborado a partir de la grabación de 243 viradas, resultantes de hacer combinaciones entre tres posiciones distintas de los trimajes de la vela, i el análisis de estas con el programa informático de tratamiento de vídeos *Tracker*. Las conclusiones de este proyecto de investigación recogen las propiedades físicas explicadas mediante las cuales se justifican los resultados obtenidos en el trabajo de campo.

The research project *Sailing with physics. Application of physics to sailing* is about sailing, in particular, about the Olympic Laser sailboat. It has a theoretical part and a practical part. In the first part, there's an extensive historical research about the evolution of sailing and the Laser sailboat, apart from an explanation of the main physical principles which take part in sailing and a theoretical explanation about some concepts and techniques typical of sailing. In the second part, a practical study has been done in order to find the optimum position of the Laser Radial sailboat and sail when performing the tacking technique. This study has been carried out by analyzing 243 tacks, recorded in different combinations of three levels of the sail systems, with the video analyzing program *Tracker*. The conclusions of this project include the physical properties explained to justify the results obtained from the field research.

ÍNDEX

0. INTRODUCCIÓ	3
0.2. Motivació	3
0.3. Objectius	3
0.4. Metodologia.....	4
0.5. Valoració personal.....	5
1. LA VELA	5
1.1. Història de la vela.....	5
1.1.1. Inici de la navegació	5
1.1.2. Orígens de la navegació a vela	6
1.1.3. La vela esportiva.....	13
1.2. Propietats físiques.....	17
1.2.1. Principi d'Arquímedes.....	17
1.2.1.1. Aplicació a la vela	17
1.2.2. Principi de Bernoulli	18
1.2.2.1. Equació de Bernoulli:	18
1.2.2.1.1. Desenvolupament.....	19
1.2.2.2. Aplicació a la vela	19
1.2.3. Efecte de deriva.....	21
1.2.3.1. Equació de l'equilibri lateral.....	22
1.2.4. Estabilitat	23
1.2.4.1. Estabilitat en la direcció	23
1.2.4.2. Transversal	24
2. VELA LLEUGERA	26
3. LASER	28
3.1. Història del Laser	29
3.2. Parts del Laser	31
4. RUMBS.....	37
5. MANIOBRA DE VIRADA	40
5.1. Virada per avant.....	40
5.2. Virada en rodó.....	40
6. PART PRÀCTICA	41
6.1. Objectius	41

6.2. Metodologia.....	42
6.2.1. Planificació	42
6.2.1.1. Variables	44
6.2.2. Desenvolupament.....	45
6.3. Execució del treball	46
6.3.1. Vídeos	46
6.3.2. Virada òptima.....	47
6.3.2.1. Contra	47
6.3.2.2. Pes.....	48
6.3.2.3. Cunningham.....	49
6.3.2.4. Escora.....	50
6.4. Resultats	51
7. CONCLUSIONS	54
8. REFERÈNCIES	55
8.1. Referències bibliogràfiques	55
8.2. Webgrafia.....	56
8.3. Fonts d'imatge.....	59
ANNEXOS.....	I
Annex I: Taula de planificació del treball de camp	II
Taula de planificació inicial del treball de camp	II
Taula de planificació final del treball de camp	IV
Annex II: Entrevista a Sara López Ravetllat i Bàrbara Cornudella Ravetllat ...	V
Annex III: Anàlisi dels vídeos de les virades	XXII
Annex IV: Visita al Museu Marítim de Barcelona	XXVI
Articles Dinghy 3 ½.....	XXVI
Fotografies de la visita al Museu Marítim de Barcelona	XXX
Annex V: Recull de fotografies.....	XXXII
Annex VI: Glossari	XXXV
Annex VII: CD	XXXVIII
Índex de figures dels Annexos	XXXIX

0. INTRODUCCIÓ

El meu treball de recerca tracta de la física aplicada a la navegació a vela. Al voltant d'aquest tema, he desenvolupat diferents objectius a assolir enfocats a millorar les meves habilitats de navegació.

0.2. Motivació

A l'hora de fer l'elecció del tema per al treball, vaig valorar diverses opcions de l'àmbit de Biologia i Medicina però cap no em convenia degut a la dificultat de dur a terme una part pràctica interessant. Finalment, em vaig decidir per un tema del departament de Física atès que hi ha més opcions per a la part pràctica.

El curs passat vaig començar a practicar l'esport de la vela navegant amb l'embarcació Laser i, degut a l'elevada participació de la física en aquest esport, vaig decidir enfocar el treball a millorar la meva tècnica de navegació a partir de l'adquisició de coneixements físics. En començar a navegar, vaig anar aprenent a fer les coses però sense saber per què eren d'aquesta manera; per exemple, sabia que si l'embarcació està a punt de bolcar hem de deixar anar la vela perquè el vent deixi de fer força. És un fet molt obvi però que es fonamenta en una llei física que desconecem. Així doncs, vaig pensar que podria investigar aquests principis i lleis físiques per aplicar-les a la meua navegació i entendre-ho millor.

A més a més, de seguida que vaig començar a veure clara la línia del treball vaig pensar que tenia moltes facilitats a l'hora aconseguir contactes per a consultar conceptes o entrevistar a professionals del món de la vela i per a realitzar la part pràctica, ja que al meu entrenador i al director del club on entreno, el GEN Roses (Grup d'Esports Nàutics de Roses), els va engrescar el meu treball i es van oferir a ajudar-me.

0.3. Objectius

Els objectius que m'he plantejat a l'hora de desenvolupar el treball es resumeixen en els següents punts.

- Entendre els principis físics que fan possible la navegació a vela.

- Veure l'evolució de les embarcacions a vela al llarg de la història a mesura que es tenen coneixements sobre aquests principis.
- Trobar la posició òptima dels trimatges i el casc de l'embarcació Laser Radial en la navegació en rumb de través [conceptes explicats al llarg del treball].
- Aplicar els coneixements físics obtinguts per tal de millorar en la meva navegació.

0.4. Metodologia

Aquest treball consta d'una part teòrica i d'una part pràctica on es recullen els conceptes i coneixements desenvolupats en la primera.

En la part teòrica, he hagut de realitzar una àmplia recerca històrica del desenvolupament de les embarcacions des de les canoes prehistòriques, passant per la primera vela, fins a les embarcacions actuals de vela esportiva on s'inclou el Laser Radial que és el que utilitzaré per dur a terme la part pràctica. Paral·lelament, he hagut de fer un gran esforç a l'hora d'entendre tots els conceptes físics que, amb l'ajuda de la tutora, he seleccionat com els més importants i he inclòs al treball atès que són molts els que participen en la navegació. Alguns d'aquests principis ja els coneixia i d'altres eren d'un nivell superior al de la física de Batxillerat. He aprofundit els coneixements que ja tenia i els he buscat l'aplicació a la vela, i als que eren completament nous per a mi els he hagut de dedicar molt de temps per entendre'ls i he hagut de consultar moltes fonts i contactes per entendre'ls en la seva totalitat. També he fet recerca sobre l'embarcació Laser i les seves parts, així com sobre algunes tècniques de navegació. Una de les fonts de consulta ha estat el Museu Marítim de Barcelona on he fet una visita en motiu d'una exposició sobre l'embarcació Snipe. N'he pogut extreure molta informació, tant de l'exposició temporal com de la fixa, a més de la informació que em va proporcionar el Centre de Recerca del museu.

La part pràctica consisteix en l'anàlisi de diferents gravacions a partir d'un programa informàtic per tal de trobar la posició òptima de l'embarcació per assolir una major velocitat en el menor temps possible, com he explicat en l'apartat corresponent. Aquestes gravacions les he realitzat al GEN Roses amb

una embarcació que, a l'igual que part del material que he requerit, m'ha deixat el club. Han estat realitzades durant l'estiu, a les tardes, ja que és quan hi acostuma a haver més vent.

0.5. Valoració personal

Al llarg d'aquesta recerca, he après a estructurar i simplificar la informació essencial així com a dur a terme un correcte tractament i anàlisi de dades. Un cop finalitzat el treball puc afirmar que ha resultat una experiència molt enriquidora que m'ha permès ampliar els meus coneixements tant de física com del món de la vela; dos temes que m'apassionen. A més a més, m'ha brindat l'oportunitat d'entrevistar a dues regatistes olímpiques amb una llarga trajectòria familiar en el món de la vela.

1. LA VELA

La història dels vaixells és paral·lela a la de la humanitat. Les primeres embarcacions sorgeixen per necessitat, buscant una expansió del territori dels poblats o buscant més subministraments procedents de la pesca. A poc a poc, s'han anat sumant més finalitats a la navegació, com el comerç, que han imposat l'evolució de les embarcacions per tal d'aconseguir més velocitat. És així com neix la navegació a vela.

Aquesta és un tipus de navegació realitzada amb embarcacions propulsades a vela que antigament era el principal mètode de propulsió abans de la creació dels motors de vapor i els motors de combustió. Actualment, la navegació a vela es troba reduïda únicament a l'àmbit lúdic, en vela esportiva o habitatges particulars.

1.1. Història de la vela

1.1.1. Inici de la navegació

Les primeres embarcacions daten de fa 10.000 anys aproximadament, al neolític. Durant aquest període, els homes es van tornar sedentaris. Establien els poblats prop del mar, rius o llacs ja que van veure que l'aigua era una font important d'aliments que els proveïa de petits mol·luscs i crustacis i una infinitat

de peixos, els quals atrapaven amb les pròpies mans o emprant llances i fletxes des de la riba o en aigües poc profundes en les que podien caminar.



Figura 1. Caiuc del neolític propulsat per remes.

En poc temps, van veure la necessitat de capturar peixos més grans i en més quantitat, ja que els poblats anaven creixent, així com la necessitat de creuar ràpidament els llacs o rius enlloc de passar varis dies rodejant-los per terra. A partir d'aquí, naixeren les primeres embarcacions consistents en troncs d'arbres buidats amb eines de pedra com els caiucs¹ i altres tipus de canoes², així com les bales construïdes mitjançant la unió de joncs o canyes. Eren embarcacions molt simples que els permeteren desplaçar-se per aigües més profundes amb la propulsió humana, amb mans i peus, que va evolucionar fins a utilitzar pals per empènyer-se contra el terra i pales precursors dels remes actuals.

1.1.2. Orígens de la navegació a vela

Fa 5000 anys, els egipcis varen ser els primers a afegir veles fetes amb escorça de papir a les embarcacions aprofitant així la força del vent per navegar pel riu Nil. El fet de propulsar-se amb el vent enlloc de remant va permetre que les embarcacions naveguessin llargues distàncies per alta mar com van començar a fer els fenicis, seguits pels grecs i els romans. Les noves embarcacions els permetien anar més ràpid i arribar més lluny, i van aprofitar aquest fet per iniciar comerços marítims de manera que van començar a fer embarcacions amb cascots més grans que poguessin suportar més volum de

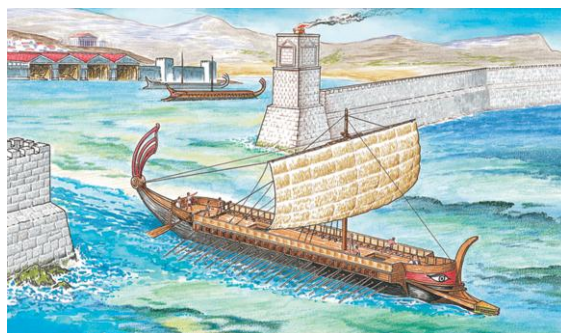


Figura 2. Embarcació de l'Antiga Grècia.

¹ CAIUC. Canoa de fons pla construïda pel buidatge de troncs d'arbres resinosos després de la

² CANOA. Embarcació petita i allargada amb proa i popa punxegudes, propulsada per força humana mitjançant remes. Poden ser de buc obert (anomenades piragües), com és el cas del caiuc, o de buc tancat com els caiacs de l'àrtic, que solen ser tapats amb pell.

carregament. També es varen començar a utilitzar les embarcacions com a armes de guerra.

Les embarcacions utilitzades per aquestes civilitzacions constaven d'un màstil³ central amb una verga (pal horitzontal) on s'hi col·locava una vela quadra, i varis rem. Les veles quadres, també anomenades quadrades o rodones, són veles de forma rectangular o trapezoïdal que només permeten la navegació amb el vent a favor de manera que només es pot navegar quan el vent va cap a la mateixa direcció on ens dirigim. Per aquest motiu, era necessari l'ús de rem per navegar en contra del vent.

Més endavant, es van afegir escotes⁴ als laterals de les veles buscant més maniobrabilitat per a canviar el rumb allunyant-se una mica de la direcció del vent, tal i com es veu en la Figura 3.



Figura 3. Nau militar egípcia de la dinastia de Ramsès III.

Algunes de les embarcacions més destacades de l'època antiga són el trirrem, el jonc i el drakkar víking.

El **trirrem** va ser una nau de guerra usada tant per les flotes gregues (als qui s'atribueix la invenció) com per les perses durant els segles VII-V aC. Aquesta embarcació constava d'una vela quadra central i tres fileres de rem a cada costat, motiu pel qual se li atribueix aquest nom. Els romans, al segle II dC, van

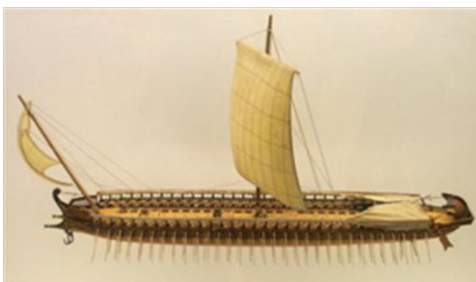


Figura 4. Trirrem romana amb una vela major i una civadera.

afegir-li algunes millores per tal d'aconseguir més velocitat en la navegació consistents en una vela petita a la proa anomenada civadera i, sovint, una vela sobre la major⁵ anomenada gàbia. Les gàbies són unes veles petites de forma trapezoïdal anomenades així per la seva localització al

³ MÀSTIL. També anomenat pal, es disposa perpendicular a la quilla de l'embarcació i serveix principalment per sostenir veles, tot i que també pot servir per a hissar banderes o establir llocs d'observació.

⁴ ESCOTA. Cap lligat a la vela que regula la seva obertura respecte l'eix longitudinal del vaixell per tal d'adequar-la a l'angle del vent. Cada vela té la seva escota.

⁵ VELA MAJOR. Vela central de l'embarcació, envergada al pal major.

vaixell, on s'hi podia col·locar una mena de gàbia des d'on els mariners vigilaven els voltants de la nau. Les veles eren utilitzades quan s'entrava en combat i les maniobres eren realitzades pels remers. La direcció de les naus es trobava en mans de dues espadelles⁶ col·locades una a cada costat de la popa.

El **drakkar** és una altra embarcació antiga, símbol dels víkings, (tot i que també la varen utilitzar els saxons i escandinaus), que va aparèixer al voltant dels anys 700 i 1000 i va navegar pels mars fins ben entrada l'època medieval. Eren naus llargues i estretes, amb una vela rectangular subjectada al màstil al centre



Figura 6. Drakkar víking.

de l'embarcació i una filera de remes al llarg de tot el casc. L'embarcació es dirigia amb un timó que s'incorporava a estribord⁷ de la popa. Inicialment, no tenia quilla⁸; es va afegir a partir del segle VII per tal de donar-li més estabilitat a la nau, no només als drakkar sinó a totes les noves embarcacions. Aquestes embarcacions eren de les més ràpides de la seva època, amb una velocitat màxima de fins a 14 nusos⁹ aproximadament. Les veles del drakkar eren fetes de llana i més tard les van començar a reforçar amb cuir. Gràcies a la resistència d'aquests materials van aconseguir fer llargues travessies que permeteren als víkings la conquesta de terres llunyanes com Islàndia, Groenlàndia o Terranova.

El **jonc** és un tipus d'embarcació d'origen xinès considerada la nau tipus del mar de la Xina. L'aparició del jonc es troba documentada de l'any 600 aC i avui en dia encara es continua



Figura 5. Jonc xinès.

⁶ ESPADELLA. Tipus de timó usat antigament consistent en un rem gran acoblat com a extensió de l'embarcació.

⁷ ESTRIBORD. Lateral dret d'una embarcació observada de popa cap a proa, mirant cap a la direcció on es dirigeix.

⁸ QUILLA. Peça longitudinal que s'estén al llarg d'una nau de proa a popa sobre la qual es construeix el vaixell.

⁹ NUS. Unitat de mesura de velocitat equivalent a una milla marina per hora. En unitats del sistema internacional, 1kn (nus) equival a 0,514444m/s (metres per segon).

utilitzant sense gaires innovacions afegides en moltes zones del sud-est asiàtic per al transport de mercaderies. Va ser utilitzat tant pel comerç com per la guerra amb l'afany de conquerir el Japó, però ara només té un ús comercial. Els xinesos varen ser els primers a incorporar més d'un màstil en els joncs, tret que van adoptar moltes altres embarcacions posteriors, així com el timó de codast que era més alt que els anteriors, de manera que la navegació en

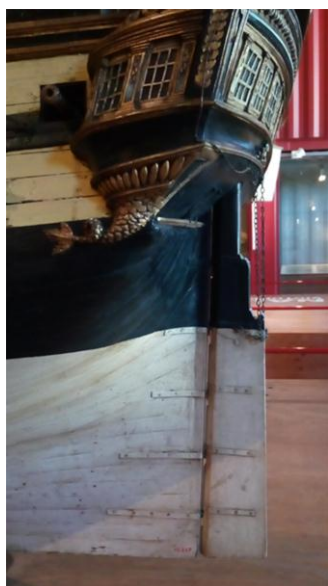


Figura 7. Timó de codast d'una rèplica de navili de 80 canons exposada al Museu Marítim de Barcelona.

aigües poc profundes fos possible, i estava col·locat al centre de l'embarcació, a continuació de la quilla, a diferència dels timons d'espada anteriors que es col·locaven als laterals. Les veles tenen una forma trapezoïdal. Estan fetes de diverses parts unides entre sí amb joncs, amb unes cordes que permeten plegar cada una d'aquestes parts (fer rissos¹⁰), i són fetes d'una tela gruixuda i resistent que produeix una gran propulsió. A diferència de les veles quadres que havíem vist fins ara, aquestes permeten la navegació en contra del vent, navegació de cenyida. Es troben col·locades en paral·lel amb la nau de manera que el vent no empeny l'embarcació sinó que circula pels dos costats de la vela i, d'acord amb el principi de Bernoulli [explicat a la pàgina 18], avança cap a una

direcció propera a la direcció d'on ve el vent. Els joncs també tenen un enginyós sistema de mampares al casc que li aporta rigidesa i prevenció per evitar possibles enfonsaments: aquestes mampares constitueixen diverses sales tancades hermèticament de manera que davant d'una perforació del casc no s'inundaria tota l'embarcació i evitaria l'enfonsament. Aquest sistema de mampares no es va incorporar a les naus europees fins al segle XIX.

Des d'aleshores, s'han anat fent modificacions en aquestes embarcacions buscant navegar cada cop més a prop del vent (acostar-nos a la direcció d'on ve el vent) i buscant més velocitat.

¹⁰ RIS. Plec que es fa a la vela per tal de reduir la superfície vèlica i poder navegar amb tranquil·litat quan fa molt vent.

Data del segle III l'aparició de l'anomenada vela llatina, una vela triangular subjectada al màstil per una verga que permet navegar en contra del vent, cenyir. L'origen d'aquesta vela es creu que és a l'Oceà Índic i, més tard, els àrabs la van introduir al Mediterrani al segle XIII. A partir d'aleshores, la majoria de naus consten de més d'un màstil i cascós més lleugers i més ràpids i, tot i que la majoria d'embarcacions porten la vela llatina, encara en queden algunes amb vela quadra degut a la influència nòrdica.

Les **coques** eren embarcacions d'origen atlàntic usades durant els segles XIII-XVIII per anglesos i normands i entraren al Mediterrani al segle XIII. Consten d'un casc rodó d'aproximadament 20 metres d'eslora¹¹; tenen un únic màstil central amb una vela quadrada i es dirigien amb un timó de codast. Van anar evolucionant al llarg dels segles fins a tenir 4 màstils, 3 amb veles quadrades i un, la messana, amb una vela llatina. Es tracta d'una nau de comerç capaç de portar fins a 200 tones de carregament, amb una tripulació reduïda d'entre cent i cent cinquanta mariners i, sovint, alguns soldats per protegir-se en cas d'assalts al vaixell.



Figura 8. Rèplica d'una coca exposada al Museu Marítim de Barcelona.

Les **carragues** eren naus de comerç usades entre els segles XII i XVI d'origen portuguès, venecià i genovès. Inicialment, constaven de tres màstils: la major i el trinquet amb veles quadrades, i la messana amb una vela llatina. Aquesta embarcació deriva de les primeres coques. Van anar fent avanços per tal de millorar la velocitat i la capacitat de càrrega incorporant fins a quatre màstils amb una o dues veles cada un i timons de codast. La forma del casc és semblant a la de les coques, però no és tan arrodonida: presenta una forma més allargada ja que, a diferència de la coca, no busca el màxim carregament, el qual li



Figura 9. Carraca amb tres màstils.

¹¹ ESLORA. Llargària del casc d'un vaixell des de la proa fins a la popa.

permet aconseguir una major velocitat.

Les **caravel·les** són naus d'origen portuguès al segle XV. Són embarcacions lleugeres, altes i llargues (fins a 40 metres d'eslora), constaven de tres màstils amb veles tan quadrades com llatines, capaces d'arribar fins a gairebé els 6 nusos de velocitat. Van ser usades pels espanyols en múltiples travessies transoceàniques gràcies a la gran maniobrabilitat i alta velocitat que podien aconseguir. La incorporació de veles llatines és el que els dona més maniobrabilitat, ja que permeten la navegació amb qualsevol tipus de vent, tot i que no aprofiten tan bé el vent en la navegació de popa com les veles rectangulars.



Figura 10. La Niña. Caravel·la utilitzada per Cristòfol Colom per viatjar al Nou Món.

Els **galions** eren embarcacions utilitzades des del segle XV fins al XVII a Europa per al comerç o per a la guerra i que són la base de moltes de les embarcacions de guerra posteriors. Són d'origen espanyol. Van sorgir de la necessitat de tenir una embarcació ràpida i maniobrable amb una elevada



Figura 11. Rèplica d'un galió espanyol. Presenta una vela civadera al bauprès, tres veles quadrades al trinquet, tres veles quadrades al pal major i, una vela llatina i una vela àurica al pal de messana.

capacitat de càrrega per a transportar mercaderies o soldats amb armament a llocs més llunyans, principalment a la Índia. Es tracta d'unes embarcacions llargues i altes, que consten de tres màstils: el major, el trinquet i la messana, tot i que també en poden tenir un quart, la contra-messana. El trinquet és el que es troba més a la proa de la nau, la major és el següent, seguit pel de messana i finalment, en cas que hi sigui, el pal de contra-messana que es troba més a la popa. En el trinquet i la major, s'hi col·loquen veles quadrades mentre que al pal de messana i contra-messana s'hi posen

veles llatines. Inicialment, hi havia una vela a cada pal però més endavant es van començar a afegir veles als pals trinquet i major de formes i mides similars, i als pals de messana i de contra-messana s'hi va afegir una gàbia sobre la vela llatina. A mitjans del segle XVIII, les veles llatines dels galions passen a substituir-se per veles àuriques o cangrees: veles trapezoïdals fixades amb el pal i amb dues vergues a cada extrem (superior i inferior). Aquest nou tipus de vela permet remuntar el vent com les veles llatines. També varen afegir unes veles petites rectangulars al bauprès¹² anomenades veles civadera i unes altres sobre les gàbies anomenades veles de galindó. El segle XVIII correspon al segle d'or de la pirateria, quan pirates com Barbanegra o Bartholomew Roberts van navegar per l'Atlàntic amb grans velers abordant embarcacions de la noblesa o bloquejant ports d'ambdós costats de l'oceà.

El segle XIX és considerat el segle d'or de la navegació, ja que les naus a vela varen aconseguir la seva màxima eficàcia en el comerç, tot i que també va suposar el seu final amb l'aparició de les embarcacions a vapor. Durant aquest segle, les embarcacions comencen a ser més complexes, ja que són constituïdes per un elevat nombre de màstils amb vàries veles i de diferents formes i mides cada un, com és el cas dels clípers o els baleners (grans embarcacions usades per a la caça de balenes, una de les naus pesqueres més grans i amb més capacitat de càrrega).

Els **clípers** eren embarcacions dissenyades amb l'objectiu d'aconseguir vaixells ràpids que poguessin competir amb els vaixells de vapor amb el vent com a única propulsió. A diferència de la majoria de naus anteriors, el casc del clíper era llarg i estret, eliminant la forma panxuda anterior que servia per tenir més capacitat de càrrega i aconseguint així menys fregament amb l'aigua, el qual frena la nau i li treu velocitat. El clíper solia tenir tres o més pals molt alts combinant veles quadrades amb les anomenades veles de ganivet (veles que es dirigeixen cap a l'interior de la nau) entre les quals hi trobem les veles àuriques i veles d'estai. Les veles d'estai, també anomenades flocs, són veles

¹² BAUPRÈS. Pal inclinat cap endavant que surt de la proa d'alguns vaixells. Serveix per subjectar els estais del trinquet i orientar els flocs. Pot dur la vela civadera.



Figura 12. Clíper amb veles d'estai al bauprès i veles àuriques a cada costat de les veles del trinquet i les veles de la major.

que es col·loquen a la proa de les embarcacions envergades a un estai¹³. Barrejant diferents tipus de veles aconseguen aprofitar millor el vent, ja que les veles quadres aprofiten més el vent quan la nau va en la mateixa direcció del vent, i les veles de ganivet l'aprofiten més quan la nau adopta un rumb més proper a la direcció del vent. Aquest fet, sumat a la forma del casc que va innovar en la forma de la proa (la qual era punxeguda per tal de trencar les onades i produir menys fregament amb aquestes),

va fer del clíper una de les embarcacions a vela més ràpides aconseguint una velocitat màxima de fins a 20 nusos.

Els **vaixells de vapor** sorgeixen a mitjans del segle XIX produint una decadència de la vela en el món comercial ja que resulten més veloços i requereixen menys tripulants que les naus a vela. Els clípers, tot i no ser tan ràpids com les naus propulsades mecànicament i depenent de les condicions meteorològiques, continuen sent usats per al comerç durant uns anys perquè tenen l'avantatge que no necessiten parar als ports a reposar carbó durant travessies llargues per a poder-se propulsar. Però a mesura que es va desenvolupant el disseny d'aquestes embarcacions aconseguint així més velocitat, passen a ocupar tota la indústria comercial substituint les embarcacions a vela en la majoria de països.

1.1.3. La vela esportiva

L'origen de la vela esportiva es remunta al segle XVII, als Països Baixos. El rei Carles II d'Anglaterra, durant el seu exili a Holanda, va començar a navegar per plaer amb una embarcació holandesa anomenada iot. Els iots eren embarcacions de vela petites, lleugeres i ràpides que s'usaven per a la

¹³ ESTAI. Part d'un veler, constituït per un nervi metàl·lic, que manté un pal en posició vertical.

persecució de pirates o transport de petits carregaments. Tenien al voltant de 15 metres d'eslora¹⁴, amb varis tripulants, i podien tenir vàries veles però sense arribar mai al mateix nombre de veles que les embarcacions que hem comentat anteriorment, ja que l'eslora dels iots és molt més reduïda. Les veles d'aquestes embarcacions solien ser de cotó, que és un material més resistent que el lli o el jonc usat anteriorment, de manera que tenen un major rendiment tot i que es feien malbé en poc temps degut al contacte amb l'aigua. No va ser fins després de la segona Guerra Mundial que es varen començar a fer veles de plàstic i materials sintètics. En un principi, aquestes embarcacions de lleure portaven les mateixes veles que els vaixells de pesca o cabotatge (de càrrega) que corresponien a veles llatines o veles cangrees però més endavant es van dissenyar nous estils de vela més adequats a la navegació esportiva com la vela bermudiana, evolució directa de la vela llatina. Té una forma triangular i està envergada al màstil pel gràtil¹⁵ aconseguint així una forma més aerodinàmica i produint-se més fàcilment l'efecte del principi de Bernoulli. Després que el rei d'Anglaterra tornés a les seves terres, dissenyadors navals anglesos prengueren aquesta embarcació com a model per a fabricar-ne més per gran part de la noblesa i altres persones cèlebres que també volgueren iots per navegar així com ho feia el rei.



Figura 13. *The Mary*, iot amb què navegava el rei Carles II d'Anglaterra i que va servir de model per a altres iots esportius.

Al 1661, es va produir la primera competició de vela de què es té constància, entre el rei d'Anglaterra i el seu germà, el duc de York, consistent a anar i tornar entre Greenwich i Gravesend a través del Tàmesi.

Uns anys més tard, al 1720, es va fundar a Irlanda el primer club de vela esportiva: el *Water Club of Cork*. Al cap de poc temps, es va canviar el nom per

¹⁴ ESLORA. Llargària del casc d'un vaixell des de la proa fins a la popa.

¹⁵ GRÀTIL. Part de la vela que es subjecta al pal o verga.

Royal Cork Yacht Club, afegint el terme reial s'aporta més prestigi al club. Aquesta institució, encara vigent en l'actualitat, realitzava diferents activitats entre les qual hi trobem competicions de iots (anomenades regates) i una espècie d'entrenaments consistents en la pràctica de maniobres utilitzant senyals com trets de canó o banderes aixecades per comunicar-se entre els iots. En menys de 5 anys, ja havien sorgit més clubs, tant dins com fora del territori anglès, i al 1844 va néixer el primer club a Amèrica: el *New York Yacht Club*.

El 1852, es va realitzar una regata entre aquests dos clubs proposada pel club britànic per demostrar la supremacia naval davant la resta del món, oferint una copa valorada amb cent guinees¹⁶ d'or com a premi pel vencedor. El club estatunidenc va resultar el guanyador amb el seu iot anomenat Amèrica, batejant així la competició amb el nom de Copa de l'Amèrica. Des d'aleshores fins a l'actualitat, s'ha realitzat varies vegades aquesta mateixa competició incorporant nous equips, canviant el camp de regata (zona on es porta a terme la competició), i oferint la mateixa copa com a trofeu.



Figura 14. Copa de l'Amèrica, trofeu esportiu més antic.

La vela esportiva va tardar una mica en arribar a Espanya. No va ser fins al 1873 que es va fundar, a Màlaga, el *Real Club Mediterráneo* (RCM), el club espanyol més antic. I pel que fa a Catalunya, el primer club és el *Club Nàutic de Tarragona*, fundat el 1878. Eren pocs els amants del mar que s'unien al club. La majoria de gent no entenia com els joves es podien divertir tant navegant amb una vela, però, a poc a poc, van anar acceptant la vela com l'esport que és. La costa catalana té molts clubs que ofereixen múltiples activitats de vela, i des del 1965 formen part de la Federació Catalana de Vela, que organitza competicions en les que hi puguin participar tots els clubs, i promou l'esport de la vela per atraure més gent a practicar-lo. Un dels clubs que formen part de la

¹⁶ GUINEA. Moneda d'or utilitzada a la Gran Bretanya abans del sistema decimal, el 1971. Equivalia a una lliura esterlina i 1 xiling (moneda anterior que equivalia a una vint-i-unena part d'una lliura).

Federació Catalana és el *Club Nàutic El Balís*, situat al Port del Balís, a Mataró. Aquest club va ser fundat per Josep Cornudella Capdevila fa 50 anys, el 1966, i des d'aleshores ha estat dirigit per la mateixa família. El CN El Balís és un clar exemple de motivació i passió per la vela, i l'han sabut transmetre de generació en generació a tots els membres de la família, tant grans com petits, com és el cas de la Sara López Ravetllat i la Bàrbara Cornudella Ravetllat [veure Annex II]. Aquestes dues noies, cosines entre elles, són de la família del club i van començar a navegar pressionades pels seus pares. A poc a poc, però, se'ls va començar a encomanar la passió per la vela. Actualment, són regatistes olímpiques i la vela ha arrelat en elles sent, no un hobby, sinó un estil de vida. El Balís és un club de gran importància, ja que d'aquí han sorgit molts regatistes que han competit tant a nivell nacional, com mundial, com olímpic, com és el cas de la Sara Ravetllat i la Bàrbara Cornudella. A més, alguns dels regatistes que han crescut al Balís han passat a formar part d'altres clubs per poder formar nous regatistes, com per exemple Jordi Capella, entrenador del GEN Roses.

La vela és considerada un esport olímpic des del 1896, any en què havia d'estrenar-se com a disciplina olímpica però, degut a males condicions meteorològiques, no va poder ser. Així doncs, es va estrenar als Jocs Olímpics de Paris l'any 1900. Des de llavors fins a l'actualitat, ha competit en totes les Olimpíades. Les embarcacions que participaren als primers jocs olímpics van ser els creuers, un tipus de iots de gran eslora que es classifiquen segons el seu pes, mesurat en tones. Les categories que hi havia eren diferenciades pels diferents tipus de creuers,



Figura 15. Categoria de vela als Jocs Olímpics de Rio.

tret de la categoria oberta en la qual van competir tots els creuers que havien participat a les altres categories. Al llarg dels anys, han anat apareixent noves embarcacions de vela esportiva com les que donen lloc al grup denominat com a vela lleugera. Actualment, són categories olímpiques les embarcacions Làser, 470, 49er, Finn i Nacra 17, però no sempre hi ha hagut les mateixes. Moltes

embarcacions han estat categories olímpiques i s'han retirat al cap d'un temps, com és el cas del Tornado, el Dragon, el Yngling, l'Star, el Soling o l'Elliott 6m, que és la categoria que s'ha retirat més recentment (als últims jocs del 2016).

1.2. Propietats físiques

Són moltes les propietats físiques que intervenen en la navegació a vela. A continuació, descriuré les principals en què em centraré per al meu treball.

1.2.1. Principi d'Arquímedes

El físic grec Arquímedes de Siracusa (287 – 212 aC.) va enunciar un dels principis fonamentals de l'estàtica de fluids. El principi d'Arquímedes postula: ¹⁷*Tot cos submergit en un fluid experimenta una força vertical cap amunt, anomenada empenyiment (E), igual al pes de fluid que desallotja*¹⁷. Així doncs, $E = \text{pes del volum del fluid desallotjat}$, el qual correspon a la fórmula següent:

$$E = m \cdot g = \rho_f \cdot g \cdot V$$

On m correspon a la massa del fluid desallotjat, g correspon a la gravetat, ρ_f correspon a la densitat del fluid, i V correspon al volum de fluid desplaçat pel cos.

1.2.1.1. Aplicació a la vela

L'explicació de la flotabilitat d'una embarcació rau en la força d'empenyiment. Si un cos desallotja un pes de fluid superior al seu propi pes, aquest sura, ja que la força d'empenyiment supera el seu pes. El casc¹⁸ de les embarcacions acostuma a tenir un interior buit, ple d'aire, de manera que el seu pes és inferior al volum d'aigua que desplaça. Gràcies a aquest fet, es manté surant sobre la superfície de l'aigua.

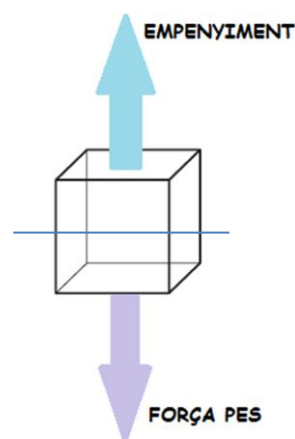


Figura 16. Esquema de forces que intervenen en la flotabilitat.

¹⁷ Cita extreta de <http://www.edu365.cat/eso/muds/ciencies/arquimedes/index2.htm>

¹⁸ CASC. També anomenat buc, és el cos d'un vaixell, estanc (per a permetre la flotabilitat de tot el vaixell) i resistent (per a resistir les forces que actuen sobre ell).

Aquesta força és aplicada a l'anomenat centre de carena¹⁹, el punt central del volum submergit del casc, el qual té un important paper en l'equilibri de l'embarcació, com veurem més endavant en aquest apartat.

1.2.2. Principi de Bernoulli

El matemàtic holandès Daniel Bernoulli (1700-1782) va descriure el comportament d'un fluid dins una línia de corrent en l'anomenat "*Principi de Bernoulli*" o "*Equació de Bernoulli*" de la seva obra *Hidrodinàmica*, basada en el principi de la conservació de l'energia.

El principi de Bernoulli diu que l'energia que fa desplaçar un fluid sense viscositat ni fregament al llarg del seu recorregut es manté constant. Aquesta energia és formada per l'energia cinètica (energia deguda a la velocitat del fluid), l'energia potencial gravitatòria (energia deguda a l'alçada on es troba el fluid respecte un punt referent) i l'energia de flux o de pressió (energia del fluid deguda a la pressió a què es troba sotmès). Així doncs, l'equació de Bernoulli ens diu que la suma d'aquestes tres energies es manté constant en qualsevol punt del recorregut del fluid.

1.2.2.1. Equació de Bernoulli:

$$P + \rho \cdot g \cdot h + \frac{\rho \cdot v^2}{2} = Constant$$

El paràmetre P representa l'energia de flux. L'energia potencial és representada per la fórmula $\rho \cdot g \cdot h$, i l'energia cinètica és representada per la fórmula $\rho \cdot v^2/2$. De manera que la suma d'aquestes dóna lloc a l'equació de Bernoulli, on P correspon a la pressió, ρ correspon a la densitat del fluid, g correspon a l'acceleració de la gravetat, h correspon a l'alçada on es troba el fluid en la línia de la gravetat i v correspon a la velocitat del fluid.

Tal i com veiem en l'equació, si considerem l'energia potencial constant en comparar partícules que es troben a una mateixa alçada, la pressió i la velocitat són paràmetres inversament proporcionals de manera que si un augmenta l'altre disminuirà i a la inversa.

¹⁹ CARENA. Volum de superfície submergida de l'embarcació independentment del volum de càrrega que porta o de l'escora.

1.2.2.1.1. Desenvolupament

$$P + \cancel{p \cdot g \cdot h} + \frac{\cancel{p} \cdot v^2}{2} = Cnt$$

Tenint en compte que l'energia potencial és constant, la podem descartar així com la densitat, ja que sempre ens trobem a la mateixa alçada i tenim el mateix fluid. D'aquesta manera, només ens quedaran dues variables, la pressió i la velocitat, que seran inversament proporcionals.

$$P + \frac{v^2}{2} = Cnt$$

Per aplicar l'equació, ens hem d'assegurar que el fluid no és viscos (no té fregament intern), que té una densitat constant (és incompressible) i que té un volum constant. Un fluid d'aquestes característiques seguirà una trajectòria de línies de corrent o línies de flux quan tingui un moviment estacionari, sense obstacles que li facin canviar la direcció o el sentit, de manera que les partícules de fluid que passin per un punt, seguiran la mateixa trajectòria que les partícules precedents.



Figura 17. Línies de corrent en l'aire mentre circula de manera regular sense cap obstacle.

1.2.2.2. Aplicació a la vela

L'aire, en trobar-se la vela com a obstacle, trenca el seu moviment de línies de corrent separant aquestes línies per rodejar la vela i les torna a ajuntar continuant amb el moviment regular que tenia inicialment. Això succeeix perquè les veles tenen una superfície aerodinàmica que permet que les línies de corrent es retrobin. En cas que ens trobéssim davant d'un obstacle de forma no aerodinàmica, les línies de flux no es tornarien a ajuntar després de rodejar-lo sinó que caurien al buit format darrere l'obstacle generant una zona de turbulències.



Figura 18. Turbulències al buit degudes a la interrupció del moviment de les línies de corrent en topar amb un obstacle no aerodinàmic.

Orientant les veles correctament segons la direcció del vent, aquestes adopten una forma cònca de manera que les línies de corrent que rodegin la cara de sotavent²⁰ hauran de recórrer més superfície que les línies que passin per la cara de sobrevent²¹. Per recórrer aquesta distància en el mateix temps que les línies de l'altra cara i poder-s'hi ajuntar, les línies de corrent de la cara de sotavent hauran d'augmentar la seva velocitat respecte l'altra cara de la vela, el qual, segons l'anomenat efecte Venturi, provocarà una disminució de la pressió. Aquesta diferència de pressió entre les dues cares de la vela causarà el que anomenem força de sustentació de la part de sobrevent a la part de sotavent de la vela, que és la força que empeny l'embarcació per tal que avanci.

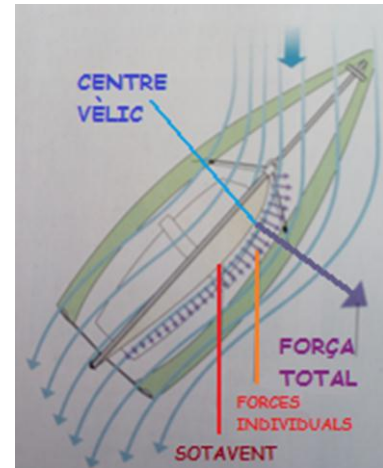


Figura 19. La força total resultant de les forces individuals del vent aplicada sobre el centre vèlic és el que produeix la propulsió de l'embarcació.

Aquesta força de propulsió resultant dels efectes del vent és aplicada al centre vèlic, que correspon al punt mig de la vela, on s'aplica la suma de totes les forces sobre aquesta.

Aquest punt es pot moure modificant la forma de la vela a partir dels trimatges²².

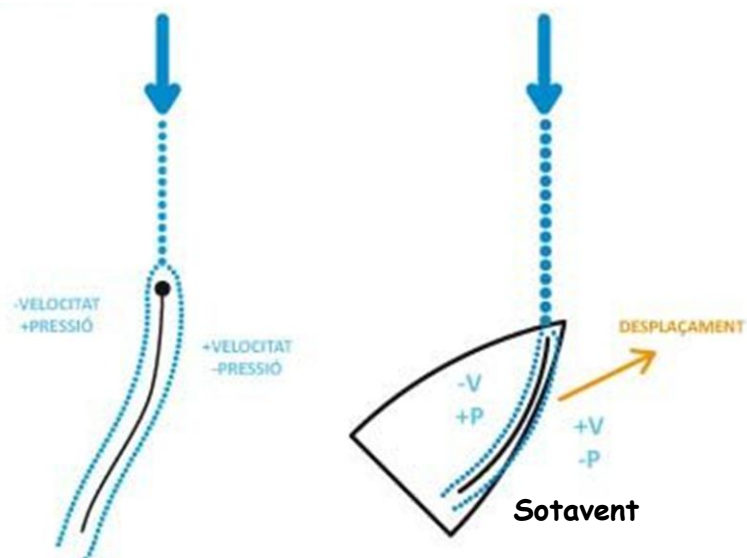


Figura 20 La pressió de la cara de sobrevent empenyerà la vela cap a sotavent per tal d'omplir el buit que es forma produint així el desplaçament de l'embarcació.

²⁰SOTAVENT. Costat contrari d'on ve el vent respecte una embarcació.

²¹ SOBREVENT. Costat d'on ve el vent respecte una embarcació.

²² TRIMATGE. Element que permet ajustar correctament l'aparell (conjunt de pals, vergues i veles) d'una embarcació segons les condicions de vent i mar.

1.2.3. Efecte de deriva

L'efecte del vent sobre la vela es descompon en dues forces diferents: en primer lloc, tenim la força total aplicada al centre vèlic i, en segon lloc, tenim la força lateral de deriva que provoca un moviment paral·lel al vent provocant una desviació en el rumb. La força resultant de les dues anteriors és la força de propulsió que mou l'embarcació cap endavant.

El vent, en impactar en l'obra morta²³ de l'embarcació, exerceix una força lateral que la fa desplaçar cap a on es dirigeix el vent. El punt d'aplicació d'aquesta força es troba al centre vèlic. D'altra banda, però, tenim l'obra viva²⁴ de l'embarcació que, a l'estar en contacte amb l'aigua, oposa una resistència al moviment lateral

que provoca el vent anomenada força antideriva. Les embarcacions consten d'una orsa²⁵ que es cala²⁶ en l'aigua fent augmentar la superfície d'obra viva, augmentant així la força de resistència. Aquesta força antideriva és aplicada al centre de deriva. Quan la nostra embarcació es troba plana sobre l'aigua, el centre de deriva sol estar localitzat a l'orsa, però qualsevol canvi en la zona enfonsada de l'embarcació, ja sigui pel pes afegit, per l'escora de l'embarcació o per la superfície enfonsada de l'orsa, pot fer variar la localització d'aquest punt.

Així doncs, s'apliquen dues forces contràries sobre el mateix cos. Si les dues forces s'apliquessin sobre el mateix punt, aquest cos estaria en equilibri, però la força del vent s'aplica a la part superior de l'embarcació i la força de resistència que realitza l'aigua en impactar amb l'obra viva de l'embarcació s'aplica a la

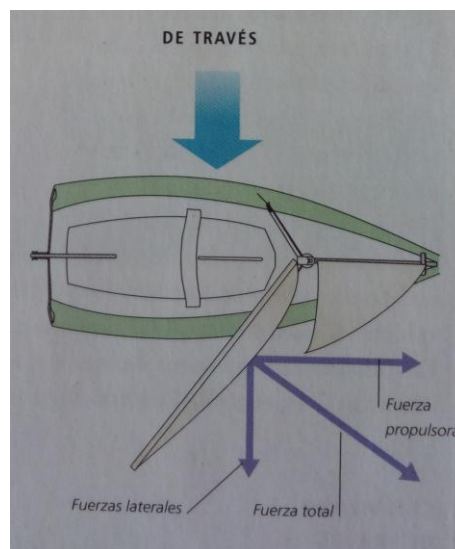


Figura 21. La força resultant de la força total del vent i la força lateral de la deriva és la força propulsora de l'embarcació.

²³ OBRA MORTA. Part de l'embarcació que queda sobre la superfície de l'aigua, sense submergir-se.

²⁴ OBRA VIVA. Part de l'embarcació submergida, variable segons el volum de càrrega que porta o l'escora.

²⁵ ORSA. Peça rectangular o ovalada de fusta, ferro o fibra de vidre, que es posa al mig del buc (a l'alçada de la quilla). Utilitzada per a millorar l'estabilitat d'una embarcació.

²⁶ CALAR. Submergir un objecte en un fluid, travessant-lo.

part inferior d'aquesta. El centre de gravetat (²⁷punt d'aplicació de les forces de gravetat que actuen sobre la distribució de masses d'un cos²⁷) actua com a centre de rotació sobre el qual s'aguanta el cos en qüestió, de manera que en aplicar una força en un punt allunyat d'aquest centre es produeix una rotació, anomenada moment. Considerant que el centre de gravetat de l'embarcació es troba al centre del casc, en aplicar la força del vent sobre la vela es

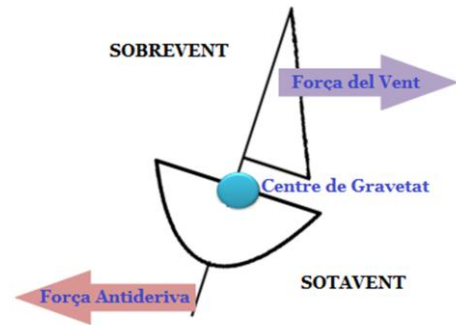


Figura 22. La força del vent empeny l'obra morta cap a sotavent i la força antideriva empeny l'obra viva cap a sobrevent.

crea una rotació de la zona superior cap a sotavent i en aplicar la força de l'aigua sobre l'orsa es crea una rotació de la zona submergida cap a sobrevent, de manera que les dues forces creen un moment cap a la mateixa direcció provocant l'escora²⁸ de l'embarcació, com veiem en la Figura 22. Per evitar que l'embarcació acabi bolcant, hem d'aplicar alguna força que provoqui una rotació contrària: el pes. Els tripulants de l'embarcació fan una força pes al costat de sobrevent que va cap avall (cap a sotavent), creant un moment contrari que ha de contrarestar l'acció dels altres dos moments. Com més distància hi ha entre el centre de rotació i el punt d'aplicació de la força, més gran resulta el moment.

1.2.3.1. Equació de l'equilibri lateral

L'equació de l'equilibri lateral ens diu que la suma dels moments exercits sobre

$$F_{vela} \cdot d_1 + F_{orsa} \cdot d_2 - F_{pes} \cdot d_3 = 0$$

l'embarcació és igual a zero. Un moment és calculat pel producte²⁹ de la

força i la distància entre el punt d'aplicació i el centre de gravetat. Així doncs, l'equació resultant correspon a la suma del moment exercit sobre la vela més el moment exercit sobre l'orsa menys el moment exercit pel pes (aquest últim és negatiu ja que exerceix un moviment contrari als altres dos), de manera que el moment produït per la força pes ha de ser igual als moments produïts per la vela i l'orsa. Així doncs, si augmentem la distància entre el centre vèlic o el

²⁷ Cita extreta de https://ca.wikipedia.org/wiki/Centre_de_gravetat

²⁸ ESCORA. Inclinació lateral d'una embarcació.

²⁹ PRODUCTE. Multiplicació.

$$F_v \cdot d_1 + F_o \cdot d_2 = F_p \cdot d_3$$

centre de deriva i el centre de rotació, o si augmentem la força del vent, hem d'augmentar també el pes, o bé la distància entre el centre de masses del nostre cos i el centre de gravetat de l'embarcació. I en cas que disminuïssin, també hauríem de disminuir el moment que realitza el pes. Si no ho féssim, no es compliria la igualtat de l'equació, és a dir que un dels moments seria superior i l'embarcació bolcaria cap a un dels dos costats.

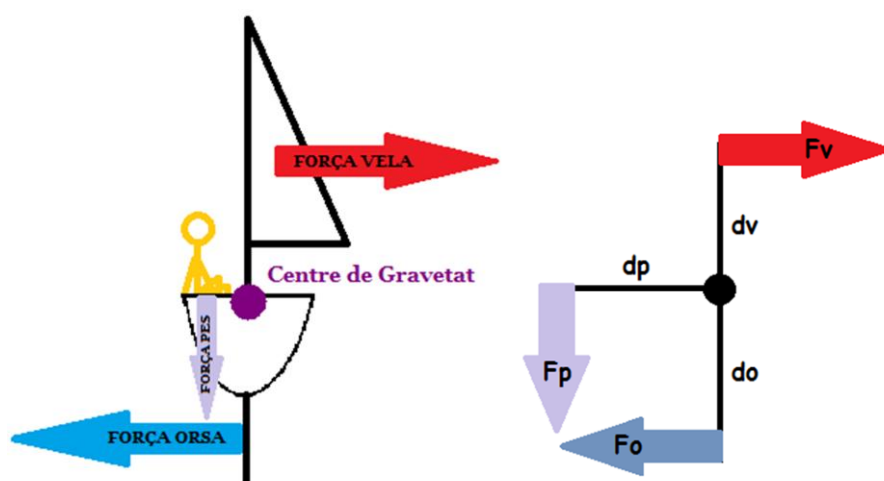


Figura 23. Forces que produeixen els moments que alteren l'equilibri lateral amb el corresponent esquema de forces.

1.2.4. Estabilitat

1.2.4.1. Estabilitat en la direcció

L'estabilitat en la direcció d'una embarcació és el que la manté en un rumb fix; es veu determinada pel centre vèlic i el centre de deriva. Si el centre vèlic es troba entre el centre de deriva i la popa³⁰, l'embarcació tindrà tendència a orsar³¹ i direm que es tracta d'una embarcació ardent. En canvi, si el centre vèlic es troba entre la proa³² i el centre de deriva, tindrà tendència a arribar³³ i direm que es tracta d'una embarcació tova. Això és degut a que el centre de deriva actua com a centre de rotació, de manera que la força del vent, en ser aplicada a un costat o l'altre del centre de deriva, crearà un moment de forces que farà girar l'embarcació cap a un costat o cap a l'altre.

³⁰ POPA. Part posterior del casc d'una nau.

³¹ ORSAR. Acció d'apropar la proa a la direcció del vent. Correspon a l'acció contrària a arribar.

³² PROA. Part davantera del casc d'una nau.

³³ ARRIBAR. Acció d'allunyar la proa de la direcció del vent. Correspon a l'acció contrària a orsar.

El fet que aquesta tendència a orsar o arribar sigui molt accentuada pot perjudicar l'estabilitat de l'embarcació ja que el control del timó es veurà afectat. Tot i això, algunes embarcacions són una mica ardents.

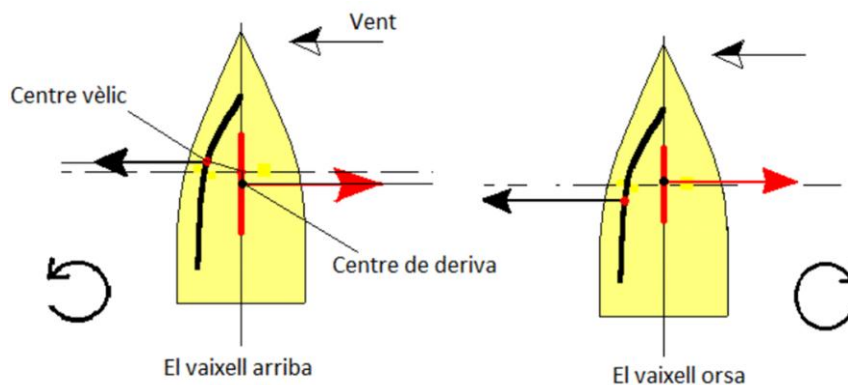


Figura 24. Embarcació tova i embarcació ardent.

1.2.4.2. Transversal

L'estabilitat transversal d'una embarcació és el que la manté dreta, sense bolcar, i es troba determinada pel centre de carena i el centre de gravetat. El centre de gravetat actua com a centre de rotació de l'embarcació i es troba sotmès a la força de la gravetat que se li aplica cap avall, i el centre de carena es troba sotmès a la força d'empenyiment que se li aplica cap amunt. Quan l'embarcació està en equilibri, sense estar escorada, aquests dos punts es troben alineats en un eix vertical. Però quan l'embarcació s'escora cap a un costat o cap a l'altre, el centre de carena es desplaça cap al mateix costat ja que varia la superfície d'obra viva. En produir-se aquest desplaçament, tenim un nou eix vertical que es talla amb la vertical anterior. Aquest punt d'intersecció s'anomena metacentre. El centre de gravetat, en canvi, no es desplaça, de manera que es forma una distància anomenada Z entre el centre de gravetat i la seva projecció sobre la nova vertical, la qual augmentarà juntament amb l'angle d'escora de l'embarcació. Un altre paràmetre a tenir en compte és la línia de base de l'embarcació, anomenada K .

Podem diferenciar tres tipus diferents d'equilibri segons la posició d'aquests paràmetres:

- **L'equilibri estable** es presenta quan el centre de gravetat, el centre de carena i el metacentre es troben alineats en la vertical i es compleix $KM >$

KG: la distància entre la línia de base i el metacentre és major que la distància entre la línia de base i el centre de gravetat. Si l'embarcació s'escora i perd aquesta posició, la força d'empenyiment crea un moment que fa que torni a la seva posició inicial.

- L'**equilibri inestable** té lloc quan el centre de gravetat, el centre de carena i el metacentre es troben alineats en la vertical i es compleix $KM < KG$: la distància entre la línia de base i el metacentre és menor que la distància entre la línia de base i el centre de gravetat. Si l'embarcació s'escora, la força d'empenyiment produeix un moment que fa rotar l'embarcació cap al mateix costat on està escorant, creant una escora major.
- L'**equilibri indiferent** es duu a terme quan el centre de gravetat, el centre de carena i el metacentre es troben alineats en la vertical i es compleix $KM = KG$: la distància entre la línia de base i el metacentre és igual a la distància entre la línia de base i el centre de gravetat. Per tant, el metacentre es troba al mateix punt que el centre de gravetat, de manera que no es produeix cap moment de forces tot i escorar l'embarcació.

Això és degut a què, quan el centre de gravetat i el centre de carena es troben alineats, les forces que s'apliquen en aquests punts (força de gravetat i força d'empenyiment, respectivament) es contraresten en ser oposades. Com veiem en la Figura 25, en produir-se una escora, el punt d'aplicació de les dues forces surt de la vertical i es produeix un moment determinat per la força d'empenyiment i la distància Z, que correspon a la distància entre el punt d'aplicació d'aquesta i el centre de rotació o centre de gravetat. Així doncs, el

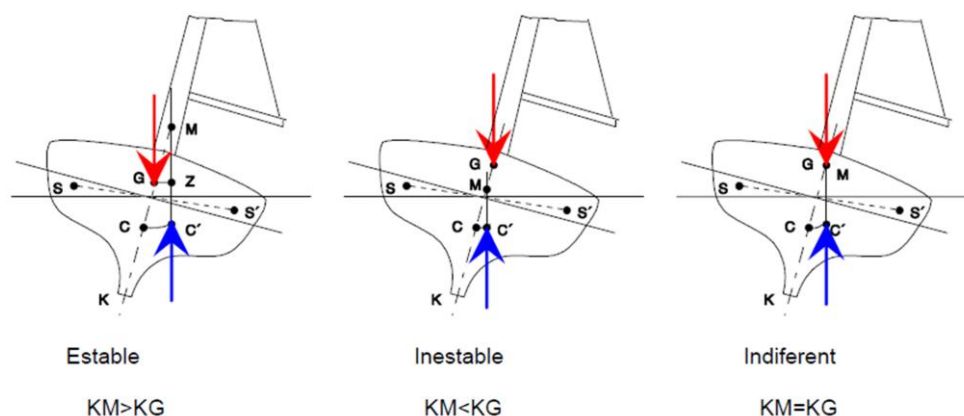


Figura 25. Tipus d'estabilitat transversal i esquema de forces que produeixen el moment.

factor que condiciona el moment de forces és la distància Z . Com més gran és la distància, més fort és el moment generat.

2. VELA LLEUGERA

Els iots, embarcacions amb finalitat d'oci, poden diferenciar-se per ser iots a vela o iots a motor, i els que són iots a vela els classifiquem segons la seva eslora. Tenim la vela lleugera, que prioritza la velocitat de l'embarcació, i la vela de creuer, que prioritza la confortabilitat dels tripulants de l'embarcació.

Es considera vela lleugera, o dinghy³⁴ tota embarcació petita de no més de 5 metres d'eslora, dissenyada per a navegar a prop de la costa, propulsada únicament pel vent. El cost d'aquestes embarcacions és més reduït, aconseguint així popularitzar l'esport de la vela. Solen ser embarcacions que es guarden a terra, sobre un remolc, i es posen i treuen de l'aigua cada cop que es surt a navegar. Dins d'aquesta categoria, hi trobem tant embarcacions monobuc, amb un sol casc, com embarcacions multibuc, amb més d'un casc, com el catamarà o el patí de vela. Les escoles de vela ensenyen a navegar amb embarcacions de vela lleugera com l'Optimist. L'**Optimist** ha estat, durant moltes generacions, l'embarcació d'iniciació a la vela per excel·lència, permetent als nens a aprendre a fer maniobres i a ser autosuficients abans de passar a altres tipus d'embarcacions més complexes.



Figura 26. Flota d'Optimist.

La vela lleugera competeix en regates, per això es prioritza que siguin embarcacions veloces a diferència de la vela de creuer que, tot i que també competeix en regates, estan habilitades per poder-hi viure i fer llargues

³⁴ DINGHY. Aquest terme anglès es refereix tant a un bot auxiliar com a un vaixell de vela lleugera. També correspon al nom d'un tipus d'embarcació petita de servei o salvament (de fusta, fibra de vidre o goma, i proveïda de remos o d'un petit motor) que es troba a bord d'embarcacions d'esbarjo majors, iots i velers i és emprat per comunicar la nau amb la costa o com a bot de salvament. Existeix també una embarcació de vela lleugera construïda a la costa brava anomenada Dinghy que fou la primera embarcació de regates de la zona, i la precursora dels bucs de fibra de vidre actuals.

travesses: tenen una eslora d'entre 7 i 14 metres, un petit motor per maniobrar al port o per navegar sense vent, instal·lació elèctrica i d'aigua, etc.

La vela lleugera neix en la segona meitat del segle XX, quan es comencen a dissenyar embarcacions de mida més petita que els creuers amb què s'havia estat navegant i competint fins aleshores. L'**Snipe**, dissenyat per l'enginyer naval William Crosby el 1931, és la primera embarcació de vela lleugera que va existir. S'anomena Snipe per la costum de Crosby de posar noms d'aus aquàtiques als seus dissenys. La idea d'aquest disseny va sorgir de la necessitat de tenir una embarcació de regates de dimensions petites i fàcil de transportar en remolc. El fet de ser més petita que les altres embarcacions va comportar també una disminució del cost fent més accessible l'esport de la vela a famílies menys adinerades que les que hi havien tingut accés fins aleshores. Aquest model va adquirir ràpidament una gran popularitat arribant a ser la classe d'embarcació amb més exemplars repartits per tot el món el 1936, propiciant així l'origen de la fundació SCIRA (*Snipe Class Internacional Racing Association*). Actualment, encara trobem competicions d'aquesta classe gràcies a la popularitat que continua tenint tot i haver-hi moltes altres classes. A diferència de les altres, permet la navegació de gent de totes les edats i sexes per igual, ja que no té límits definits de pes i la navegació amb Snipe no tracta de velocitat sinó de tàctica.

La competició de la vela lleugera és supervisada per la Federació Internacional de Vela (ISAF, International Sailing Federation) a través de diferents federacions nacionals com la Federació Espanyola de Vela (RFEV) o la Federació Catalana de Vela. La ISAF regula les normes de la vela a nivell competitiu, fa el reglament de regates de vela lleugera, a més d'organitzar competicions de totes les classes.



Figura 27. Snipe exposat al Museu Marítim de Barcelona. Batejat com Toñete, aquest és el primer snipe construït a Espanya l'any 1934.

Hi ha diferents classes de vela lleugera, cada una amb unes mides, pesos i veles diferents. Les classes més populars, algunes de les quals són olímpiques, són Optimist, Laser, Finn, 420, 29er, Europa, i Tornado.

3. LASER

El Laser és una classe internacional de vela lleugera dissenyada el 1969. Actualment, és una classe olímpica individual per homes i per dones i se'n realitzen moltes competicions. Un gran avantatge que té el Laser és que es




Figura 28. Embarcació Laser.

tracta d'una classe monotip el qual vol dir que hi ha unes normes (*Laser Class Rules*) que han de seguir tots els fabricants d'aquesta embarcació i que determinen específicament els canvis que està permès fer a l'embarcació. De manera que tots els Laser són idèntics tant si són recent fabricats com si tenen 10 anys d'antiguitat, fent que siguin les capacitats físiques i la tècnica i tàctica del patró, enlloc de l'embarcació en particular, el que guanya les competicions. La classe Laser té al voltant de 200.000 embarcacions arreu del món, sent una de les classes de regates més populars a nivell mundial, tant per

adults com per joves, gràcies a la simplicitat a l'hora de muntar-lo i desmuntar-lo, així com la seva durabilitat al llarg dels anys.

Quan parlem del Laser solem referir-nos al Laser Standard, que correspon a un dels diferents dissenys de Laser. Hi ha tres veles possibles per a aquest mateix casc que són l'Standard, la Radial i la 4.7, sent la primera la més gran i la última la més petita. A més del Laser Standard, hi ha altres tipus de Laser amb dissenys, tant de cascs com de veles, que són completament diferents, com és el cas del Laser 2 o el Laser Pico. El principal tipus de Laser, amb les veles Standard, Radial i 4.7, és administrat per la ILCA (*International Laser Class Association*).

DADES PRINCIPALS DEL LASER			
Símbol de la classe Laser			
Tripulació	Es tracta d'una embarcació individual, tot i que inicialment podia arribar a tenir una tripulació de dues persones.		
CASC			
Eslora	4,23m		
Mànega	1,42m		
Pes	58,97kg		
Material	Fibra de vidre		
VELES			
Tipus de vela	Standard	Radial	4.7
Superfície vèlica	7,06m ²	5,76m ²	4,7m ²
Material	Dacron (polièster sintètic)		
Material dels pals	Alumini		

3.1. Història del Laser

La classe Laser va néixer el 1969, en una conversa entre el canadenc Bruce Kirby i el dissenyador industrial Ian Bruce sobre la necessitat de dissenyar una embarcació de vela lleugera que es pogués transportar sobre el cotxe enlloc d'emprar un remolc, el qual fa que sigui més pràctica que l'Snipe. A més, és simple i competitiva i està pensada per a un sol tripulant de pes lleuger .

El primer disseny del Laser es va dur a la realitat quan els dissenyadors van voler participar a la regata *America's Teacup*, oberta a noves embarcacions que es presenten al públic. La construcció del primer prototipus va finalitzar poc abans de la competició i va ser posat a l'aigua i provat per primera vegada el mateix dia de la regata per Hans Fogh³⁵, en presència de Kirby i Bruce. Aquest primer prototip va ser provisionalment anomenat *Weekender* i Fogh va afegir

³⁵ Hans Fogh (1938-2014) fou un mariner canadenc, conegut per les múltiples competicions que va guanyar, incloent dues medalles olímpiques.

les sigles TGIF³⁶ a la vela, ja que va ser estrenat un cap de setmana (*weekend* en anglès). En la primera cursa de la competició, el Weekender va quedar en segona posició i, després de fer una petita modificació en la corba del gràtil amb ajuda de Buddy Melges³⁷, va quedar primer en la següent cursa.

Aquest innovador disseny va causar furor en el públic, en part, pel disseny de l'embarcació amb colors vistosos (el casc era de color lila i la coberta era de color rosa), dissenyat així amb l'objectiu de cridar l'atenció de la gent. Però els quedava molta feina per a perfeccionar l'embarcació, de manera que no estaven disposats a vendre'n cap exemplar.

Van passar molts mesos treballant en el disseny per fer algunes millores: van modificar la forma de la vela per tal que el centre vèlic no quedés molt allunyat del centre de deriva aconseguint així equilibrar la direcció. Ian Bruce va estar fent assajos amb varis navegants de diferents pesos i alçades (entre els quals hi trobem Janet Bjorn, una de les millors noies navegants de Canadà) que van provar l'embarcació en diverses condicions meteorològiques per acabar de perfeccionar-la fins que Hans i Kirby hi van navegar i van estar tots d'acord en què ja estava a punt per llançar-la al mercat.

El 1970, Dave Balfour, un estudiant d'enginyeria, va proposar el nom Laser així com la insígnia per a aquesta nova embarcació al·legant que era un nom modern i conegut per la gent. A més a més, la insígnia és simètrica i, per tant, només caldria posar-la a un costat de la vela. Va ser presentada oficialment al públic el 1971 al Saló Nàutic de Nova York, moment a partir del qual van començar la producció de Lasers per obrir-los al mercat. El Laser va ser reconegut com a classe internacional per la IYRU (actual ISAF) el 1974. Actualment, és l'embarcació individual mundialment més estesa després de



Figura 29. Laser amb el primer disseny de vela, amb les sigles TGIF.

³⁶ T.G.I.F. Inicials de *Thanks God It's Friday* (Gràcies a Déu és divendres). Forma part de l'argot popular i d'internet. Va aparèixer a mitjans dels anys 60, a Estats Units.

³⁷ Buddy Melges (1930) és un mariner guanyador de moltes regates, tant nacionals com internacionals. Ha navegat amb embarcacions sobre gel a més de les embarcacions convencionals.

l'Optimist. Va esdevenir una classe olímpica masculina el 1996, però fins al 2008 no va ser classe olímpica femenina.

Una nova vela va ser dissenyada el 1980 per a navegar amb el mateix casc que el Laser Standard (el Laser que hi havia fins aleshores), el Laser Radial, la qual era més petita que la vela Standard. Al voltant del 1991, va sorgir una altra vela, la 4.7, molt més petita que l'Standard o la Radial. Com més petita és la vela, menys força fa el vent sobre aquesta, de manera que el pes necessari per equilibrar l'embarcació lateralment és més reduït [veure Equació de l'equilibri lateral, pàgina 22].

3.2. Parts del Laser



Figura 30. Parts del Laser.

El Laser està constituït per dues parts. En primer lloc, tenim el casc i la vela i, en segon lloc, els trimatges, compostos per un conjunt de sistemes per ajustar la vela segons la intensitat del vent i el rumb que pren l'embarcació quan navega. Pel que fa al casc, diferenciem el casc en sí, l'orsa i el timó.

L'orsa és el que anomenem de sabre: es posa i es treu cada vegada que es navega de manera que en transportar el Laser amb el seu remolc aquesta orsa no suposa un impediment. S'introdueix en una petita obertura del casc que anomenem caixera i es lliga amb un sandow³⁸ (amb l'altre extrem lligat al pont de proa, una anella) a mode de seguretat per evitar perdre-la si bolquem. El sandow té una llargada suficient com per a poder extreure part de l'orsa si és necessari, però la justa com per a què no caigui si el Laser bolca completament.

El timó consta d'una pala, una canya i un *stick*. La pala és la part que està en contacte amb l'aigua i, a l'igual que l'orsa i el casc, està fet de fibra de vidre. La canya és una peça recta que es subjecta a la pala mitjançant un cap³⁹ i una mordassa. I l'*stick* és una prolongació de la canya amb una llargada suficient per poder manejar bé el timó quan naveguem penjats (amb el cos per fora del casc). Tant la canya com l'*stick* acostumen a ser de carboni, ja que resulta un material lleuger i resistent.

Al centre del casc, hi trobem la banyera, la part on s'asseu el patró. Dins la banyera hi ha una cingla (cinta ampla de tela per subjectar-hi els peus a l'hora de penjar-se), i un forat amb un tap per dur a terme el buidatge de l'aigua que hi pugui entrar. A cada costat de la banyera, a la banda que es troba més a la proa, hi ha una mordassa per emmordassar-hi l'escota si el patró ho desitja. També hi ha una altra mordassa entre el màstil i l'orsa per passar-hi alguns dels trimatges. A la popa del casc, hi trobem dues anelles (que formen l'eix del

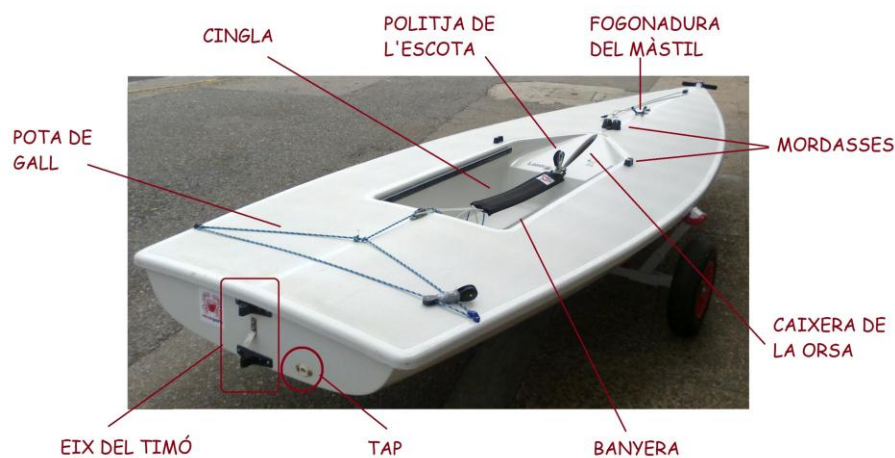


Figura 31. Casc de Laser amb els seus components.

³⁸ SANDOW. Tipus de corda elàstica.

³⁹ CAP. Tros de corda.

timó) per encaixar-hi dos pius del timó de manera que quedi subjectat, i un tap per a buidar l'aigua que es pugui filtrar dins el casc per entre la fibra de vidre.

El casc té varies parts diferents: distingim entre proa i popa, que corresponen a la part davantera i la part posterior, respectivament. Dibuixant un parell de línies encreuades a la línia de crugia, podem distingir tres parts més que són l'amura (la part frontal), el través (els laterals) i l'aleta (la part posterior), com veiem en la Figura 32. A partir de la línia de crugia (eix central del buc de proa a popa), podem diferenciar entre el costat d'estribord (a la dreta) i el costat de babord (a l'esquerra). D'aquesta manera, distingim també entre l'amura, el través i l'aleta d'estribord i de babord.

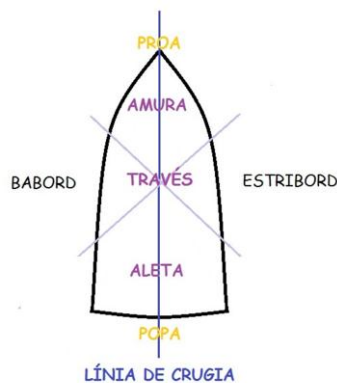


Figura 32. Esquema de les parts del casc.

La vela és una tela de dacron amb forma triangular ajuntada a un màstil i a una botavara. El màstil és un pal circular compost per dues parts desmuntables: la base i la punta. La llargada de la base canvia segons el tipus de vela. La botavara, en canvi, és d'una sola peça i, a diferència del màstil, no es troba completament adherida a la vela, només per un extrem permetent que aquesta pugui adoptar una forma més corbada. El màstil s'introdueix en la fagonadura (una ranura circular) que es troba al casc, i la botavara es subjecta al màstil per un extrem (encaixant una peça metàl·lica allargada del màstil a un forat de la



Figura 33. Parts de la vela.

botavara) i a la vela per l'altre extrem (mitjançant un ganxo). Podem dividir la vela en tres parts diferents: el gràtil, el costat que està en contacte amb el màstil i per on entra el vent; el pujament, el costat que està en contacte amb la botavara; i la baluma, el costat que no es troba en contacte amb cap pal, per on surt el

vent. Trobem tres butxaques a la baluma. Es col·loca un sabre a cada una. Els sabres són llengüetes de plàstic allargades que fan que la baluma mantingui

una forma oberta ja que, en fer una corba, es plegaria i cauria. Anomenem puny a cadascun dels angles de la vela. En el cas del Laser, en tenim tres perquè la vela és triangular: el punt de drissa és el que es troba a la part superior, entre el gràtil i la baluma; el puny d'amura és el que es troba a la part inferior del màstil, entre el gràtil i el pujament; el puny d'escota és el que es troba a l'extrem de la botavara, entre el pujament i la baluma. Com he explicat anteriorment, hi ha tres tipus diferents de vela que poden anar amb aquest mateix casc:

- La vela Standard és la més gran de totes de manera que la tripulació ha de ser més pesada que en els altres casos per a poder compensar el moment de forces que farà la vela, ja que en tenir més superfície recollirà més vent i la força total serà major. El pes considerat adequat per a la tripulació és d'entre 73 i 86kg. La punta del màstil és idèntica per a les tres veles (3,60m) però la mesura de la base varia: en el cas de l'estàndard fa 2,87m d'alçada.
- La vela radial és una mica més petita que l'Standard, amb un pes recomanat per a la tripulació d'entre 55 i 72kg. La base del màstil de la vela Radial fa 2,26m.
- La vela 4.7 és la més petita, i necessita una tripulació que pesi entre 45 i 54kg. L'alçada de la base del màstil és de 1,81m.



Figura 34. Dibuix de les tres veles Laser on es pot apreciar la diferència de mida de cada una respecte el casc.

A la meitat inferior de la vela, hi penja un fil de llana anomenat llaneta present a ambdues cares de la vela que ens permet comprovar si el vent circula correctament. Les llanetes són una clara aplicació del Principi de Bernoulli. Si

veiem que les dues llanetes estan en posició horitzontal aixecades pel vent, vol dir que el vent circula correctament pels dos costats de la vela i que l'angle d'obertura de la vela respecte el vent és adequat. En canvi, si una de les dues llanetes flameja, hem de modificar l'obertura de la vela: si la llaneta que flameja és la de sobrevent, la que es troba al mateix costat que nosaltres, hem de caçar⁴⁰ la vela o arribar per tal que el vent circuli per la cara de sobrevent; si la llaneta que flameja és la de sotavent, el costat contrari que nosaltres, hem d'amollar⁴¹ la vela o orsar per tal que el vent circuli per la cara de sotavent.

Segons el rumb que portem i la intensitat del vent, hem de modificar la forma de la vela per tal que el vent circuli millor i guanyar, així, més velocitat, i ho fem a partir dels trimatges. Tenim quatre trimatges:

- L'escota regula l'obertura de la vela respecte a la línia de crugia de l'embarcació. Funciona amb un sistema de politges, a l'igual que la resta de trimatges, per disminuir la força que hem de fer per a caçar. Com veiem en la Figura 35, el recorregut que fa comença en una politja que trobem a la banyera (per on nosaltres cacem o amollem). Va cap a una politja al centre de la botavara, i cap a una altra politja a l'extrem de la botavara des d'on va i torna de la pota de gall. La pota de gall és un sistema muntat per a l'escota, que consta de una corda a la popa de l'embarcació per on s'hi mou una politja de costat a costat on hi passa l'escota, de manera que en rumb tancats, la botavara queda més al centre i en rumb oberts queda més a l'extrem.



Figura 35. Sistema de l'escota marcat de color groc.

- El cunningham regula el gràtil. El podem caçar perquè s'aplani o el podem amollar perquè s'embossi. El sistema del cunningham consisteix en un cap que va de la base del màstil cap al puny d'amura (on passa per una anella), torna a baixar passant per dues politges que es troben a la mateixa corda

⁴⁰ CAÇAR. Acció d'estirar l'escota d'una vela per tal de tancar-la segons convingui perquè quedi ben orientada respecte el vent.

⁴¹ AMOLLAR. Acció d'afluixar l'escota d'una vela per tal d'obrir-la segons convingui perquè quedi ben orientada respecte el vent.

del cunningham i acaben a una politja que es troba al casc, davant el màstil. D'aquesta última politja es dirigeix cap a la mordassa, que es troba abans de la caixa de l'orsa, per tal que el patró no l'hagi de subjectar contínuament, el deixem emmordassat i només el toquem a l'hora de trimar la vela.

- La contra regula la baluma. En caçar-la, aquesta queda més plana i tensa, i en amollar-la, es destensa de manera que adopta una forma més corbada amb el pas del vent. El sistema de la contra és format per dues dobles politges i una mordassa: el cap passa per les politges fent varies voltes i acaba a la mordassa. L'extrem on hi ha la mordassa es troba adherit al màstil amb cargols, mentre que l'altre extrem es col·loca a la botavara inserint un piu en una petita ranura d'aquesta. Quan cacem la contra, el que fem és baixar la botavara cap avall, quedant inclinada (ja que només es pot moure un extrem, l'altre es troba fixat al màstil), com que aquesta es troba lligada al puny d'escota també estira la vela cap avall tensant així la baluma.
- El pujament és el trimatge que regula la part de la vela amb el seu mateix nom. En caçar-lo, tensem la vela deixant-la plana i, en amollar-lo, fem que s'obri formant una bossa. El sistema del pujament comença al puny d'escota (on s'uneix amb un ganxo), passa per un pont, i es dirigeix cap al màstil, on hi ha dues politges lligades, passa per una d'aquestes i retorna cap a la botavara a una politja que es troba en el mateix cap, torna cap a l'altra politja del màstil i es dirigeix cap al casc on, paral·lelament al sistema del cunningham, hi ha una politja i d'aquesta es dirigeix a una mordassa de costat amb l'altre sistema.

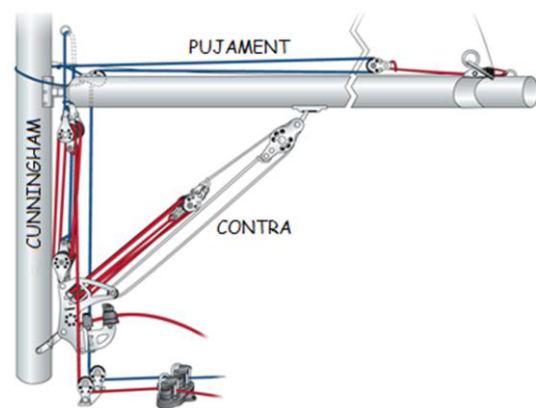


Figura 36. Sistema de contra , cunningham i pujament.

4. RUMBS

Tot i dependre del vent, les embarcacions a vela poden navegar lliurement en totes direccions (com és el cas de les embarcacions a motor o les embarcacions a rem) excepte en la direcció d'on ve el vent, ja que les veles necessiten que el vent entri per un costat i circuli per poder avançar, com hem vist al Principi de Bernoulli.

Anomenem rumb a la direcció que pren una embarcació segons l'angle d'aquesta respecte el vent. Per tal que es produeixi la propulsió, les veles

sempre han d'estar en la mateixa posició respecte el vent. El que es mou és el casc de l'embarcació i la forma de les veles que modifiquem a partir dels trimatges. Tenint en compte que no podem navegar proa vent, hi ha quatre rums possibles:

- La **cenyida** és el rumb més proper a la direcció del vent però no arriba a anar cap a la mateixa direcció. Es diu que la cenyida és la navegació en contra del vent. Per avançar cap al vent, hem de navegar de cenyida fent ziga-zagues, ja que no hi podem anar directes. En la cenyida, les veles han d'estar molt tancades i els hem de donar una forma plana caçant la contra, el cunningham i el pujament. Portarem els trimatges més o menys caçats en funció de la intensitat del vent; a més vent, més caçat ho portem. Considerem navegació de cenyida quan ens trobem amb la proa a 45° respecte la direcció del vent.
- El **través** és un rumb perpendicular a la direcció del vent. També podem diferenciar entre través tancat (quan s'acosta a la cenyida) i través obert

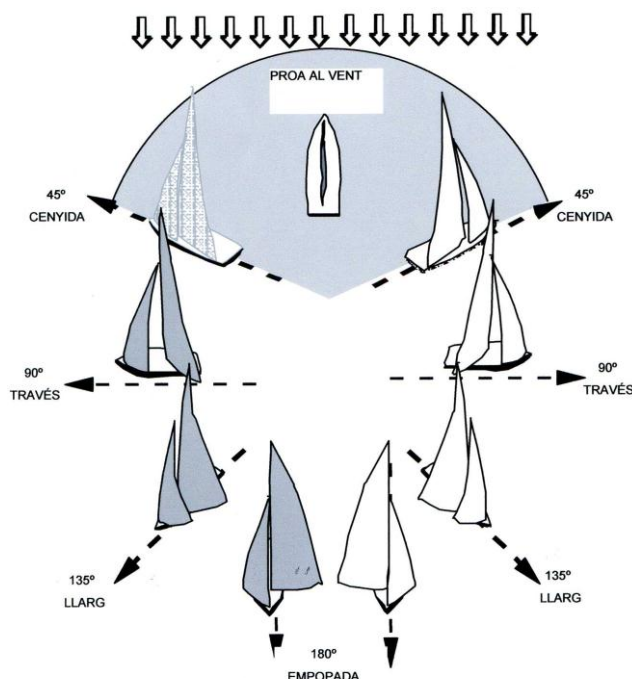


Figura 37. Rums respecte el vent, on veiem l'obertura de la vela en cada rumb. El sector marcat en gris correspon al sector no navegable, ja que l'embarcació es troba proa al vent.

(quan s'acosta al llarg). Aquest rumb ens permet anar directes al lloc on ens dirigim i és considerat el rumb que permet navegar més ràpid. Quan naveguem de través, les veles han d'estar bastant tancades però no tant com en la cenyida, i els hem de donar una forma una mica corbada amollant una mica els tres trimatges esmentats per a la cenyida; quan fa molt vent, caçarem una mica més el pujament i el cunningham. Considerem navegació de través quan ens trobem amb la proa a 90° respecte la direcció del vent.

- El **llarg** és un rumb bastant allunyat del vent i el més ràpid després del través. Navegant de llarg, les veles han d'estar més obertes que en el través. La forma que hem de donar a la vela per navegar de llarg és més bombejada que en el través. Per fer-ho, hem d'amollar una mica més els trimatges. Considerem navegació de llarg quan ens trobem amb la proa a 135° respecte la direcció del vent.
- La **popa** o **empopada** és el rumb més allunyat del vent ja que naveguem en la mateixa direcció cap on es dirigeix. Aquest rumb ens permet navegar directes cap on ens dirigim, igual com el través, tot i que és el rumb més lent. En la popa, les veles han d'estar molt obertes, a 90° d'obertura de la botavara amb la línia de crugia, i la forma de la vela ha de ser molt més bombejada. Hem d'amollar al màxim tots els trimatges. Considerem navegació de popa quan ens trobem amb la proa a 180° respecte la direcció del vent. Hi ha una variant del rumb de popa en què obrim la vela més de 90° , anomenat forçar amura. S'anomena així ja que la vela es troba a l'amura de l'embarcació, tant pot ser a l'amura d'estribord com a la de babord.

Diferenciem entre rumbos tancats i oberts, considerant la cenyida i el través del primer grup i el llarg i la popa del segon. En els rumbos tancats, es compleix el principi de Bernoulli, ja que el vent entra pel gràtil de la vela i surt per la baluma; en aquest cas, el vent, en incidir en la vela, presenta efectes sobre l'equilibri lateral. En els rumbos oberts, en canvi, el vent actua de diferent manera: a la popa, el vent no circula per la vela sinó que únicament l'empeny. És per això que és el rumb més lent; és el que anomenem popa rodona. En

forçar amura, el vent circula igual que en els rumbos tancats però amb la diferència que la vela es troba al revés, de manera que l'embarcació té tendència a caure cap a sotavent; al llarg, el vent també actua igual com en els rumbos tancats. Trobem una certa inestabilitat en els rumbos oberts deguda a la posició del centre vàlic respecte la línia de crugia: en tenir la vela molt oberta, el centre vàlic també es troba desplaçat cap al costat de l'embarcació, de manera que el vent empeny l'embarcació cap endavant, podent arribar a enfonsar la proa i/o bolcar. En la popa rodona, és més fàcil acabar bolcant, ja que hi ha més pressió sobre la vela. Per aquest motiu, evitem navegar de popa rodona tancant més la vela fent un llarg o obrint-la més per forçar amura.

Un altre factor a tenir en compte en canviar els rumbos és l'orsa. En rumbos oberts, on el vent ens entra per darrera, aixecarem una mica l'orsa reduint-ne la superfície submergida, ja que si el nostre moviment és paral·lel al vent, la deriva que es genera ens empeny cap a la direcció on ens dirigim aconseguint



Figura 38. Navegació forçant amura amb la vela oberta més de 90° i l'orsa lleugerament aixecada.

així més velocitat, de manera que l'orsa només aconsegueix frenar-nos. En rumbos tancats, en canvi, és important tenir tota la superfície de l'orsa dins l'aigua per evitar la deriva cap al lateral. En cas que faci molt de vent o que no tinguem el pes adequat per a l'embarcació amb la qual naveguem, ens podem trobar que l'embarcació s'escori massa, per tal d'evitar-ho podem aixecar una mica l'orsa en rumbos tancats per reduir la força del centre de deriva, però hem de tenir en compte que l'embarcació es veurà sotmesa a la deriva.

El rumb de popa, també anomenat rumb portant, és el primer rumb que es va navegar, ja que és l'únic rumb navegable amb veles quadres. Actualment, continuen evolucionant les embarcacions a vela amb dissenys que permetin apropar-se cada vegada més al vent, sent capaços de cenyir més.

5. MANIOBRA DE VIRADA

La maniobra de virada és la que ens permet canviar la direcció quan implica canviar d'amura, provocant el canvi de costat de la vela, ja que el vent ens entrarà per l'amura contrària d'on entrava. Hi ha dues maneres de virar: virar per avant i virar en rodó.

5.1. Virada per avant

La virada per avant és la virada que fa el canvi de direcció portant la proa cap al vent, orsant, de manera que guanyem sobrevent. S'acostuma a realitzar la virada per avant quan portem un rumb tancat perquè portem una direcció més propera al vent, tot i que es pot dur a terme des de tots els rumbos.

Quan realitzem una virada per avant, des de qualsevol rumb, hem d'orsar i caçar l'escota fins a establir el rumb de cenyida amb el corresponent trimat i continuar orsant per creuar la zona no navegable (en la qual estem proa a vent) fins que la vela es troba a l'amura contrària estant de cenyida un altre cop. Llavors, ja podem arribar per a col·locar-nos en el rumb cap on ens vulguem dirigir.

En quedar-nos proa a vent, perdem velocitat, ja que el vent ens empeny endarrere frenant-nos. És per

això que necessitem tenir velocitat per a realitzar la virada, ja que fem el nostre impuls per a virar. En cas que virem sense tenir prou velocitat, el vent ens frenaria i, en fer marxa endarrere, l'embarcació giraria al revés retornant a la posició inicial. És el que anomenem una virada fallida.

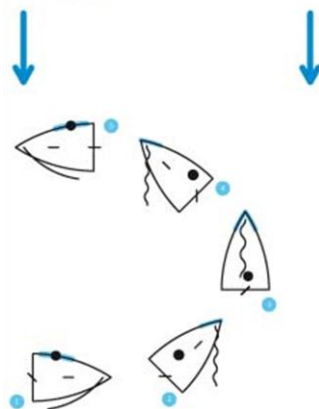


Figura 39. Esquema d'una virada per avant pas a pas.

5.2. Virada en rodó

La virada en rodó o trabujada és la virada que fa el canvi de direcció allunyant la proa del vent, arribant, de manera que perdem sobrevent. S'acostuma a realitzar la trabujada en rumbos oberts perquè portem una direcció més allunyada del vent, tot i que es pot dur a terme des de tots els rumbos.

Quan trabugem, des de qualsevol rumb, hem d'arribar i amollar l'escota fins a establir el rumb de popa amb el corresponent trimat i continuar arribant fins que arriba un punt en què naveguem contramurats (el vent ens entra per el mateix costat on tenim la vela), i comencem a caçar ràpidament l'escota. La vela canviarà de costat quan la botavara s'acosti a la línia de crugia, moment en el qual el patró haurà de canviar de costat fent força per tal d'aplanar l'embarcació que s'escorarà degut a la pressió que agafarà la vela en tornar-hi a circular el vent. Un cop hem canviat la vela de costat, podem procedir a orsar per adoptar el rumb cap a on ens vulguem dirigir.

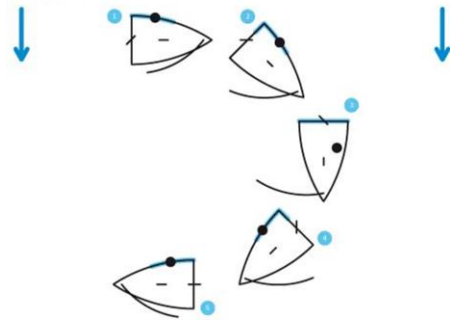


Figura 40. Esquema d'una trabujada pas a pas.

6. PART PRÀCTICA

La part pràctica del meu treball consisteix a analitzar diferents virades per avant desplaçant el centre de deriva, el centre de carena i el centre vèlic [veure Propietats físiques, pàgina 17] en cada virada. D'aquesta manera, trobaré la posició òptima de l'embarcació per recuperar més ràpidament la velocitat perduda durant la virada, a partir de la qual podré contrastar i confirmar les explicacions realitzades en la part teòrica.

Aquesta pràctica la duré a terme amb l'embarcació Laser Radial, amb la qual estic familiaritzada perquè és la que utilitzo quan navego.

6.1. Objectius

Aquest treball ha estat plantejat entorn a un objectiu principal, dins del qual s'hi inclouen altres objectius:

- En primer lloc, vull trobar la posició òptima dels trimatges i el casc del Laser Radial en la navegació en rumb de través.

- A més, vull aplicar els coneixements teòrics explicats en la primera part del treball per a entendre i justificar els resultats obtinguts en la part pràctica.
- També m'he proposat millorar la meva tècnica de virada a partir de l'elevat nombre de repeticions que duré a terme.

6.2. Metodologia

Com ja he explicat, la part pràctica consisteix en la recerca de la posició òptima de l'embarcació en una virada per tal de recuperar més ràpidament la velocitat que es perd en aproar-se⁴². En modificar la posició d'aquesta, estem desplaçant el centre de deriva, el centre de carena i el centre vèlic, els quals es desplacen alterant la forma de la vela i l'obra viva de l'embarcació a partir dels trimatges i l'escora.

6.2.1. Planificació

Per trobar la posició òptima, he fet un llistat de totes les variables que contribueixen en la velocitat de virada i he eliminat totes les que es poden mantenir constants, quedant-me així amb només quatre variables: la contra, el cunningham, l'escora de l'embarcació i la posició del tripulant respecte l'eslora. A partir de les variables, considerant tres nivells diferents per a cada una, he fet una taula amb totes les combinacions possibles entre aquestes obtenint un total de 81 combinacions. El plantejament que he fet és gravar un vídeo de cada virada per, posteriorment, analitzar-ne la velocitat mitjançant el programa informàtic *Tracker*, el qual permet analitzar qualsevol tipus de moviment en dues dimensions.

Pel que fa al vent, per eliminar-lo com a variable, vaig decidir gravar les virades sempre amb la mateixa velocitat del vent diferenciant entre vent mig, vent moderat i vent fort, repetint les 81 combinacions per a cada un dels tres tipus de vent. Amb un total de 243 combinacions i fent 5 repeticions de cada una per assegurar el resultat, com dicta el mètode científic. Hauria de realitzar 1.215 virades [veure Annex I]. Estava decidida a realitzar-les totes però abans de començar amb les gravacions em van obrir els ulls per veure que era inviable

⁴² APROAR. Col·locar proa a vent, de cares al vent.

comptant les hores que necessitava per a realitzar-les: amb una mitjana de 3 minuts per virada més 5 minuts perduts per a col·locar els trimatges cada 5 repeticions em surt a 81 hores; considerant que pugui realitzar virades durant 3 hores seguides sense comptar el temps de muntar i desmuntar l'embarcació, em queda repartit en 27 dies de feina al llarg de tot l'estiu; tenint en compte que depenc de què el vent estigui en condicions favorables i d'una altra persona que estigui disponible per a gravar-me, no tinc suficients dies al llarg de l'estiu per portar-ho a terme. Així doncs, vaig replantejar tot el que havia planificat fins al moment: vaig descartar el vent fort i el vent fluix quedant-me únicament amb el vent mig (considerat a 10 nusos) i vaig rebaixar el nombre de repeticions a 3 per virada, obtenint un total de 81 combinacions i 243 virades totals [veure Annex I]: que suposen 19 hores repartides en aproximadament 7 dies de gravacions al llarg de tot l'estiu, números molt més viables que els inicials.

La condició del *Tracker* m'ha obligat a pensar molt en el format d'aquest experiment. Com que no pot realitzar anàlisis en tres dimensions, la càmera que gravés la virada hauria d'estar sempre paral·lela al moviment i estàtica. Inicialment, volia que les virades a realitzar fossin en rumb de cenyida però en la virada es produeix un canvi direccional de 90°, el qual pensava solucionar utilitzant dues càmeres: una paral·lela al moviment d'abans de la virada i una paral·lela al moviment posterior a aquesta, però això comportava la mobilització de dues llanxes, dues càmeres i dues persones a més d'un muntatge informàtic per a enganxar les dues parts de la virada afegit a la feina de l'anàlisi amb el *Tracker*. Per facilitar més aquest procés de gravació, vaig determinar que realitzaria les virades en rumb de través, ja que el canvi direccional que s'efectua és de 180°. Per tant, la càmera posicionada en paral·lel al moviment inicial també seria paral·lela al moviment final. Pensant en l'anàlisi amb el *Tracker*, he lligat una pilota inflable a la proa del Laser amb cinta adhesiva per utilitzar-lo com a punt de referència per seguir amb el programa.

També vaig decidir realitzar les virades sempre a la mateixa zona per tal de tenir un lloc estable on gravar. Vaig establir aquest lloc a la sortida del canal d'embarcacions del GEN Roses [veure Figura XXVII, Annex V], on hi ha prou fondària per a navegar i on hi ha una paret paral·lela al moviment que hauria de realitzar amb vent de sud o vent de nord. Per assegurar-me d'efectuar el

mateix moviment en cada virada, he fondejat dues boies a mode de senyalització per anar d'una a l'altra fent sempre la mateixa trajectòria, desplaçant-les únicament per a acomodar-les correctament respecte el vent i a la paret quan ha estat necessari.

Pel que fa als trimatges, he mantingut constants i inamovibles els que no he considerat variables. He fet una marca al cap del pujament, a l'alçada de la mordassa, per tal de tenir-lo sempre amb la mateixa obertura i que no influeixi de cap manera en l'experiment. Amb l'escota, he procurat mantenir sempre la mateixa obertura de la vela el qual ha estat fàcil per una banda, ja que, en virar, es manté la mateixa posició respecte el vent i per tant l'obertura d'aquesta ha de ser la mateixa, però també ha resultat complicat quan s'han produït alguns petits canvis en la direcció del vent, ja que m'he vist obligada a ajustar lleugerament la vela. He intentat tocar l'escota el mínim possible per tal d'evitar que interferís en els resultats.

6.2.1.1. *Variables*

Tal i com he explicat, he considerat quatre variables diferenciant tres nivells possibles per a cada una, els quals he denominat 1, 2 i 3; sent 1 el més baix, 2 l'entremig i 3 el més alt.

En els trimatges, tant en la contra com en el cunningham, he fet una marca per a cada nivell als caps corresponents amb un retolador permanent i amb colors diferents per reconèixer-los, indicant fins a on els he de caçar en cada cas: 1 correspon a la posició més amollada i 3 correspon a la més caçada possible. Pel que fa a l'escora de l'embarcació, he fet un nivell [veure Figura XXIX, Annex V] on he marcat 1 com a escora zero i 3 com a escora màxima. Aquest nivell consisteix en una ampolla de plàstic plena d'aigua fins a la meitat, lligada al màstil; li he fet 5 línies: una central que correspon a 1, una a cada costat d'aquesta que correspon a 2, i una per sobre i per sota del conjunt que correspon a 3. Quan l'embarcació es troba plana, sense escora, l'aigua de dins l'ampolla està al nivell de la línia 1; quan està escorada al nivell 2, l'aigua queda inclinada i està en contacte amb les dues línies 2, una per la part superior i l'altra per la part inferior; i quan està inclinada al nivell 3, succeeix el mateix que

en el 2. Pel que fa a la posició del tripulant respecte l'eslora, he fet tres marques al llarg de la banyera considerant 1 la posició més cap a la popa del Laser i 3 la posició més a la proa.

6.2.2. Desenvolupament

Per al desenvolupament d'aquest experiment, he necessitat una embarcació que m'ha estat proporcionada pel GEN Roses, una càmera per enregistrar les virades, una persona per a engegar i apagar la càmera posicionada al terra, i dues boies per senyalitzar el recorregut a fer. Per a col·locar les boies he necessitat una llanxa cada cop que se n'havia de canviar la posició.

En realitzar les virades, m'he anat trobant amb alguns problemes amb què no havia comptat com el pas d'embarcacions al meu voltant degut a què em trobava en un canal d'embarcacions. Això m'ha obligat a repetir més vegades algunes de les virades, ja que si els obstacles passaven entre la càmera i jo els vídeos no em servien alhora de posar-los al *Tracker*. També m'han sorgit altres complicacions com la imprecisió del vent. És molt difícil que es mantingui sempre en la mateixa direcció exacta i en la mateixa intensitat. He intentat gravar sempre amb vent de sud perquè a la zona de Roses entra net, però en algunes ocasions en què el vent ha rolat⁴³ durant la sessió de gravacions, també he gravat amb vent de nord (que és bastant ratxejat⁴⁴, ja que ve de terra), amb vent de sud-est i amb vent de sud-oest. En el cas del vent de nord, no hi ha hagut cap alteració del rumb, perquè és igual que amb vent de sud però invertit; en els altres dos casos, en canvi, he hagut d'alterar una mica l'obertura de la vela degut a que enlloc de fer un moviment de través a través, el feia de través obert a través tancat o al revés. Aquestes variacions en la velocitat del vent m'han obligat a ampliar la franja de vent que he considerat vent mig als valors entre 5 i 15 nusos enlloc d'únicament 10 nusos.

Un cop gravades totes les virades, he retallat els vídeos per obtenir un vídeo de cada virada amb el programa *Windows Movie Maker*. A continuació, he tractat cada vídeo amb el programa *Tracker* fent la corresponent anàlisi de cada un

⁴³ ROLAR. Desplaçament del vent pel que fa a la direcció.

⁴⁴ RATXA. Ràfega de vent fort de poca durada.

dels 243 vídeos. Un cop realitzades les anàlisis, n'he extret les dades, que he bolcat en un full de càlcul des d'on he fet les mitjanes de les tres repeticions de cada combinació, obtenint 81 resultats diferents per a comparar. En comparar les velocitats de cada virada i el temps que es tarda des que la velocitat comença a disminuir fins que torna a ser constant, un cop realitzada la virada, he trobat una combinació que realitza la virada més ràpidament que les altres, la posició òptima per a virar de través.

Les conclusions les he redactat a mode de justificació de per què la combinació obtinguda és millor que les altres, raonant a partir de les explicacions de la part teòrica del treball.

6.3. Execució del treball

6.3.1. Vídeos

Un cop realitzades les gravacions dels 243 vídeos, he procedit al seu tractament amb el *Tracker* i, a continuació, he dut a terme el buidatge de dades en un full de càlcul.

A partir del gràfic Velocitat (m/s) - Temps (s), he extret: la velocitat del tram anterior a la virada, des de l'inici del vídeo fins que deixa de ser constant, moment en què es comença a aproar l'embarcació per virar i es redueix la velocitat; la velocitat posterior a la virada, des que torna a ser constant, després d'haver accelerat un cop s'ha canviat d'amura, fins al final del vídeo; i el temps estacionari, des de que deixa de ser constant fins que ho torna a ser, moment de la virada. Per obtenir aquestes dades, he hagut de seleccionar els punts marcats al *Tracker*, descartant els que surten molt del gràfic per evitar errors als resultats, i extreure'n la mitjana.

Per trobar la virada òptima, busco la virada que recupera més ràpidament la velocitat constant i que té un increment de velocitat més reduït (diferència entre la velocitat final i la inicial). He calculat la mitjana de les tres repeticions de cada combinació obtenint així un únic valor per a cada cas. Aquest valor és el que he emprat per comparar totes les combinacions i trobar així l'òptima.

Per determinar quina combinació correspon a la posició òptima de virada, he comparat el temps de cada una observant quines tenen un temps estacionari menor i, a continuació, he analitzat quines d'aquestes tenen un increment de velocitat més reduït, ja que després de la virada l'embarcació ha d'assolir la mateixa velocitat inicial.

6.3.2. Virada òptima

Extrapolant els principis físics explicats a l'apartat Propietats físiques [veure pàgina 17] i aplicant-los a l'embarcació al moment de la virada, podem extreure'n unes conclusions que ens poden orientar sobre quina hauria de ser la posició òptima dels trimatges del Laser durant la virada per tal de virar més ràpidament i superar l'etapa d'acceleració en el menor temps possible. A continuació, explicaré com actua cada trimatge en cada un dels 3 nivells que he considerat i com afecten en la variació d'aquest temps que he controlat.

6.3.2.1. *Contra*

El trimatge de la contra, tal i com he explicat al subapartat Parts del Laser [veure pàgina 31], modifica l'obertura de la baluma i la forma de la vela, de manera que desplaça el centre vèlic segons si es troba més o menys tensada.

Al nivell 1, la contra es troba completament amollada. La botavara quedarà més aixecada fent que la vela adopti una forma corbada, generant una bossa per on el vent circularà. Això fa que el centre vèlic quedi per davant del centre de deriva situat a l'orsa creant un moment de forces que farà que el Laser sigui tou (amb tendència a arribar). Per virar, hem d'orsar, de manera que el moviment del timó serà contrari a la direcció cap on l'embarcació vol anar, i generem una força de resistència amb el timó que ens frena durant la virada, fent augmentar el valor del temps que analitzem. Un cop realitzada la virada, també hem de tenir en compte l'etapa d'arrencada en què el Laser accelerarà fins a recuperar la velocitat inicial. En arrencar, ens interessa que la vela tingui una mica de forma corbada per tal que hi pugui entrar més vent i fer més propulsió, de manera que l'arrencada amb la contra al nivell 1 serà més ràpida. Així doncs, per un costat tenim el factor de la resistència del timó que fa augmentar el temps, i per l'altre costat tenim el factor de la bossa que el reduirà.

Al nivell 2, la contra es troba caçada a la meitat de la seva capacitat. La botavara quedarà en angle recte respecte el màstil i la baluma de la vela adoptarà una forma més plana mantenint una mica de bossa a la vela. En aquest cas, el centre vèlic no queda per davant del centre de deriva com en el cas anterior sinó que queda just a sobre d'aquest. Això fa que no es produeixi cap moment de forces entre els dos centres, de manera que no tindrem resistència per part del timó a l'hora de virar. A diferència del nivell 1, el temps de virada no es veurà reduït per la resistència del timó, per tant, tardarà menys, i pel que fa a l'arrencada, no serà tan ràpida com l'anterior, ja que la bossa de la vela és menor. El temps de virada, doncs, serà menor que en el cas 1, però el temps d'arrencada serà major.

Al nivell 3, la contra es troba caçada al màxim. La botavara quedarà molt baixa, quasi en contacte amb el casc, fent que la baluma de la vela quedi molt oberta donant a la vela una forma plana. Això farà que el centre vèlic es desplaci per darrere del centre de deriva creant un moment de forces que farà que el Laser sigui ardent (amb tendència a orsar). Contràriament al nivell 1, el timó no oposarà resistència al Laser ja que ens dirigim cap a la mateixa direcció cap on vol anar l'embarcació, de manera que el temps de virada serà molt baix respecte els altres dos casos. En l'arrencada, en canvi, el valor del temps serà molt major perquè la vela no té forma corbada, o sigui que tardarà més en accelerar.

Comparant els tres nivells, podem concloure que el 3 és el més lent i el 2 és el més ràpid, ja que el temps d'arrencada pesa més que el temps de virada: la poca acceleració que produeix la falta de bossa de la vela és més important respecte la frenada que provoca la resistència del timó. Al nivell 2, podem dir que els dos temps es troben en equilibri; al nivell 3, però, tot i que el temps de virada és molt baix, la falta de bossa redueix molt el valor del temps.

6.3.2.2. *Pes*

En desplaçar el pes del tripulant endavant o endarrere en l'embarcació, modifiquem el centre de carena i el centre de deriva, ja que canviem la superfície d'obra viva de l'embarcació.

Al nivell 1, posicionem el pes a la popa del Laser fent que la proa quedi lleugerament aixecada de l'aigua i enfonsant més la popa. En el moment de virar, hi ha menys superfície longitudinal submergida, de manera que hi haurà menys fricció del casc amb l'aigua i virarem més ràpidament. Un cop realitzada la virada, en el moment d'arrencar, es produeix l'efecte contrari, ja que la popa del Laser es troba calada en l'aigua i actua com a fre per al moviment lineal.

Al nivell 2, posicionem el pes al centre de la banyera, fent que la popa no quedi tan enfonsada ni la proa tan aixecada, tot i que ho segueixen estant una mica. El temps de virada no serà tan baix com en el nivell 3, ja que oposa una mica més de resistència lateral. En canvi, en l'arrencada, com que la popa no es troba tan calada en l'aigua com en el cas anterior, la resistència que el Laser oposarà al moviment lineal també es reduirà.

Al nivell 3, posicionem el pes a l'extrem de la banyera més proper a la proa, pràcticament al centre del Laser, el qual fa que el pes quedi ben repartit al llarg de l'eslora i que la proa i la popa es trobin a la mateixa alçada respecte l'aigua. En virar, l'obra viva oposarà més resistència que en els casos anteriors, ja que té major superfície, però en l'arrencada accelerarà molt més ràpidament gràcies a que la superfície d'obra viva serà gairebé plana i quasi no frenarà.

Com he dit anteriorment, el temps d'arrencada pesa més que el temps de virada. D'aquesta manera, podem afirmar que la posició més ràpida és el nivell 3, ja que accelerarà molt ràpid gràcies a la falta de fricció, i virarà a una velocitat mitja. La posició 1, per contra, seria la més lenta.

6.3.2.3. *Cunningham*

El trimatge del cunningham regula la tensió del gràtil modificant la forma d'aquest: fent-lo més pla o més embossat.

Al nivell 1, el cunningham es troba amollat al màxim de manera que el gràtil tindrà una forma més plana, fent que tota la vela quedi corbada. Tal com veiem en la Figura XXVIII [veure Annex V], l'angle d'entrada del vent s'acosta bastant a la vertical però la bossa queda molt propera al màstil. Això fa que el Laser perdi angle de virada, ja que quan la proa s'acosti a la zona de desvent, hi

haurà un moment en què el vent deixi de circular per la zona del gràtil a la cara de sobrevent de la vela (moment en què aquesta zona flamejarà) fent que disminueixi la velocitat i augmenti el temps. En l'arrencada, tindrà una acceleració lenta fins que el gràtil deixi de flamejar. Durant aquest temps, la potència de la vela serà molt poca, de manera que el temps estacionari d'aquest cas serà molt elevat.

Al nivell 2, el cunningham es troba caçat a la meitat de la seva capacitat, de manera que la vela tindrà una forma una mica corbada i la bossa es trobarà més allunyada del màstil que en el cas 1. Això farà que el Laser pugui aprofitar més la força de propulsió del vent abans no comenci a perdre potència. Així doncs, el temps de virada serà molt baix. Pel que fa a l'arrencada, començarà a accelerar poc després d'haver canviat d'amura, ja que de seguida tornarà a tenir prou angle com perquè el vent hi torni a circular.

Al nivell 3, el cunningham es troba caçat al màxim fent que la bossa quedi molt junta amb el màstil i, degut a la tensió, dona una forma més plana a la vela. En aquest cas, perdem molt d'angle, tant en virar com en arrencar, o sigui que el temps estacionari serà més elevat.

Així doncs, la millor posició pel cunningham correspon al nivell 2.

6.3.2.4. *Escora*

En modificar l'escora del Laser, desplaçem el centre de deriva i de carena, ja que varia la superfície d'obra viva. A més, també es presenten variacions en l'estabilitat transversal i direccional.

Al nivell 1, el Laser es troba anivellat, sense escora. En el moment de la virada, hi ha un fregament de l'obra viva amb l'aigua que redueix la velocitat. En arrencar, igual com en el nivell de pes 3, va més ràpid, ja que hi ha poca resistència cap al moviment lineal per part del casc.

Al nivell 2, el Laser es troba lleugerament escorat, de manera que l'obra viva és més reduïda. D'aquesta manera, el fregament del casc amb l'aigua en la virada és menor i requereix menys temps. L'orsa no es troba calada verticalment en l'aigua, el qual redueix la força antideriva: la força de propulsió es veu

desplaçada cap endarrere. És la resultant de la petita força de deriva que se'n presenta i de la força del vent aplicada al centre vàlic. Això fa que tardi més a realitzar l'arrencada.

Al nivell 3, el Laser es troba molt escorat, reduint encara més l'obra viva. Així doncs, la virada serà més ràpida que en els altres dos casos, ja que té menys fregament. Però en l'arrencada succeirà el mateix que en el nivell 2, tot i que més accentuat. A més a més, en virar i canviar l'escora de costat, amb el balanceig que es produeix, l'orsa impacta en l'aigua i es desplaça per aquesta fins a arribar a l'altre costat, produint una gran força de resistència que frenarà la velocitat que tinguem al virar. Amb tot això, podem afirmar que el nivell 3 és el més lent.

Veient això, podem dir que el nivell 1 serà el més ràpid, ja que l'arrencada que fa és més veloç.

6.4. Resultats

La síntesi de les conclusions de l'apartat anterior ens indica que la posició de virada òptima hauria de ser la corresponent a la combinació 2321, que indica els nivells de contra, pes, cunningham i escora respectivament. Tot i això, els resultats obtinguts no coincideixen amb el resultat esperat.

Comparant els diferents valors resultants de les anàlisis [veure Annex III] he obtingut 5 combinacions amb valors semblants que resulten ser les més ràpides: les combinacions 1111, 3311, 3322, 2231 i 2322, de més a menys ràpida. La primera (1111), però, la podem descartar perquè, tot i ser la més ràpida, té un increment de velocitat molt elevat respecte els altres. Això pot ser degut a una ratxa present durant el primer tram de la virada que s'acaba després d'aquesta fent que la velocitat final sigui menor a la inicial. Així doncs, la rapidesa de virada d'aquesta combinació és deguda a l'augment del vent, no a la combinació en si.

La combinació 1111 queda descartada com a posició òptima deixant 4 combinacions. Amb valors de temps estacionari semblants i valors d'increment de velocitat molt baixos (d'entre 0,87 i 0,02 segons), les combinacions més

òptimes segueixen l'ordre següent, de més ràpid a més lent: 3311, 3322, 2231, 2322. La posició òptima de virada correspon a la combinació 3311, amb la contra caçada al màxim, el pes cap a la proa, el cunningham amollat al màxim i el Laser sense escora.

Tot i ser un resultat diferent de l'esperat, no és incorrecte ja que les aproximacions que jo he fet són de cada variable independentment, sense tenir en compte el conjunt. En ajuntar les quatre variables, el seu funcionament pot variar. Pel que fa a la vela, queda amb una forma aplanada degut a la contra en nivell 3, però fa una mica de bossa al gràtil degut al cunningham en nivell 3. Això farà que en la virada vagi ràpid gràcies a la tendència a orsar que tindrà el Laser (pel desplaçament endarrere del centre vàlic que ofereix la contra), que podrà contrarestar la pèrdua de velocitat que pot produir la bossa del gràtil (degut al cunningham) en augmentar l'angle de desvent de la vela. En l'arrencada, el temps també és reduït gràcies a què l'angle de desvent del gràtil es supera ràpidament per l'efecte de la contra en la virada (que ens fa orsar) i aquesta bossa del gràtil permet agafar més vent contrarestant l'efecte que produiria la contra al nivell 3, si la vela fos totalment plana. Pel que fa al casc del Laser, queda completament pla tant longitudinalment com transversalment. El temps de virada augmentarà una mica degut a la resistència oposada per l'obra viva del Laser, però la rapidesa que ens ofereixen els trimatges fa que el valor que augmenta sigui mínim. En l'arrencada, tardarà poc gràcies a la poca resistència al moviment lineal i la falta de fricció del casc amb l'aigua que ofereixen tant el nivell 3 del pes com el nivell 1 d'escora. Així doncs, en comparar les quatre variables alhora, la 3311 és la posició òptima de virada.

Els gràfics d'on he extret les dades per determinar que aquesta és la posició òptima de virada els he obtingut a partir del tractament dels vídeos amb el *Tracker*. Es poden consultar els gràfics Velocitat (m/s) – Temps (s) corresponents a les tres repeticions d'aquesta combinació a l'Annex III. Els tres gràfics tenen una forma similar, que també tenen la resta de gràfics. Fan un recorregut lineal (constant) que representa la navegació abans de la virada. L'instant en què aquesta velocitat comença a descendre és l'instant en què el Laser inicia la virada orsant. Aquest descens creua l'eix X del gràfic en el moment en què el Laser es troba aproat i amb una velocitat nul·la. A partir

d'aquí, el Laser comença a accelerar i, en el gràfic, veiem que continua disminuint la velocitat. Això és degut al canvi de direcció del Laser (com que ara va al revés, si la velocitat del gràfic disminueix significa que la velocitat del Laser augmenta). Després d'aquest descens de la velocitat, el gràfic torna a adoptar un recorregut lineal que representa la navegació després de l'acceleració. El *Tracker* m'ha proporcionat les mitjanes estadístiques dels trams de velocitat constant, i els màxims i mínims de temps del tram de virada. Aquestes són les dades que he buidat al full de càlcul i a partir de les quals he comparat les diferents combinacions.

Observant les altres combinacions que tenen valors semblants a l'òptima, podem arribar a la conclusió que la virada perfecta és fruit de la fusió de la posició òptima amb alguns moviments o variacions extrets de les altres combinacions, que són la 3322, la 2231 i la 2322. Pel que fa a la contra, aquestes combinacions tenen nivell 2 i 3. Aplicant-ho a la posició òptima, podríem col·locar la contra entre els dos nivells buscant una forma de la vela més aerodinàmica i sense arrugues. Pel que fa al pes, hauríem de situar-nos al nivell 3 i, just al moment de la virada, moure'ns cap a la posició 2 per reduir el fregament lateral que oposa el casc i augmentar així la velocitat de virada; en canviar d'amura, hauríem de retornar al nivell de pes 3 per evitar la resistència al moviment lineal del casc pròpia del nivell 2. El nivell de cunningham varia bastant en les 4 combinacions, però si observem els nusos a què han estat registrats els vídeos de cada combinació, podem apreciar que aquesta variació del cunningham es veu afectada pel vent: com més intensitat té el vent, més caçat ha d'estar el cunningham. En condicions de vent fluix, amollarem el cunningham buscant tenir una vela més corbada per agafar més vent i tenir més propulsió, i en condicions de vent més fort, caçarem el cunningham segons la intensitat del vent, ja que, si la vela té molta bossa, el vent s'acumula en aquesta augmentant la força sobre la vela i, per contrarestar-la hauríem de penjar-nos per trobar l'equilibri lateral. Pel que fa a l'escora del Laser, les 4 combinacions varien del nivell 1 al 2 i, tal i com succeeix amb el cunningham, varien en funció de la intensitat del vent. Quan el vent sigui mig o fort portarem el Laser al nivell d'escora 1 i, quan el vent sigui més fluix, l'escorarem al nivell 2 únicament al moment de virar per tal d'agafar més vent, ja que la falta

d'intensitat d'aquest redueix molt la velocitat de virada. En escorar l'embarcació, generem una basculació a l'hora de canviar d'amura que ens dona més propulsió accelerant la maniobra de virada.

Així doncs, la tècnica de virada perfecta és el resultat d'alguns moviments i petites variacions (en funció de la intensitat del vent) afegits a la posició òptima de virada.

7. CONCLUSIONS

En la realització d'aquest treball, he complert tots els objectius que m'havia proposat inicialment, a més d'altres amb què no comptava. Més enllà dels objectius del treball, he adquirit una nova concepció de la vela.

He comprovat que la vela és més que un simple esport; és tot física i passió, com també opinen la Sara López i la Bàrbara Cornudella [veure Annex II]. He pogut conèixer alguns dels principis físics més importants que actuen en la vela i aplicar-los a la pràctica d'aquest esport.

També he pogut analitzar l'evolució de les veles i les embarcacions al llarg dels segles a partir de l'extrapolació d'aquests conceptes físics a l'àmbit de la navegació. El fet d'haver estudiat l'origen del Laser em fa valorar encara més aquesta embarcació.

La realització de l'objectiu principal d'aquest treball és el que més m'ha entusiasmat, ja que he aconseguit trobar exitosament la posició òptima de virada del Laser i els seus trimatges en rumb de través. A més a més, a partir de l'anàlisi dels vídeos, he aconseguit la tècnica per dur a terme la virada perfecta.

Tot i no haver-m'ho proposat a l'inici del treball, he assolit uns coneixements físics avançats al meu nivell de 2n de Batxillerat que, a més de servir-me en la seva aplicació a la vela, espero que em serveixin més endavant a l'hora de realitzar estudis universitaris on s'imparteixin aquests coneixements que he anticipat.

Tant els coneixements físics que he adquirit com el resultat de la part pràctica em permetran dur a terme una millora personal com a laserista.

Un cop finalitzat el treball, m'he adonat de la possibilitat d'uns estudis futurs a partir del que jo he dut a terme. Hi ha varies línies de continuïtat obertes que es podrien realitzar:

- Ara que entenc molt millor el funcionament del Laser i els trimatges, podria aplicar la mateixa metodologia duta a terme en la part pràctica d'aquest treball per a millorar altres aspectes de la meva navegació com la virada en rodó o la virada en altres rumbos.
- Seria interessant, també, poder realitzar aquestes anàlisis en diferents intensitats de vent com vaig plantejar inicialment [veure Annex I], a partir de les quals s'obtindrien moltes més dades i, per tant, s'obtindria un resultat més exacte.

De cares a aquests estudis futurs, s'haurien de realitzar amb més coneixements que els que pugui tenir un alumne de 2n de Batxillerat per tal de trobar una funció que relacioni la variació de la velocitat del Laser amb la velocitat del vent i així obtenir resultats més exactes on totes les dades es trobessin en un mateix valor de velocitat del vent.

8. REFERÈNCIES

8.1. Referències bibliogràfiques

Enciclopèdia *El agua y la vida*. Editorial Planeta. Barcelona, 2009. Volum *El hombre y el mar*.

Enciclopèdia *Salvat de la técnica. Cómo funciona*. Editorial Salvat. Navarra, 1982. Volum 10.

Enciclopèdia *Ver para saber. La gran enciclopedia para la civilización de la imagen*. Ediciones Uribon. Madrid, 1981. Volum VI.

GUÉRY, Jean-Louis. JULIEN, Patrick. *La práctica de la vela ligera*. Ediciones Tutor. Madrid, 1996. Col·lecció *Guías Glénans*.

LE CARRER, Olivier. *El crucero costero y de altura*. Editorial Juventud. 1ª edició. Espanya, 2009. Col·lecció nàutica.

MILLARD, Anne. NOON, Steve. *Un Puerto a través del tiempo*. Editorial BLUME. 1ª edició. Barcelona, 2007.

Recursos didàctics de la Federació Catalana de Vela.

SLEIGHT, Steve. *Manual completo de vela*. Editorial BLUME. 1ª edició. Barcelona, 2011.

8.2. Webgrafia

<https://dlc.iec.cat/>: Vocabulari (29 de juny)

<http://www.lexicmariner.info/>: Vocabulari tècnic (23 de juliol 2017)

<http://duji-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/11367/1%20-%20MEMORIA.pdf?sequence=1>: Física, història (6 de març 2017)

<http://eduardohg85.blogspot.com.es/2010/09/historia-de-los-barcos-vela-y-los.html>: Física (10 de febrer 2017)

<http://es.boats.com/en-el-agua/guia-de-vela-olimpica/#.WYtnc4TygdU>: Vela olímpica (4 de juliol 2017)

http://ffden-2.phys.uaf.edu/211_fall2002.web.dir/josh_palmer/Home.html: Física (6 de juny 2017)

<http://fisica.laguia2000.com/dinamica-clasica/leyes-de-newton/principio-de-bernoulli>: Física (6 de juliol 2017)

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/interesantes/vela/vela.html>: Física (4 de maig 2017)

<http://foro.latabernadelpuerto.com/portal.php>: Història (23 de febrer 2017)

<http://nauticagenova.com/blog/ca/orzar-y-arribar-dos-maniobras-basicas-de-navegacion/>: Maniobres (19 d'abril 2017)

<http://nauticakike.blogspot.com.es/2011/09/la-empopada.html>: Rumbs (3 d'agost 2017)

<http://newt.phys.unsw.edu.au/~jw/sailing.html>: Física (4 de maig 2017)

<http://sailandtrip.com>: Parts d'un vaixell, rumbs, trimatges (2 de març 2017)

<http://www.barcelonaworldrace.org>: Vela esportiva, rumbs (3 d'agost 2017)

http://www.estudiosonavegas.com/images/Archivos/Vela/Vela_ARCH/Trimado_de_velas_1.pdf: Trimatges (7 de juliol 2017)

<http://www.fisicapractica.com/efecto-venturi.php>: Física (26 de juny 2017)

<http://www.fisicapractica.com/principio-de-bernoulli.php> (26 de juny 2017)

http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Barco_Navegando/Navegar-Velas-Alas/Navegar-Velas-Alas.asp: Física (5 de juliol 2017)

http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Barco_Navegando/Quillas_CenirViento/Quillas_CenirViento.htm (8 de juliol 2017)

http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Barco_Navegando/Velero_Ardiente/Velero_Ardiente.htm (14 de juliol 2017)

http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Los_Barcos/Clippers/Clippers.htm (31 de juliol 2017)

http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Velas_Aparejos/Funcionamiento/Funcionamiento_Velas.htm: Física (26 de juny 2017)

http://www.fondear.org/infonautic/Barco/Velas_Aparejos/Principios_Vela/Principios_Vela.htm: Física (29 d'abril 2017)

<http://www.lamagalquilerbarcosgrecia.com/los-barcos-atraves-de-la-historia-el-drakkar-vikingo/>: Història (3 d'agost 2017)

<http://www.marca.com/juegos-olimpicos/vela/todo-sobre.html>: Vela olímpica (4 de juliol 2017)

<http://www.marineinsight.com/maritime-history/what-is-a-clipper-ship-2/>: Història (31 de juliol 2017)

<http://www.mgar.net/mar/fisica.htm>: Física (26 de juny 2017)

<http://www.nauticaypesca.es/barcos/historia-de-los-barcos>: Història (25 de maig 2017)

<http://www.navegar.com/barcos-de-vela-ligera/>: Història (18 de març 2017)

<http://www.royalcork.com/club-history/>: Història (18 de març 2017)

<http://www.sailing.org/>: Laser (13 de juliol 2017)

<http://www.tododxts.com/index.php/deportes/130-vela/275-vela-historia-competiciones-barcos>: Història (4 de juliol 2017)

<http://www.vela.cat/>: Història (22 de maig 2017)

<http://www.velaligera.com/html/clases/laser.htm>: Laser (19 d'abril 2017)

<http://www.witblits.eu>: Física (15 de juliol 2017)

https://as.com/masdeporte/juegosolimpicos/historia/paris_1900.html: Vela olímpica (4 de juliol 2017)

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Canoa>: Història (5 d'agost 2017)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Clipper> (31 de juliol 2017)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Cog_\(ship\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cog_(ship)) (4 d'agost 2017)

https://en.wikipedia.org/wiki/Dugout_canoe (3 d'agost 2017)

https://ca.wikipedia.org/wiki/Vela_quadra (8 d'agost 2017)

https://ca.wikipedia.org/wiki/Tim%C3%B3_de_codast (7 d'agost 2017)

https://ca.wikipedia.org/wiki/Vela_esportiva (5 de juliol 2017)

https://en.wikipedia.org/wiki/Olympic_sailing_classes (4 de juliol 2017)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Yacht> (16 d'agost 2017)

<https://es.wikipedia.org/wiki/Gale%C3%B3n> (5 d'agost 2017)

<https://es.wikipedia.org/wiki/Snipe> (15 d'agost 2017)

https://es.wikipedia.org/wiki/Juegos_Ol%C3%ADmpicos (4 de juliol 2017)

https://ca.wikipedia.org/wiki/Centre_de_carena: Física (17 de juliol 2017)

https://ca.wikipedia.org/wiki/Centre_de_gravetat (17 de juliol 2017)

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Moment> (30 de juliol 2017)

[https://ca.wikipedia.org/wiki/Nus_\(unitat\)](https://ca.wikipedia.org/wiki/Nus_(unitat)) (15 de maig 2017)

https://ca.wikipedia.org/wiki/Obra_viva (17 de juliol 2017)

https://ca.wikipedia.org/wiki/Parell_de_forces (29 de juliol 2017)

https://ca.wikipedia.org/wiki/Principi_de_Bernoulli#Equaci.C3.B3_per_un_fluid_compressible (9 de juliol 2017)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_\(dinghy\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_(dinghy)): Laser (13 d'agost 2017)

https://en.wikipedia.org/wiki/Hans_Fogh (14 d'agost 2017)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Tacking_\(sailing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Tacking_(sailing)): Maniobra (20 d'agost 2017)

<https://dosvelas.jimdo.com/contenido/centro-v%C3%A9lico-y-de-deriva/>: Física (13 de juliol 2017)

<https://es.slideshare.net/AlexiaRangel/teoria-delbuque>: Història, parts del vaixell, propietats físiques (27 d'abril 2017)

<https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/se-gundo-corte/marco-teorico/principio-bernoulli/>: Física (16 de març 2017)

<https://sites.google.com/site/teixitsperunavela/fisica-de-la-navegacio/estabilitat-d-un-vaixell>: Física (10 de juliol 2017)

<https://sites.google.com/site/teixitsperunavela/principis-fisics-relacionats-amb-la-vela/efecte-bernoulli>: Física (5 de juliol 2017)

<https://www.americascup.com/>: Història (4 de juliol 2017)

https://www.ecured.cu/Junco_Chino: Història (8 d'agost 2017)

<https://www.laserinternational.org/>: Laser (6 de juny 2017)

<https://www.lasersailboat.com>: Laser (6 de juny 2017)

<https://www.todoababor.es/articulos/ev-vela.htm>: Història (28 de març 2017)

8.3. Fonts d'imatge

Figura 1. Caiuc del neolític propulsat per remes.	6
https://fineartamerica.com/art/paintings/dugout-canoe	
Figura 2. Embarcació de l'Antiga Grècia	6
http://femcienciessocials.blogspot.com.es/2015/02/el-mon-grec.html	
Figura 3. Nau militar egípcia de la dinastia de Ramsès III.	7
http://armament-history.blogspot.com.es/	
Figura 4. Trirrem romana amb una vela major i una civadera.	7
https://latunicadeneso.wordpress.com/tag/trirreme/	
Figura 5. Drakkar víking	8
http://quevuelenaltolodados.blogspot.com.es/2013/06/drakkar-el-barco-vikingo.html	
Figura 6. Jonc xinès.	8
https://sites.google.com/site/parusnoveselnyjflot/home/vidy-sudov/kitajskaa-dzonka-3	
Figura 7. Timó de codast d'una rèplica de navili de 80 canons exposada al Museu Marítim de Barcelona.	9
Imatge pròpia	
Figura 8. Rèplica d'una coca exposada al Museu Marítim de Barcelona.	10
Imatge pròpia	
Figura 9. Carraca amb tres màstils.	10
http://bravelegacygames.com/news/article/-ships-the-carrack	
Figura 10. La Niña. Caravel·la utilitzada per Cristòfol Colom per viatjar al Nou Món. .	11
http://www.recursostic.cl/test/soc5u1/#/pag/15	
Figura 11. Rèplica d'un galió espanyol. Presenta una vela civadera al bauprès, tres veles quadres al trinquet, tres veles quadres al pal major i, una vela llatina i una vela àurica al pal de messana.	11
https://www.super-hobby.es/products/Spanish-Galleon.html	
Figura 12. Clíper amb veles d'estai al bauprès i veles àuriques a cada costat de les veles del trinquet i les veles de la major.	13
http://lgwilliamchapman.ca/approaching-the-winter-solstice/	
Figura 13. <i>The Mary</i> , iot amb què navegava el rei Carles II d'Anglaterra i que va servir de model per a altres iots esportius.	14
http://www.chorleyhistorysociety.co.uk/nwsvws16/nwsvws1601.htm	
Figura 14. Copa de l'Amèrica, trofeu esportiu més antic.	15
https://ca.wikipedia.org/wiki/Copa_Am%C3%A8rica_de_vela	
Figura 15. Categoria de vela als Jocs Olímpics de Rio.	16
http://2015.trofeoprincesasofia.org/es/default/races/newsitem/text/joaquin-blanco-es/return/news/page/0	
Figura 16. Esquema de forces que intervenen en la flotabilitat.	17
Imatge pròpia	
Figura 17. Línies de corrent en l'aire mentre circula de manera regular sense cap obstacle.	19
Imatge pròpia	

Figura 18. Turbulències al buit degudes a la interrupció del moviment de les línies de corrent en topar amb un obstacle no aerodinàmic.	19
Imatge pròpia	
Figura 19. La força total resultant de les forces individuals del vent aplicada sobre el centre vàlic és el que produeix la propulsió de l'embarcació.	20
Material didàctic de la Federació Catalana de Vela	
Figura 20 La pressió de la cara de sobrevent empenyerà la vela cap a sotavent per tal d'omplir el buit que es forma produint així el desplaçament de l'embarcació.	20
SLEIGHT, Steve. <i>Manual completo de vela</i> . BLUME (Naturart). 1ª edició. Barcelona, 2011.	
Figura 21. La força resultant de la força total del vent i la força lateral de la deriva és la força propulsora de l'embarcació.	21
SLEIGHT, Steve. <i>Manual completo de vela</i> . BLUME (Naturart). 1ª edició. Barcelona, 2011.	
Figura 22. La força del vent empeny l'obra morta cap a sotavent i la força antideriva empeny l'obra viva cap a sobrevent.	22
Imatge pròpia	
Figura 23. Forces que produeixen els moments que alteren l'equilibri lateral amb el corresponent esquema de forces.	23
Imatge pròpia	
Figura 24. Embarcació tova i embarcació ardent.	24
http://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/11367/1%20-%20MEMORIA.pdf?sequence=1	
Figura 25. Tipus d'estabilitat transversal i esquema de forces que produeixen el moment.	25
https://es.slideshare.net/AlexiaRangel/teoria-delbuque	
Figura 26. Flota d'Optimist.	26
http://miradainformativa.com/2011/06/30/el-verano-en-riviera-nayarit-es-para-aprender-a-velear/	
Figura 27. Snipe exposat al Museu Marítim de Barcelona. Batejat com Toñete, aquest és el primer snipe construït a Espanya l'any 1934.	27
Imatge pròpia	
Figura 28. Embarcació Laser.	28
https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_(dinghy)	
Figura 29. Laser amb el primer disseny de vela, amb les sigles TGIF.	30
https://www.lasersailboat.com/history.php	
Figura 30. Parts del Laser.	31
https://www.yumpu.com/en/document/view/48670666/laser-exploded-diagrams	
Figura 31. Casc de Laser amb els seus components.	32
http://www.barcosdeocasion.net/Vender-Barco/embarcaciones/11062011063.jpg	
Figura 32. Esquema de les parts del casc.	33
Imatge pròpia	
Figura 33. Parts de la vela.	33
http://naaix.com/es/velas/772-vela-radial-plegada-c-bolsa.html	
Figura 34. Dibuix de les tres veles Laser on es pot apreciar la diferència de mida de cada una respecte el casc.	34
http://www.sailmarket.es/laser-laser.html	

Figura 35. Sistema de l'escota marcat de color groc.....	35
https://imagenes.cosasdebarcos.com/barcosOcasion/0/4/4/3/laser-performance-uk-barco-vela-ligera-laser-47-standard-178xxx-uk-68929060131753514967525350664569x.jpg	
Figura 36. Sistema de contra , cunningham i pujament.....	36
https://www.coastwatersports.co.uk/images/tables/Harken_Laser_Block_Diagram1.gif	
Figura 37. Rumbs respecte el vent, on veiem l'obertura de la vela en cada rumb. El sector marcat en gris correspon al sector no navegable ja que l'embarcació es troba proa al vent.....	37
Material didàctic de la Federació Catalana de Vela	
Figura 38. Navegació forçant amura amb la vela oberta més de 90° i l'orsa lleugerament aixecada.....	39
Imatge pròpia	
Figura 39. Esquema d'una virada per avant pas a pas.....	40
Material didàctic de la Federació Catalana de Vela	
Figura 40. Esquema d'una trabujada pas a pas.	41
Material didàctic de la Federació Catalana de Vela	

ANNEXOS

Annex I: Taula de planificació del treball de camp

Taula de planificació inicial del treball de camp

VENT FLUIX

VENT MODERAT

VENT FORT

Contra	Pes	Cunningham	Escora	Contra	Pes	Cunningham	Escora	Contra	Pes	Cunningham	Escora							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
			2				2				2							
			3				3				3							
		2	2			1	1			2	2	1	1	2	2	1		
						2	2					2						
						3	3					3						
		3	3			3	1			3	3	3	1	3	3	3	1	
							2						2				2	
							3						3				3	
	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1						
				2				2				2						
				3				3				3						
			2	2			2	1			2	2	2	1	2	2	2	1
								2						2				2
								3						3				3
			3	3			3	1			3	3	3	1	3	3	3	1
								2						2				2
								3						3				3
2		1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1						
				2				2				2						
				3				3				3						
			2	2			2	1			2	2	2	1	2	2	2	1
								2						2				2
								3						3				3
			3	3			3	1			3	3	3	1	3	3	3	1
								2						2				2
								3						3				3

3	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1									
			2				2													
			3				3													
		2	2			1	1			2	2	1	2	3	1	2	1			
							2					2								
							3					3								
			3			3	1				1	3		2	1	3	3	1	2	1
											2				2					
											3				3					
	1				1	1	1		1		2			1	1		3	1	2	1
							2							2						
							3							3						
		2			2	1	1			2	2		1	2			3	1	2	1
							2						2							
							3						3							
			3		3	1	1				3	2	1			3	3	1	2	1
							2						2							
							3						3							
	Total				81		81		81											
	x5 repeticions				405		405		405											
	TOTAL														1215					

Taula de planificació final del treball de camp

Contra	Pes	Cunningham	Escora
1	1	1	1
			2
			3
		2	1
			2
			3
		3	1
			2
			3
	2	1	1
			2
			3
		2	1
			2
			3
		3	1
			2
			3
	3	1	1
			2
			3
		2	1
			2
			3
		3	1
			2
			3
2	1	1	1
			2
			3
		2	1
			2
			3
		3	1
			2
			3
	2	1	1
			2
			3
		2	1
			2
			3
		3	1
			2
			3
	3	1	1
			2
			3
		2	1
			2
			3
		3	1
			2
			3

3	1	1	1
			2
			3
		2	1
			2
			3
	3	1	
		2	
		3	
	2	1	1
			2
			3
		2	1
			2
			3
	3	1	1
			2
			3
2		1	
		2	
		3	
3	1		
	2		
	3		

Total	81
x3 repeticions	243

Annex II: Entrevista a Sara López Ravetllat i Bàrbara Cornudella Ravetllat

La Sara López Ravetllat i la Bàrbara Cornudella Ravetllat són dues cosines d'El Balís. Tenen 24 anys i són familiars del fundador del Club Nàutic El Balís, de Sant Andreu de Llavaneres. Actualment, són regatistes olímpiques de la classe 470. Han participat en els Jocs Olímpics de Rio i s'estan preparant per poder participar en els Jocs de Tòquio.

Em vaig proposar entrevistar algun membre de la família Cornudella per poder veure l'esperit de passió per la vela que té tota la família (des de la fundació del club, tots els membres d'aquesta han estat lligats a la pràctica d'aquest esport). Vaig aconseguir contactar amb la Sara i la Bàrbara i em van concedir una entrevista que vam realitzar al BISC (Barcelona International Sailing Center), on elles entrenen actualment.



Figura I. Sara López, Anna Masmartí i Bàrbara Cornudella, al BISC, al Port del Fòrum.

A continuació, adjunto la transcripció de l'entrevista.

Vida personal

1. A què us dediqueu? Esteu estudiant?

Bàrbara: Jo he acabat disseny industrial i ara estic en una empresa d'aromatització de la meva mare treballant a temps parcial.

Sara: Jo estic estudiant arquitectura. Algun dia acabaré perquè estudiar i navegar és una mica complicat. Totes dues hem hagut de deixar d'estudiar en algun moment o anar a un altre ritme.

2. Així doncs, és difícil compaginar la vela i els estudis?

B: Sí. Sobretot l'últim any, l'any abans dels jocs. No ho vam deixar però vam haver de fer menys matèries. Jo en vaig fer 1.

S: Jo em vaig matricular de 2 però en vaig aprovar 1. A 1r de carrera, estàvem amb 420 i, a final de curs, vam canviar a 470. Combinar el 420 amb la carrera era fàcil. Quan vam començar amb 470, els entrenaments eren entre setmana i el nostre rendiment acadèmic va baixar. Cada any fèiem menys matèries. Vam fer un parèntesi i vam prioritzar la vela. Aquest any ens hi hem posat. Ella ha acabat i jo m'he tret tot 4t. La carrera s'ha allargat. Ara començarà el 8è any d'universitat.

3. Com ha afectat el ritme que porteu a la vostra vida personal?

B: A mi no gaire.

S: És ella la que sempre ha tingut parella.

B: No és que et passis un any fora: vas i vénis. Sempre tornes a contactar amb tot. Jo no tinc sensació d'haver-me perdut res. Més aviat penso que he guanyat coses que no tindria però, si ho preguntes a la meva mare, et dirà que he sacrificat moltes coses. Jo no sé si he sacrificat coses però m'ho he agafat d'una altra manera.

S: Tu veus que tens una vida diferent dels altres. Viatges molt més que els altres, has conegut més món... I això es nota. Però també és veritat que segueixes tenint els teus amics aquí i encara que els vegis poc, continuaran aquí quan tornis.

B: A més, ara no és només l'esport. Hi ha molta gent que està fora amb Erasmus... El fet de marxar està més normalitzat.

S: Hi ha gent que ho veu com un sacrifici, però no és així perquè estàs fent allò que t'agrada. Simplement, tenim una vida diferent dels altres, ni millor ni pitjor.

Trajectòria

4. Quan vau començar a navegar, què va ser el que us va motivar?

B: No ens va motivar res. Ens hi van obligar. Vam començar al Balís quan teníem 5 anys. Les nostres famílies navegaven i ens van obligar a començar. Som cosines i les nostres mares navegaven juntes. No ens agradava però a quin nen de 5 anys li agrada navegar amb Optimist a l'hivern i quan fa fred? Al cap dels anys ens vam enganxar, sobretot quan teníem un grup d'amics que navegaven. Això va ser quan teníem 9 o 10 anys i ja no ho hem deixat des de llavors.

5. Vau començar amb Optimist?

S: Sí. Després, als 15 anys, vam passar, juntes, al 420. Aquest estiu fa 10 anys que naveguem juntes. Sempre hem navegat juntes.

6. Us va costar el canvi de l'Optimist al 420?

B: Uf. Al principi és molt fàcil i molt divertit però, al final, el canvi va ser brutal. Només et diré que el pes ideal pel 420 són 120 kg entre les dues. Quan vam fer el canvi al 420, jo pesava 40-45 kg i ella pesava 55-60 kg. Anàvem apuradíssimes.

S: En el 420, mai vam arribar al pes que tocava. Sempre estàvem entre 100 i 110 kg. Per això, ens vam passar un any bolcant. Fins que no entens la tècnica no comences a remuntar.

B: No ens van deixar anar de regata fins molt tard. A la primera regata, va venir el meu pare amb la llanxa perquè l'entrenador va dir que no es podia fer càrrec de nosaltres. No volia estar per nosaltres i, durant la regata, el meu pare va estar desbolcant l'embarcació tot el dia. Era el Campionat d'Espanya de l'Arenal.

S: Era fort que la primera regata que féssim fos el Campionat d'Espanya...

B: Això que dèiem del pes, és el mateix que ens va passar quan vam passar de 420 a 470. No teníem ni pes de 420 i per navegar amb 470 el pes havia de ser superior.

S: Sempre hem estat per sota del pes indicat. Hem hagut d'anar guanyant una mica de pes però sempre hem continuat estant per sota.

7. Com us vau adaptar d'una embarcació a l'altra?

B: Vam passar de guanyar molt, anar a moltes competicions i tenir un bon grup d'amics a estar soles aquí al Fòrum. Havíem de sortir soles a navegar i era avorrit. No tenies ni ganes de navegar. A més a més, quedàvem últimes a les regates. Últimes vol dir últimes. Va ser una bona patacada. Ens vam haver de posar les piles.

S: Pel que fa al vaixell, el 470 és l'evolució del 420. El sabíem portar però la primera vegada que vam navegar amb un 470 el meu germà ens va haver de donar indicacions. Durant força temps vam anar confoses.

B: Sí, i tant. Vèiem el vaixell *super* llarg. El canvi és més fàcil per al tripulant que per al patró. De fet, jo feia el mateix. Només se m'afegia el barber: són uns caps de l'espi que amb el 420 no tens i amb el 470 sí.

S: Anàvem més liades perquè jo no arribava a temps a fer les coses, però no perquè fos més complicat.

B: Era més complicada la seva feina. En el 420, la seva feina era més simple. En el 470, tot es complicava més. Vam trigar a no veure el vaixell més llarg del compte i vam tardar a adaptar-nos.

8. Ser dues a bord, com és?

B: És millor que ser un, des del meu punt de vista.

S: Sí, tens els teus moments bons i els teus moments dolents.

B: Tot té els seus pros i contres però reparteixes responsabilitats al 50%.

S: Si tens un mal dia, o has tingut una mala regata, pots comptar amb l'altra perquè t'estiri. Sempre tens un punt de recolzament.

B: També ho pot fer l'entrenador.

S: I a l'hora de pujar al podi, no pugues sol; pugues acompanyat.

9. Com ho feu a l'hora de prendre decisions? En una regata, qui decideix si vireu o no?

S: Ens agrada que ens facis aquesta pregunta perquè sempre hem pensat que els vaixells del nostre costat, quan estem en una regata, deuen pensar 'i aquestes dues per què no callen?'.

B: Parlàvem molt de la regata...'podríem fer això'...'podríem fer allò'. Parlàvem de la regata però no callàvem.

S: En la '*old fashioned way*', el patró ho decidia tot i el tripulant seguia. El tripulant informava de la posició de les altres embarcacions, dels possibles *roles*. Ara ja no es fa així. Nosaltres, en el 420, compartíem les decisions. Era una mica caos perquè sempre estàvem parlant. Ara estem intentant portar-ho diferent.

B: Exacte, ara estem intentant fer-ho de manera més professional. Fins ara, havia estat un caos. Sobretot quan estàvem nervioses.

S: Encara és una mica caos però abans ho era mot més.

10. Com us afecta a l'hora de navegar el fet que sigueu família?

B: És un plus perquè el nostre punt fort sempre ha estat que ens compenetrem molt bé. Ens coneixem des de sempre i la relació és com més fàcil.

S: La gent dura 2 o 3 anys màxim; una campanya, i canvien. Estàs 24 hores amb l'altra persona. No només a l'aigua; comparteixes habitació.... És gaire bé com un matrimoni o més.

B: És pitjor que un matrimoni. Has d'arribar a un nivell de compenetració alt, sinó és quan les coses no funcionen.

S: Si no t'entens, és impossible.

B: Nosaltres sempre hem tingut la virtut, suposo, que ens enfadem però als dos minuts tirem.

S: Sí, sabem tirar encara que continuem enfadades. I si una fa un moviment, l'altra ja sap el que vol.

B: Compenetració, bàsicament. Els nois que van guanyar la medalla d'or a Rio portaven 10 o 15 anys navegant junts. Però passa poques vegades que

hi hagi gent que porti tants anys junts. Normalment la gent aguanta una campanya.

11. Llavors, suposo que per buscar una altra persona també has de buscar que us compenetreu?

B: Clar, clar.

S: Sí, és complicat però hi ha gent que s'ho pren com una feina. Vaig a treballar; estic una estona amb aquesta persona, després vaig a casa meva; tu vas amb aquests amics, jo vaig amb aquells... És una altra manera de fer.

12. Quan vau començar a competir?

S: Als 5 - 6 anys, quan ens van deixar competir.

B: No sé, als 6 o 7, potser.

13. Ho vau decidir vosaltres?

S: No, no, què va. Al club, hi havia tota la flota d'optimist i el club ens apuntava a les diferents regates.

B: I també els nostres germans navegaven, anaven a les regates i nosaltres també.

S: Anàvem allà i ens deixaven fer encara que no n'acabàvem ni una.

B: Sí, les èpoques aquelles de 'avui he acabat les dues regates del dia!!!'.

14. Quan vau deixar d'entrenar al Balís?

S: Quan vam passar al 470 perquè al Balís no hi ha flota. A més a més, estàvem estudiant a Barcelona i entrenàvem entre setmana. Anant i venint perdíem molt de temps i a Barcelona hi entrenava la gent de la Federació.

15. Quan vau començar amb el 470?

B: El desembre de 2011. La primera regata que vam fer va ser la Christmas Race i bolcàvem a tot arreu. Hi havia la Júlia i l'Alba amb un espi que no sabien inflar, amb la Marina Gallego d'entrenadora.

16. Sempre heu navegat fent el mateix rol dins l'embarcació? La mateixa fent de tripulant i la mateixa fent de patró?

S: Sí, sempre hem fet el mateix. Pensa que quan vam passar al 420, teníem 15 anys. La Bàrbara era molt petitona i encara ho és. Ara potser ens podríem plantejar fer un canvi però no canviaríem.

17. De totes les competicions que heu fet, des de que vau començar fins ara, quines són les que us han marcat més?

S: Els jocs?

B: Argentina.

S: Sí, el febrer de 2016, a Argentina, vam fer el Mundial. Vam fer la 1a regata classificatòria per entrar als Jocs. Lluitàvem amb les espanyoles. Espanya ja tenia la plaça per anar als jocs i havíem de decidir quines hi anaven perquè només hi va un equip en vela. Es feien dues regates i feien la mitjana dels resultats de les dues i ens va anar molt bé.

B: Va ser tot, el campionat, el lloc on estàvem, l'ambient... Va ser ideal.

S: El segon campionat va ser un desastre. Tu estaves amb pneumònia. Va ser una agonia. Aquest podríem dir que ens ha marcat negativament, tot i que ens vam classificar.

Etapa olímpica

18. El fet de tenir gent al darrera, us fa sentir pressió?

B: Tampoc és que tinguem tanta gent. La pressió la posen els teus contrincants i tu mateix. La gent que hi ha al darrera, normalment, et recolza tant si ho fas bé com si ho fas malament. No hem notat diferència entre abans i ara. Potser la diferència ara és que tenim recolzament econòmic.

19. Ara teniu *sponsors*?

S: Dos anys abans dels jocs vam trobar la Fundació Damm com a *sponsor* però ara és més fàcil.

20. Qui és el vostre entrenador?

B: Ara ens entrena en Gustavo Martínez Doreste, de Canàries. És l'entrenador que ens facilita la Federació. El tema dels entrenadors és una mica complicat. No pots triar l'entrenador que vols. Si entrenes amb la Federació, ells decideixen qui és el teu entrenador. La campanya anterior, que no teníem equip format, podíem triar entrenador.

21. Creieu que el mètode de l'entrenador influeix en la motivació per navegar?

S: Molt. És una de les persones més claus. S'ha de poder triar perquè és una persona amb qui has de tenir la màxima confiança. També cal tenir els papers clars i saber qui mana. Quan diguem confiança, volem dir que ell t'ha de conèixer bé i saber què dir-te en cada moment. Al final, acaba sent un joc psicològic. En el nivell que estem, tothom sap navegar. Sempre et pot indicar el que has fet bé o malament però el més important és que t'ha de saber portar molt bé psicològicament. Per això, cal molta compenetració amb l'entrenador.

22. Què en penseu del fet que us vagin canviant l'entrenador?

B: Ho odiem, però també va bé perquè veus diferents maneres de fer i agafes el que més t'interessa de cada un. És bo tenir sempre algú de confiança o de referència per seguir un camí.

Anna: Això en Cape també m'ho diu molt a mi.

S: Segur, ell també va ser el nostre entrenador. Ens entrenava quan fèiem Optimist, al Balís.

23. El fet que sigueu regatistes olímpiques, com ho viuen a casa vostra?

B: Ara ja s'ho comencen a creure, però fins ara no s'ho creien. Semblava que no podia ser. Ni nosaltres, ens ho acabàvem de creure. Però et vas fent a la idea. Quan vam començar el 2012, que just acabava Londres, el nostre objectiu no era matxacar-nos per arribar a Rio. Anàvem fent i, dos anys abans, vam veure que era possible i, llavors, et vas acostumant.

S: Discrepo totalment. Sempre havíem tingut l'objectiu d'anar als jocs però el 2012 era molt impossible. Vam quedar últimes al Mundial.

B: Això sí, però vam fer molt per aconseguir anar als jocs. Vam estar pagant un entrenador personal per tal que ens apretés; vam anar a totes les regates; vam fer circuit; vam deixar d'estudiar perquè no ho podíem compaginar... Ens ho vam *currar*.

S: Era molt difícil, però quan vas entrant en el circuit, te'n vas fent a la idea. Quan hi ha regates que et van bé o guanyes algú que ha estat en els jocs anteriors, penses 'potser no sóc tan dolent'.

B: Vas veient que vas a regates i que comparteixes esplanada amb un que ha guanyat dues medalles d'or. Al principi, te'l mires de lluny però després veus que és una persona normal com tu.

S: Quan ens vam classificar pels jocs, no ens ho crèiem ni nosaltres.

B: Tenir un entrenador al darrera que confia en tu i et diu 'segur que aniràs als jocs' ajuda molt.

S: Quan vam conèixer aquest entrenador, el 2014, després de la primera regata que vam fer ens va dir 'vosaltres anireu als jocs'. No el coneixíem gaire. Era canadenc i ens vam quedar ben sorpreses pensant 'què diu aquest'. Des de llavors, no va parar de dir-ho i, al final, ha estat així. També és important confiar en tu mateix.

24. A nivell olímpic, com entreneu?

B: Hi ha molt per aprendre de nou. Un cop estàs de regates, és més la psicologia que et pot aportar l'entrenador que el que pots aprendre. Entrenes maniobres, tècnica, tàctica... Ara ens estem posant més en la part física.

S: S'entrena més intensament. Abans teníem un entrenador per 12 embarcacions i ara tenim un entrenador només per nosaltres.

B: Jo crec que la diferència és que ara tenim molta més disciplina, una planificació molt marcada d'entrenament físic; tenim un psicòleg esportiu, una dieta controlada... No és només l'entrenament a l'aigua sinó tota la preparació i planificació de cada dia. No és només el cap de setmana. Encara que no faci vent, entrenes igualment. Fas físic, mutes l'embarcació... Amb 420 només entrenàvem els caps de setmana. I

potser abans d'un campionat d'Espanya havíem entrenat alguna vegada entre setmana, però no era habitual.

S: Algunes regates les utilitzem per entrenar i el resultat no importa. Les regates importants les preparem més: anem al lloc un mes abans i preparem la regata coneixent el lloc. A Rio vam estar 3 mesos abans allà per fer-nos el lloc nostre. En vela, el més important és adaptar-te bé al lloc. Els entrenaments han canviat perquè no perdem el temps a l'aigua perquè l'entrenador s'hagi de repartir amb els altres companys. Abans entrenàvem 5 hores i n'aprofitàvem 3. Ara fem entrenament de 3 hores i no pares en tota l'estona. Les sessions són molt dinàmiques. Quan no estem en competició, practiquem maniobres. Quan s'acosta una competició treballem més la conducció i el trimatge de veles. Ara els entrenaments són molt més específics. Abans entrenaves més en global i ara podem centrar-nos en un sol aspecte a cada sessió. Per exemple, si fallem en un aspecte, el treballem molt abans d'una regata.

B: A Grècia, vam estar 3 setmanes abans fent sortides i popes. Fèiem regates curtes per practicar l'estratègia, que és el que ens havia fallat a les regates anteriors. Necessitàvem controlar més la posició i la flota.

25. Quins plans de futur teniu?

B: Els Jocs de Tòquio. L'objectiu és arribar-hi i, un cop allà, estaria bé guanyar una medalla. Estem entrenant per això. Pot ser que no ens classifiquem però això no ho sabrem fins al final.

26. I després de Tòquio?

S: Després de Tòquio, no ho sabem. Jo tinc pensat acabar la carrera.

B: Després de Rio, volíem deixar la competició, però la situació ha canviat. L'any 2015-16 va ser molt dur. Vam estar molts mesos fora de casa, entrenant a fons i quan vam acabar els jocs vam dir que ho deixàvem. Els jocs van ser molt intensos i havíem complert el nostre objectiu. Era un bon moment per deixar-ho i, a més a més, estàvem molt cansades.

S: Diuen que normalment passa així. Però quan estàvem a la cerimònia de clausura, 5 dies després d'haver acabat, vam començar a pensar en Tòquio.

B: Tornant de Rio, vam estar 3 mesos sense navegar, cosa que no havíem fet mai. Llavors, ens hi vam tornar a posar amb l'objectiu de guanyar una beca per anar al mundial. I ens hem adonat que continuarem fins a Tòquio, si aconseguim anar-hi.

27. Us plantejàveu deixar de navegar per sempre?

S: No , només amb 470. Per sempre no perquè la vela és un estil de vida. La vela enganxa. Ho vols deixar però no pots. Volíem dir deixar la vela olímpica.

Motivació

28. Per què navegueu?

B: Perquè és la meva vida.

S: Perquè ens ve de família.

B: Naveguem perquè ens ve de família, però per què seguim navegant...?

S: Perquè és un estil de vida. Tota la meva família navega, el meus pares, els meus cosins, els meus tiets...

29. Però us influeix que la vostra família navegui?

S: I tant!

B: Tots tenen vaixell. Arribes a casa i pots explicar la regata. Ho pots compartir millor que amb els amics perquè ells no saben què vol dir fer una regata, competir...El fet de poder-ho explicar ens uneix més.

30. Si la vostra família no navegués, creieu que ara estaríeu navegant?

B: No, segur que no.

S: Fem viatges navegant amb ells. Fem regates amb ells... Acabem d'arribar de vacances. Hem estat tots junts en un creueret a Eivissa.

B: A casa nostra tot és vela. No es parla de res més que no sigui vela.

S: Estem sempre pendents de la vela. Ara estic aprenent a fer Kite i el meu pare també. La meva germana ha començat a navegar amb un altre vaixell...

B: Tothom està fent coses. El meu germà és entrenador d'optimist. El meu germà petit estava amb 420 fins fa poc.

S: Seguim navegant perquè ara és el nostre món.

B: A vegades estem a la uni i pensem 'què estem fent aquí?'

31. Què us motiva a continuar navegant?

Fins ara, ha estat bastant dur. Ho fèiem perquè ens agradava. Era bastant car i ens ho pagaven els pares però ho fèiem com a hobby. Aquest any hem començat a rebre ajudes i ara és com una feina. Haver pogut participar en uns jocs olímpics i veure que podem fer alguna cosa més que participar en els següents també hi ha influït. Acaba enganxant. Sobretot, fer la campanya t'acaba enganxant. Encara que sigui molt dur i passis moments molt crítics, ho vols tornar a fer i no saps ben bé per què.

32. Abans m'heu dit que navegàveu com per obligació, quan va canviar la cosa?

B: Quan fas amics i veus que tot l'ambient és el que vols. Com que el grup d'amics era allà, ja tenies ganes d'anar al Balís, encara que no fos per navegar.

S: I després no volies sortir de l'aigua i ja estaves amb els d'allà i era l'ambient...

B: L'ambient és el que fa que t'enganxis.

33. Creieu que cal guanyar per tal que una regata sigui exitosa?

B: No.

S: Cal complir els teus objectius o quedar-te satisfeta amb el resultat que has fet. No sempre vas a guanyar i no sempre tens la possibilitat d'anar a guanyar.

B: Si no compleixes cap dels teus objectius, no pot ser exitosa, però si t'ho passes bé...

S: Pots aprendre coses encara que no guanyis, però acabes amb un sentiment una mica....

B: Quan parlem d'objectius, no té perquè voler dir els resultats. Pots plantejar-te aprendre a fer això o allò.

34. I si no compleixes els objectius que et proposes, però en compleixes uns altres que no t'havies plantejat?

B: Si compensen, perfecte.

S: A veure, poques vegades hem sortit d'una regata dient 'això és un desastre'.

B: Algunes si eh!!!

S: Per resultats sí, però sempre hi ha alguna cosa positiva a treure.

35. Quan esteu navegant, com us sentiu?

S: Vaja pregunta. Aquesta és difícil. Quan fa temps que no naveguem i sortim a mar ens sentim satisfetes. Però quan portes molts dies seguits, no és tan idíl·lic. A final de temporada, n'estàs cansat.

B: Jo, aquesta temporada, no he tingut aquesta sensació. Per exemple, el mundial va anar molt bé.

S: Navegant ens sentim bé. Recordo un dia, aquí, al Fòrum, que vam sortir a navegar per passejar, sense entrenar i ens vam sentir molt bé. Ens ho vam passar molt bé.

B: Quan fa temps que no surts, la sensació és brutal.

S: Quan estàs de regata, el que sents és tensió, nervis, motivació per fer-ho bé. Tens més adrenalina.

36. Aquestes sensacions són diferents de quan vau començar?

B: No. Jo crec que tenim la mateixa sensació; amb més intensitat o menys, però la sensació és la mateixa.

S: Jo he de dir que amb Optimist jo era molt immadura i era igual si guanyava o no. Però si comparem 420 amb 470, la sensació no ha canviat.

37. Des de que vau començar fins ara, ha canviat la vostra visió de la vela?

B: Sí. Quan vam començar a competir, als 12 anys, la vela era un hobby per compartir amb els amics, tot i que tenies ganes de guanyar. No era l'objectiu únic. Ara és professional. Tens una pressió al darrera de caire econòmic. Has d'aconseguir un bon *sponsor*.

S: També compta la satisfacció personal de guanyar o fer-ho bé en una competició important. En les regates petites, la satisfacció personal és haver après.

B: L'any passat, que era l'any després dels jocs, el vam plantejar per anar al mundial. Ho havíem de fer bé perquè podíem guanyar una beca del govern. Ara ja no navegues amb el grup d'amics. L'ambient és professional i els resultats són molt importants. Tothom està concentrat en la seva feina.

38. Què destacaríeu de la vela com a factor per decidir-se a practicar l'esport?

S: Et dona molts valors per la vida: treball en equip, sacrifici i aventura, esport, competició.

B: Crec que quan navegues has de ser molt independent, saber solucionar els problemes tu sol perquè si et passa alguna cosa t'has d'espavilar.

S: Sobretot en els desplaçaments. Si anem totes dues soles a una competició i se'ns trenca una roda, hem de saber què fer. A l'edat que tens tu, encara no perquè vas amb els pares i ja passen ells al davant. Passen coses i tots els que naveguen saben trobar solucions.

B: També t'has d'espavilar per trobar quins sistemes funcionen millor i innovar amb el material. Has de tenir coneixements de física i aprendre com funcionen les veles, els foils, el centre vèlic, el centre de deriva... La vela és tot física. Si no tens coneixements de física, ho acabes aprenent amb la pràctica i t'ho van ensenyant poc a poc. Acabes entenent els conceptes físics quan els apliques navegant. La vela és més que un esport. És un dels més complexos i et dona moltes coses.

S: La competició et dona a conèixer molt de món.

B: Una regata no és com un partit de futbol que dura dues hores i te'n vas. Una regata pot durar tot el dia. Has de passar molt més temps en els llocs, coneixes les ciutats i molta gent. Els campionats són llargs i t'has de saber planificar bé, fer sacrificis pensant en el que et convé abans d'una regata. Valorar si et convé sortir de festa o no.

39. Com ho faríeu per engrescar els nens a navegar? Us ho pregunto perquè estic fent de monitora de vela.

B: Ostres. A mi, això se'm dóna malament.

S: Primer de tot, han de tenir clar que és un esport i que s'ha de disfrutar. També s'ha d'incentivar l'aventura. Poden passar coses al mar. Un dia bolques o passa qualsevol cosa...

B: Així no els ajudes.

S: Sí. Potser bolcar no és un bon exemple però poden veure diferents tipus de peixos (peixos lluna, dofins...). La vela no és només competició. Et dóna el sentiment d'aventura.

B: Jo crec que la vela fa que coneguis moltíssima gent, sobretot si estàs competint. Vius l'ambient de club. Tens els companys de la flota amb qui navegues. Necessites un equip per poder tirar endavant. No ho pots fer tot sol.

S: Així no ajudes a un nen. Un nen no ho veu fins que és més gran. Així no aconseguiràs que cap nen navegui amb tu. El més important és aconseguir que s'ho passin bé.

B: De fet, t'ho has de passar bé sempre. Nosaltres ens ho passem bé. Si no t'ho passes bé, no evoluciones. També necessites gent al teu voltant que faci el mateix que tu i gent que et motivi.

S: Nosaltres no hem fet mai d'entrenadores. Realment no en tenim ni idea. El meu germà és entrenador però els agafa quan ja competeixen amb optimist. No fa iniciació. Nosaltres no hem viscut mai la part lúdica de la vela.

B: Quan vam començar, al Balís, no hi havia escola de vela. Els Mas van formar un grup per navegar i estava enfocat a competició. Els nostres germans van començar a navegar amb ells i nosaltres també. Però no era una escola de vela, com es fa ara. Als estius hem estat en campus però només enfocats a la competició. Ens agradava molt que ens deixessin estones lliures tant a l'aigua com a terra. Crec que als nens els agrada tenir temps per fer el que vulguin i passar-ho bé.

S: I també passar-t'ho bé amb els entrenadors. Per nosaltres els entrenadors eren un més, sobretot quan fèiem 420. També ens posaven límits i havíem d'assumir les conseqüències si volíem sortir de festa.

40. Quina recomanació faríeu a algú que comença a navegar?

B: Que s'ho passi bé. S'ha de trobar el que fa que t'enganxis la vela. Fer un grup d'amics. Sobretot, fer regates és molt important perquè coneixes gent i t'ho passes molt bé. La gent de vela és molt oberta. No cal guanyar regates per passar-t'ho bé.

Anècdotes

41. La vela pot resultar un esport dur. Alguna vegada heu passat por al mar?

S: Segur. T'explicarem una anècdota de fa poques setmanes. Segur que no tornarà a passar mai més. Vam anar a Eivissa amb un creuer de la família. És un creuer d'uns 35 peus, que són 10 metres i escaig, i que té uns 30 anys. Estàvem a Formentera i hi havia previsió de mal temps. Hi havia una tempesta que venia de nord. Vam decidir arrecerar-nos en una cala. Estàvem ancorats a la sorra i vam treure tot el que podia volar amb el vent. Res que no haguéssim fet abans amb altres tempestes. Hi havia previsió de 30-35 nusos i tant nosaltres com els altres vaixells que hi havia a la cala estàvem preparats. Quan va entrar, va resultar ser un tornado. Ara t'ensenyem el vídeo. Jo no he passat més por en la meua vida. Ens van entrar 70 nusos de cop, que són gairebé 200 km/h. Onze vaixells van anar a parar a les roques. Hi havia gent a l'aigua i gent cridant. No veies res més enllà d'1 metre. Va ser horrorós, un infern. Encara em costa parlar-ne. La gent que estava a terra i intentava anar amb les llanxes auxiliars fins als vaixells no podien arribar.

B: Tothom que navega ha tingut algun ensurt, però no tan *heavy* com això. Jo no havia vist mai una cosa així. Hi ha tempestes imprevisibles però si hi ha previsió de mal temps, poden passar aquestes coses.

S: També pots passar por quan els comitès de les regates no en saben i et fan anar a l'aigua. Això ens va passar a Rio. Hi havia dos camps de regata. Un estava dins de la badia i l'altre a fora. Per anar de dins a fora, tardaves una hora remolcat. Estàvem a dins de la badia i no hi havia gens de vent. Llavors, van decidir fer-nos anar al camp de fora. Quan acabessin la regata dels 49er, faríem la nostra. Hi havia previsió de mal temps. Just quan

van acabar els 49r, van entrar 40 nusos de cop i de la direcció oposada a la que tocava. Tot i que en els jocs hi ha tots els experts, es van trencar 17 pals i veles. Van bolcar molts vaixells... Va ser un caos. I tot perquè el comitè no va estar atent a la previsió de mal temps. Com que el temps és imprevisible, van pensar que tenien temps de fer una regata més abans que entrés el vent.

B: Normalment, això passa quan estàs en una regata perquè si no hi estàs, ja no surts.

S: Quan estàs en una regata, et fan sortir. També ens va passar a Garda, al mundial de 420. Allà es formen tempestes importants. Adrenalina a *tope*, però va ser divertit. Si no et passa res, pot ser divertit i tot.

B: Amb 420 i 470 no hem passat mai por. Pot passar que si algú bolca i li entra pànic perquè no pot desbolcar pugui passar por. Però això no és habitual i sempre hi ha una solució. Evidentment, s'han de prendre precaucions. No pots sortir a navegar sol si fa mal temps. Has de ser prudent i ser conscient del teu nivell i habilitats.

S: Una vegada que no feia gaire vent, unes amigues van venir a navegar amb nosaltres i van xocar contra l'espigó d'El Balís. Nosaltres no vam passar por però elles en van passar molta. El vaixell va quedar empotrat a les roques i destrossat. Elles van sortir caminant. L'espí es va enganxar per sota del vaixell i no el van poder controlar.

Annex III: Anàlisi dels vídeos de les virades

A continuació, exposo una taula amb les dades de cada una de les combinacions que he comparat en la part pràctica.

Combinació	Increment de velocitat	Temps	Nusos
1111	-1,556	3,250	9,000
1112	-1,372	7,339	10,667
1113	-1,208	6,737	8,667
1121	-1,227	6,279	12,500
1122	-0,569	5,871	8,667
1123	-0,651	5,960	4,667
1131	-0,604	5,917	7,667
1132	-0,158	6,760	4,000
1133	-0,256	12,157	2,333
1211	-0,730	7,607	9,000
1212	-0,783	5,307	8,500
1213	-0,816	6,713	6,000
1221	-0,341	8,017	6,667
1222	-0,669	6,997	5,333
1223	-0,512	7,567	5,000
1231	-0,433	7,920	5,667
1232	-0,421	9,600	5,000
1233	-0,522	7,693	4,333
1311	-0,085	8,750	13,000
1312	0,029	7,343	12,667
1313	-0,236	6,683	14,667
1321	-0,377	7,963	10,667
1322	-0,168	7,177	9,667
1323	-0,136	7,157	13,333
1331	-0,147	7,053	11,333
1332	0,282	7,562	15,667
1333	0,219	7,907	8,667
2111	-0,233	8,477	10,000
2112	-0,283	7,650	10,000
2113	0,199	5,947	12,333
2121	-0,505	5,293	12,667
2122	-0,202	6,327	11,000
2123	-0,206	4,770	11,667
2131	-0,537	4,530	10,000
2132	-0,115	4,447	9,000
2133	0,015	3,950	9,000
2211	0,027	5,407	9,667
2212	-0,360	5,323	7,667
2213	0,270	4,813	7,667
2221	-0,427	4,293	9,500
2222	-0,196	4,060	9,333
2223	-0,263	5,653	9,333
2231	-0,020	3,830	11,167
2232	-0,142	4,083	10,000
2233	0,121	4,492	10,333
2311	0,270	5,192	10,667

2312	0,007	4,817	11,000
2313	0,517	4,873	11,000
2321	0,409	5,377	10,667
2322	-0,203	3,890	10,500
2323	1,175	5,995	10,500
2331	-0,576	6,317	9,833
2332	-0,208	7,220	9,000
2333	0,236	8,477	9,167
3111	-0,178	6,183	8,667
3112	-0,047	4,773	8,667
3113	-0,205	6,860	7,667
3121	0,327	9,593	6,000
3122	0,112	8,860	5,667
3123	-0,368	7,970	5,667
3131	0,023	13,233	5,333
3132	-0,107	12,057	5,000
3133	0,009	6,070	5,333
3211	-0,621	10,807	7,333
3212	0,131	6,807	8,000
3213	-0,091	7,410	7,667
3221	-0,387	6,277	7,667
3222	0,231	8,773	8,333
3223	-0,053	13,260	7,667
3231	-0,307	15,893	5,667
3232	0,108	11,320	5,000
3233	-0,626	10,522	7,000
3311	-0,596	3,440	7,667
3312	-0,199	9,057	8,667
3313	-0,834	3,893	9,000
3321	-0,609	5,213	7,333
3322	-0,867	3,740	7,000
3323	-0,421	11,800	8,667
3331	-0,105	7,484	6,333
3332	-0,135	20,773	5,667
3333	-0,129	18,787	4,000

Les dades d'aquesta taula corresponen a la mitjana estadística de les dades de les tres repeticions de cada una de les combinacions. Totes aquestes dades han estat extretes dels gràfics obtinguts a partir del tractament dels vídeos amb el programa informàtic *Tracker*. Seguidament, es poden veure les gràfiques de les tres repeticions realitzades de la combinació que hem determinat com la posició òptima, tal i com he explicat al treball.

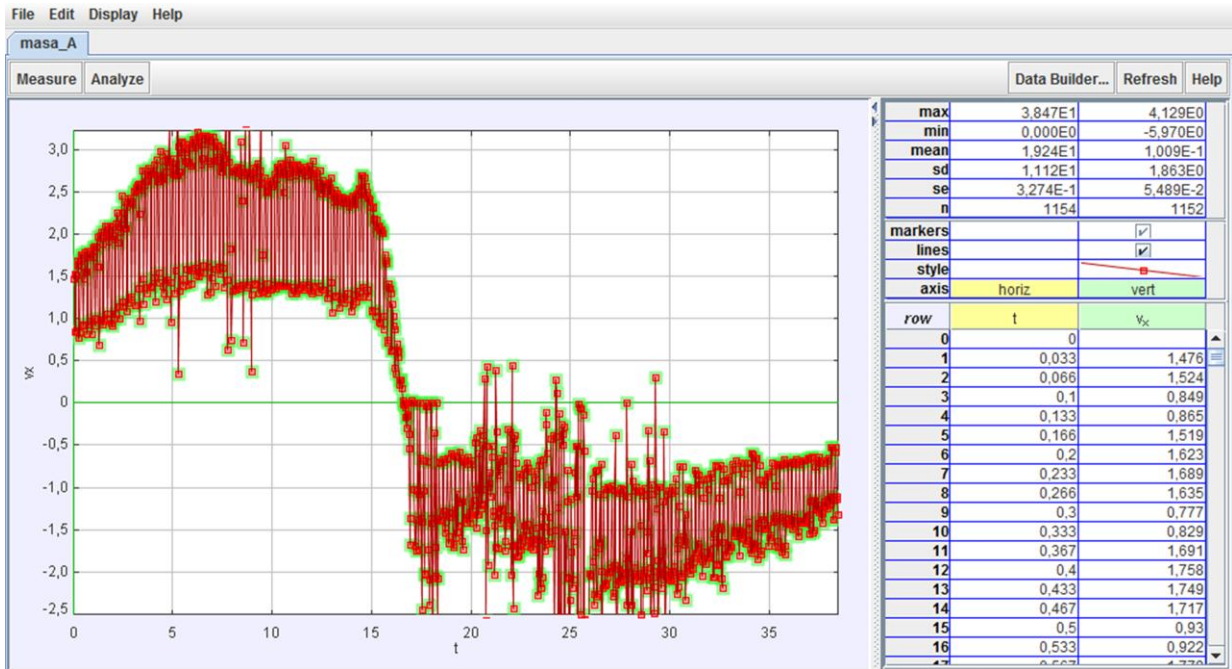


Figura II. Gràfica del programa *Tracker* corresponent a l'anàlisi de la repetició n°1 de la combinació 3311, la posició òptima de virada.

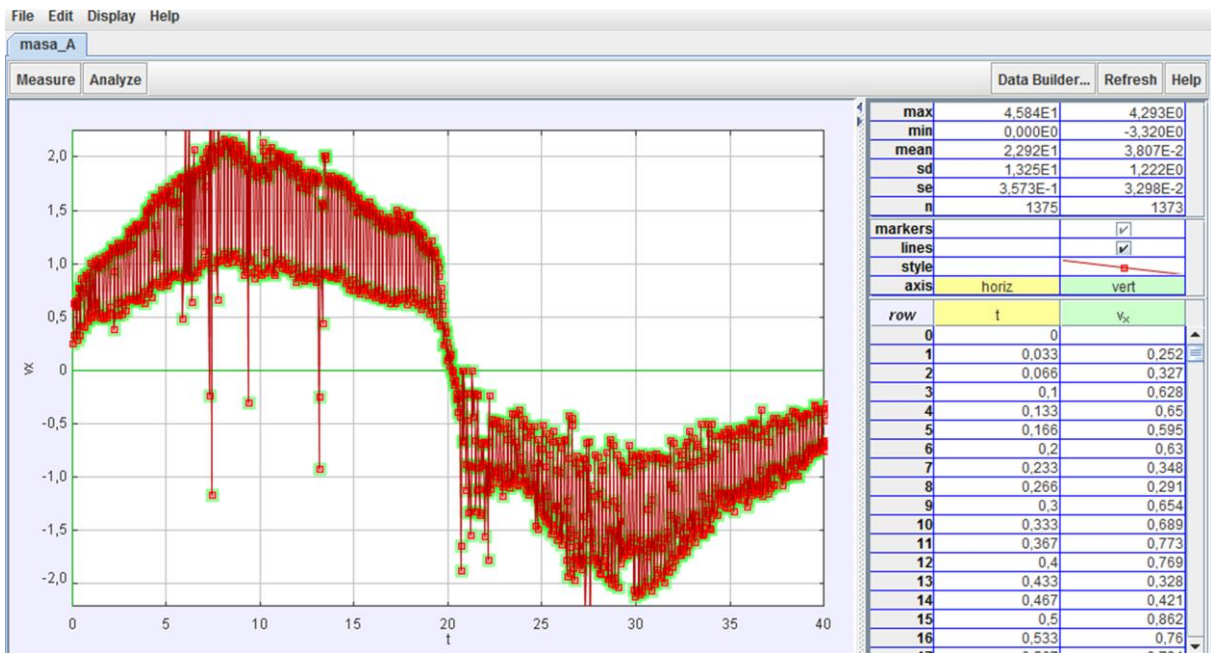


Figura III. Gràfica del programa *Tracker* corresponent a l'anàlisi de la repetició n°2 de la combinació 3311, la posició òptima de virada.

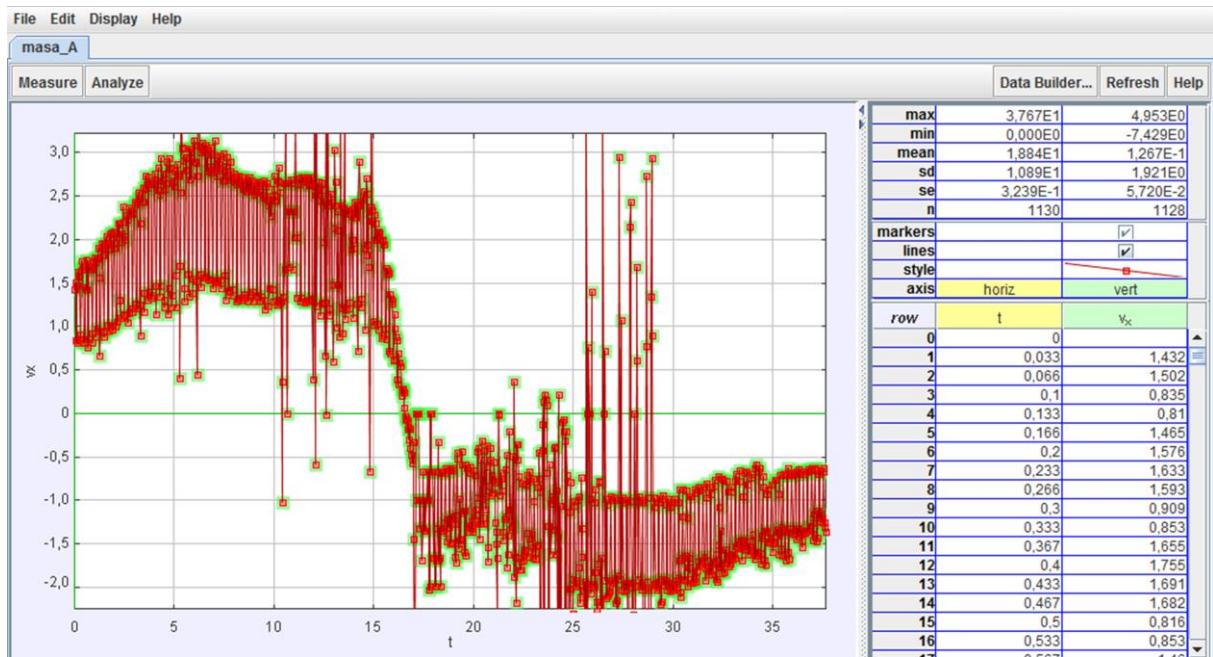


Figura IV. Gràfica del programa *Tracker* corresponent a l'anàlisi de la repetició nº3 de la combinació 3311, la posició òptima de virada.

Annex IV: Visita al Museu Marítim de Barcelona

Articles Dinghy 3 ½

En la meua visita al Museu Marítim de Barcelona, vaig contactar amb el personal del Centre de Recerca del museu i els vaig fer una consulta sobre una part de l'exposició fixa del museu que tracta de l'embarcació dinghy. Varen fer una recerca sobre el tema als seus arxius i em van facilitar alguns articles referents a aquesta embarcació. A continuació, adjunto els 2 articles que em van facilitar.

Embarcacions

CALELLA DE PALAFRUGELL RECUPERA EL DINGHI



Aquest petit bot de línia clàssica fou bressol de navegants abans que s'imposés la construcció en fibra

Text i fotos: Xavier Colomer-Ribot

El 10 i 11 de maig passat, l'AVAC juntament amb el Club Vella Calella i el suport de l'Ajuntament de Palafrugell, municipal al qual pertany aquesta petita i coneguda vila marinera, popular per la cantada d'havaneres, va organitzar la primera Mostra Dinghi de Calella. La trobada va servir també per fer "un homenatge a una sèrie de gent que a finals dels anys 40 i principis dels 50 havien navegat amb dinghis", tal com explica el president de l'AVAC, Bertrand Halee.

Una mica d'història

A finals dels anys quaranta, Manuel Juanola i Tomàs Moret van ser els creadors d'una embarcació monotipus de regata dissenyada i construïda a Calella, el dinghi 3 1/2, de 3,65 m d'eslora, 1,45 m de mànega, 45 cm de puntal i un pal major de 4,20 m amb vela de guàira. Van dissenyar, inspirant-se en un model de vaixell anglès, i després construir aquests petits vaixells a vela, que van ser les primeres embarcacions de regata a la Costa Brava. Els sis primers els va fer Manuel Juanola a Barcelona i a partir del setè, que es deia Fura, va començar a fer-los Tomàs Moret, que es va convertir en calstat i va construir una gran quantitat d'aquests vaixells, seguit al cap d'un temps per altres constructors que els feien igual o amb alguna innovació. El Dinghi va tenir èxit perquè assolía una velocitat inusual entre els vaixells del seu temps. Es basava en una idea de polivalència, havia de servir per a passeig, pesca i regata, i obeïa a la demanda d'una sèrie de navegants aficionats de la localitat, que llavors ja eren ben experts. Més endavant, amb l'arribada d'al-

EL DINGHI VA TENIR ÈXIT PERQUÈ ASSOLIA UNA VELOCITAT INUSUAL ENTRE ELS VAIXELLS DEL SEU TEMPS. ES BASAVA EN UNA IDEA DE POLIVALÈNCIA, HAVIA DE SERVIR PER A PASSEIG, PESCA I REGATA, I OBEÏA A LA DEMANDA DE NAVEGANTS DE LA LOCALITAT, QUE LLAVORS JA EREN BEN EXPERTS.

tres tipus de vaixells, el Dinghi es va deixar de fer. Calella i Badalona han estat les úniques localitats de l'Estat espanyol que han creat una embarcació pròpia. El 1948, Calella va apostar pel disseny del monobuc que ens ocupa i el 1944 Badalona va crear el seu multibuc propi, adaptant el patí de banyistes al patí de competició.

Manuel Juanola i Tomàs Moret van creure oportú seguir la tendència anglosaxona i van construir una embarcació ràpida i tècnica, que va donar pes a una embarcació completa per a la competició i l'aprenentatge. Van ser els pioners a encendre l'espuma d'una afició que es valora cinquanta anys més tard com una de les millors inversions per crear aficionats a la vela a Calella. Manuel Juanola i Tomàs Moret van anar modificant l'embarcació, i l'allargaren ja que al principi era un 3 m fins que va sortir el

3,65 m. La influència del Dinghi a Catalunya ha estat important, ja que molts regatistes catalencs, considerant aquests no només els d'origen, sinó també els que sense ser-ho s'hi han presentat i identificat, han format part activa de la direcció de l'esport de la vela en l'àmbit autonòmic i estatal. Dins la direcció esportiva, en trobem com a membres actius de la Federació Esportiva, presidint i dirigint organismes i associacions del sector, dirigint l'equip olímpic als jocs de 1988, als esdeveniments de vela de 1992 a Barcelona, i col·laborant durant aquesta última dècada en el desenvolupament de l'esport a Catalunya a través de les escoles i elaborant continguts docents i culturals en programes escolars i universitaris. D'altra banda, i ja en termes de palmarès esportiu, regatistes formats a Calella han obtingut medalles als campionats de Catalunya, d'Espanya, d'Europa, del Món i copes Amèrica, a banda d'haver estat patrons i tripulants de regates de volta al món.

Un d'ells és Tomàs Moret, el fill del mestre d'atac iniciador dels dinghis a Calella, amb els quals va començar a navegar i va aprendre a anar a la vela. Ha estat campió dues vegades de Catalunya i d'Espanya de 420 i 17è al Campionat del Món de la classe al Canadà. És propietari d'una empresa náutica, on continua la tradició de la construcció d'embarcacions. El també és un dels impulsors juntament amb la resta de propietaris de dinghis que encara queden d'aquest procés de recuperació d'una altra part del patrimoni marítim català. "En aquella època, s'organitzaven regates, se sortia a navegar a rem o a vela, a passejar, a pescar, el telem servir per a tot. Va tenir molt d'èxit i van arribar

FA MÉS DE 50 ANYS QUE VA NÈIXER A CALELLA DE PALAFRUGELL (BAIX EMPORDÀ) EL DINGHI 3 1/2, UNA EMBARCACIÓ QUE ESTÀ PROPOSADA PER FORMAR PART DEL PATRIMONI NÀUTIC DEL NOSTRE PAÍS. EL DINGHI HA ESTAT UN VIVER D'AFICIONATS A LA VELA, UN DELS MÉS IMPORTANTS DE LA COSTA CATALANA, QUE S'HA PROLONGAT AL LLARG DE DÈCADES, SEMPRE PRESENT A LA VELA DE CALELLA, TÉ UNA FORÇA QUE FA QUE L'ASSOCIACIÓ DE VEÏNS I AMICS DE CALELLA (AVAC) HAGI DECIDIT INICIAR UN PROCÉS DE RECUPERACIÓ MARÍTIMA I CULTURAL PER ASSEGURAR LA SEVA CONTINUÏTAT A LA CALELLA DEL SEGLE XXI. AQUESTA ÉS UNA MOSTRA MÉS DEL RIC PATRIMONI MARINER DEL LITORAL CATALÀ, QUE TOT JUST ARA ES COMENÇA A POTENCIAR, I QUE DEMOSTRA QUE AL COSTAT DE LA VELA LLATINA ENCARA EXISTEIXEN MOLTS MÉS ELEMENTS QUE EN FORMEN PART O QUE N'HAN ESTAT PARTS VIVES DE LA HISTÒRIA, TRADICIONS I GENT DE LA MAR.

a haver-n'hi fins a 36, dins els diferents models que hi havia, el 2,65, 3 m, 3, 65 i el 4,20", diu Tomàs Moret.

En la trobada, es va entregar una placa recordatòria l'embarcació més antiga i millor restaurada, l'Albur, de Lluís Jiménez, i a la millor aparellada, el Viruta, de Perico Jiménez; als dos mestres d'aixa de Palafrugell, Tomàs Moret pare i Miquel Paltré, constructors d'aquestes embarcacions; una altra a la família de Manel Juanola i a la família Calvera per la cessió d'un Dinghi al Museu Marítim de Barcelona, i a Josep M. Llansà, que ha cedit material i documents. Van participar-hi tres models de 2,65 i de 3,65, el Viruta, el Montana i l'Albur, i el 4,20 de Tomàs Moret, batejat com Dinghi. Del de 3 m, el model que falta, se'n van construir molt pocs i va ser el que va servir per arribar al 3,65. Totes aquestes embarcacions van ser construïdes entre els anys 1948 i 1952.

Programa de recuperació

L'AVAC pretén posar en marxa un programa de recuperació del patrimoni cultural mariner a Calella basat al voltant del Dinghi, segons argumenta Bertrand Haier: "El més destacable d'aquesta embarcació és que no només servia per fer regates, sinó que s'hi podia afegir un motoret i utilitzar-la per sortir a passejar. Va tenir un èxit important als anys 50, i ara la volem recuperar per seu caràcter d'embarcació autònoma de Calella, l'únic lloc on s'ha fabricat i s'ha desenvolupat aquest producte. La recuperació i potenciació del dinghi és un dels projectes que es complementen amb altres accions." Es tracta

d'un projecte global amb què "a grans trets es vol aconseguir que el Dinghi visqui a Calella, intentar fer un museu viu d'aquesta embarcació aquí, aconseguir un espai físic per poder tenir-lo". Els principals punts d'aquest programa són: S'ha gestionat amb el Museu Marítim de Barcelona la donació d'un dinghi donat per la família Calvera que s'està restaurant perquè sigui exposada; s'ha donat difusió del programa dins els diferents col·lectius de persones interessades a preservar el patrimoni nàutic; s'ha promogut la construcció d'unes noves sèries de dinghis 3 1/2, basades en el disseny i format de construcció original utilitzat a l'època. Aquest any 2002 està previst botar sis unitats noves i la restauració de tres més; s'està treballant en la recopilació de documentació a fi de poder editar un llibre sobre el tema, coordinat per un dels primers navegants de dinghis, Perico Jiménez, i s'ha programat un calendari d'activitats i manifestacions nauticoculturals que s'iniciaran el juny de 2002 i que tindran una incidència mensual, com una exposició sobre el dinghi als locals de l'ADAC.

El Club Vela Calella va coorganitzar la Mostra. "La iniciativa ha estat de l'AVAC, i nosaltres hi hem participat amb molt de gust perquè, precisament, un dels fets que van impulsar la fundació de la nostra entitat van ser les regates de 3 1/2 en aquell ambient d'eufòria que es va crear amb el Dinghi com a embarcació de navegació, i sobretot de competició, tot i que per a les regates després es va anar substituint pel



vorient. Va ser un boom per la quantitat de dinghis que es van construir a Calella en comparació de la gent que hi havia", exposa Joan Alsina, del Club Vela Calella.

El Dinghi forma part de la recuperació del patrimoni marítim i de la navegació tradicional a Calella de Palafrugell. Cal recordar que l'Associació de la Costa Brava per al Patrimoni Marítim L'Estrop ja va fer fa un temps una campanya per recuperar-ne la història i incloure'l entre els elements més propis d'aquest patrimoni. L'Associació de Vela Llatina de Calella -membre de L'Estrop-, també hi participa, capitanejada per Pere de Prada, president de l'entitat, i amb el vaixell lleut Santa Espina, del qual el mateix Tomàs Moret és copropietari i navegant. "A la trobada de vela llatina, es van incorporar ja l'any passat tres dinghis perquè compartim els mateixos principis. I quan t'endemà vam sortir amb la Santa Espina cap a Maó van venir els tres a darrere. Són gent de mar igual que nosaltres, i alguns naveguen també amb nosaltres", explica Pere de Prada.

ESCUELA DE NÁUTICA PALMA

La respuesta a 200 años de tradición náutica

PRÓXIMO INICIO CURSOS:

PATRÓN BÁSICO, RECREO, YATE Y CAPITÁN

CURSILLO INTENSIVO TITULÍN. (Embarcaciones y motos de agua)

LA ESCUELA NAUTICA DEPORTIVA DE PALMA C/ Miguel Santandreu 10. Travesía Avenidas. Tels. 971 46 49 80 • 971 77 44 99 • Fax. 971 46 54 22

Recerca d'arxiu

La revista *El Còdol* del desembre de 1998 ens recordava el dinghy 31 de Calella de Palafrugell i demanava col·laboració per a recopilar informació sobre aquesta embarcació.

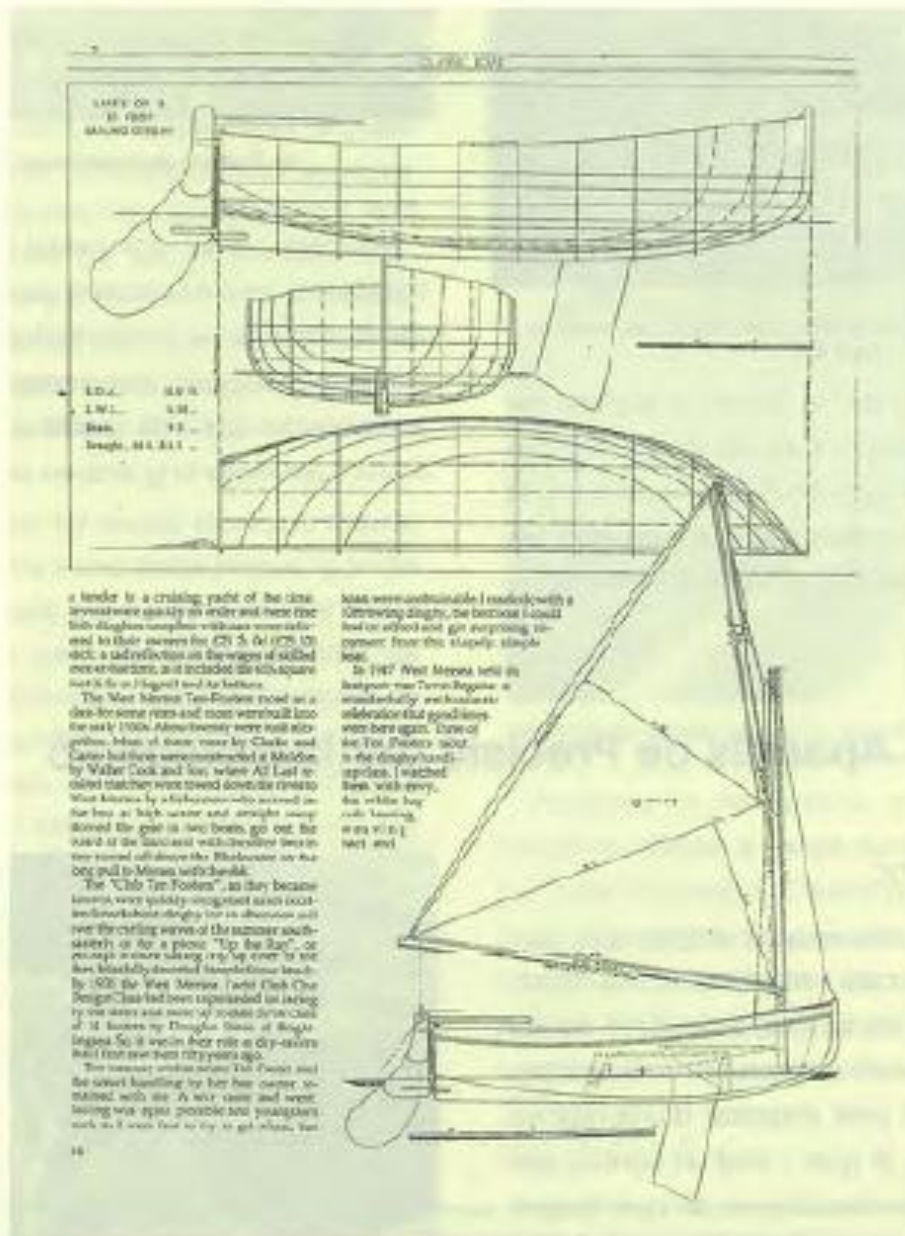
Sobre aquest tema la revista anglesa *Classic Boat* del mes de març d'enguany (*) i la secció de "revival" de números antics, ens parla del naixement del *clipper dinghy* a mans de l'arquitecte naval Herbert Reich l'any 1919.

També ens orienta a consultar els antics números

de la publicació, del 13 al 18, editats durant l'any 1989, on Dick Phillips del Falmouth Marine Center descriu pas a pas la construcció d'un *dinghy*, i ens recorda com el Royal Mersey Yacht Club el 1949 va adoptar aquesta CLASE amb la intenció d'encoratjar la joventut a fruit de la vela.

Toni Clapés

AAVL Calella de Palafrugell
AAMM Barcelona



Plana de la revista "Classic boat"

Fotografies de la visita al Museu Marítim de Barcelona



Figura V. Anna Masmartí a l'entrada del Museu Marítim de Barcelona.



Figura VI. Anna Masmartí a l'exposició *Snipe. Origen, present i futur* del Museu Marítim de Barcelona.



Figura VII. Anunci de regata del Primer Campionat Nacional de la classe Snipe celebrat el 1942, exposat al Museu Marítim de Barcelona en l'exposició temporal *Snipe. Origen, present i futur*.



Figura VIII. Anna Masmartí al costat de l'Snipe *Toñete* de l'exposició temporal *Snipe. Origen, present i futur* del Museu Marítim de Barcelona.



Figura IX. Anna Masmartí amb l'embarcació Dinghy del Museu Marítim de Barcelona.

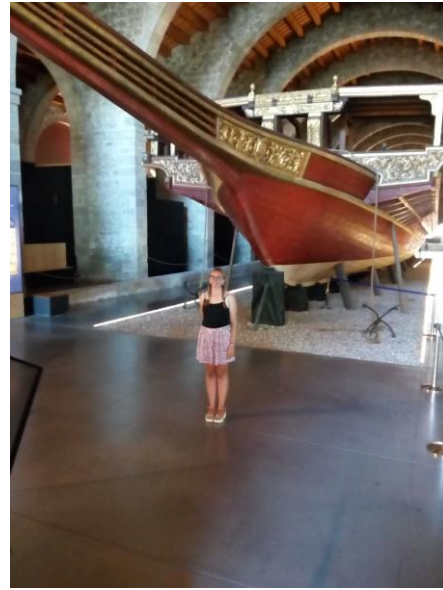


Figura X. Anna Masmartí amb la galera exposada al Museu Marítim de Barcelona.

Annex V: Recull de fotografies

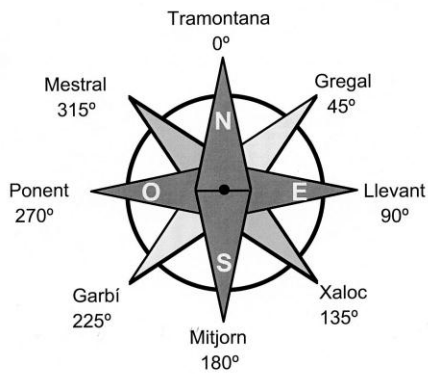


Figura XI. Rosa dels vents on es poden apreciar els diferents tipus de vent segons la direcció de procedència.



Figura XII. Anna Masmartí muntant els sabres de la vela Laser Radial.



Figura XIII. Anna Masmartí aixecant la vela Laser Radial per muntar-la a l'embarcació.



Figura XIV. Anna Masmartí muntant la vela Laser Radial a la fognadura del màstil.



Figura XV. Anna Masmartí muntant el sistema del pujament.

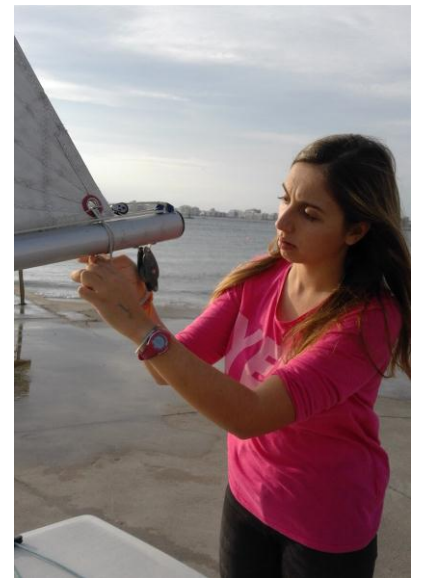


Figura XVI. Anna Masmartí muntant el puny d'escota.



Figura XVII. Anna Masmartí muntant la contra.

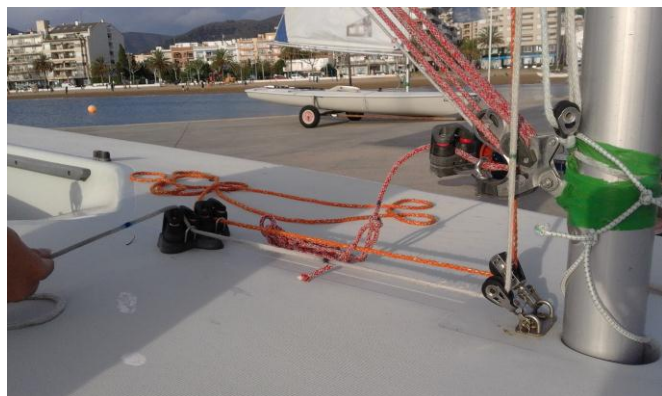


Figura XVIII. Sistemes de pujament (cap taronja), cunningham (cap blanc) i contra (cap vermell) del Laser. Es poden apreciar les marques dels diferents nivells del cunningham al llarg del cap i algunes de les marques dels nivells de la contra.



Figura XIX. Anna Masmartí muntant el final del sistema del pujament: un nus de cadena que acaba en forma de baga per poder manipular el trimatge.

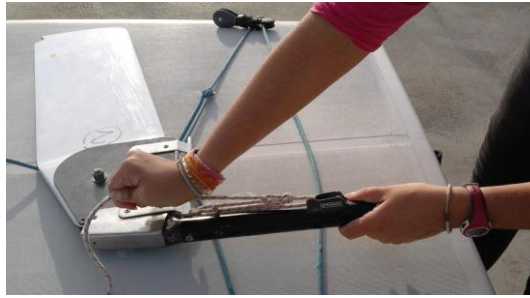


Figura XX. Anna Masmartí muntant el sistema del timó per unir-hi la canya i l'stick.

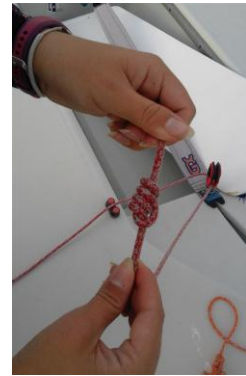


Figura XXI. Anna Masmartí fent el nus del final del sistema de l'escota anomenat nus de nou.



Figura XXII. Anna Masmartí vestida amb roba per a navegar al costat del Laser Radial completament muntat.



Figura XXIII. Anna Masmartí posant el Laser a l'aigua.



Figura XXIV. Anna Masmartí col·locant l'orsa en la ranura d'aquesta al casc, a punt per començar a navegar.



Figura XXV. Anna Masmartí navegant. Figura de la portada.

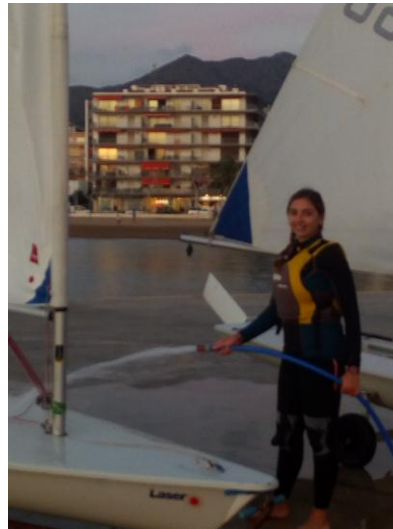


Figura XXVI. Anna Masmartí netejant el Laser després de navegar.



Figura XXVII. Vista aèria del canal de pas d'embarcacions del GEN Roses on he realitzat les gravacions dels vídeos de la part pràctica. Es pot veure marcada la posició de les dues boies i el recorregut que he realitzat en cada virada.

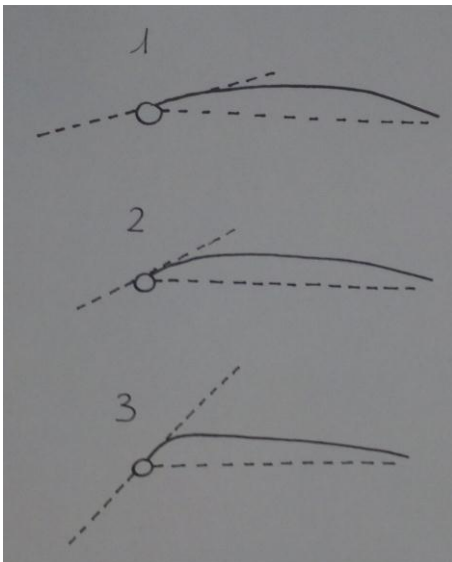


Figura XXVIII. Forma de la vela modificada pel cunningham en cada un dels nivells considerats per a realitzar l'experimentació de la part pràctica del treball.



Figura XXIX. Nivell per a marcar l'escora del Laser fet amb una ampolla que es lliga al màstil amb un sandow. El nivell 1 correspon al color blau, el nivell 2 al color negre i el nivell 3 al color verd.

Annex VI: Glossari

AMOLLAR. Acció d'afluixar l'escota d'una vela per tal d'obrir-la segons convingui perquè quedi ben orientada respecte el vent.

APROAR. Col·locar proa a vent, de cares al vent.

ARRIBAR. Acció d'allunyar la proa de la direcció del vent. Correspon a l'acció contrària a orsar.

BAUPRÈS. Pal inclinat cap endavant que surt de la proa d'alguns vaixells. Serveix per subjectar els estais del trinquet i orientar els flocs. Pot dur la vela civadera.

CAÇAR. Acció d'estirar l'escota d'una vela per tal de tancar-la segons convingui perquè quedi ben orientada respecte el vent.

CAIUC. Canoa de fons pla construïda pel buidatge de troncs d'arbres resinosos després de la carbonització de la fusta. També anomenats canoes monòxils. És l'embarcació més antiga que s'ha trobat en excavacions arqueològiques.

CALAR. Submergir un objecte en un fluid, travessant-lo.

CANOA. Embarcació petita i allargada amb proa i popa punxegudes, propulsat per força humana mitjançant remes. Poden ser de buc obert (anomenades piragües), com és el cas del caiuc, o de buc tancat com els caiacs de l'àrtic, que solen ser tapats amb pell.

CAP. Tros de corda.

CARENA. Volum de superfície submergida de l'embarcació independentment del volum de càrrega que porta o de l'escora.

CASC. També anomenat buc, és el cos d'un vaixell, estanc (per a permetre la flotabilitat de tot el vaixell) i resistent (per a resistir les forces que actuen sobre ell).

DINGHY. Aquest terme anglès es refereix tant a un bot auxiliar com a un vaixell de vela lleugera. També correspon al nom d'un tipus d'embarcació petita de servei o salvament (de fusta, fibra de vidre o goma, i proveïda de remes o d'un petit motor) que es troba a bord d'embarcacions d'esbarjo majors, iots i velers i és emprat per comunicar la nau amb la costa o com a bot de salvament. Existeix també una embarcació de vela lleugera construïda a la costa brava anomenada Dinghy que fou la primera embarcació de regates de la zona, i la precursora dels bucs de fibra de vidre actuals.

ESCORA. Inclinió lateral d'una embarcació.

ESCOTA. Cap lligat a la vela que regula la seva obertura respecte l'eix longitudinal del vaixell per tal d'adequar-la a l'angle del vent. Cada vela té la seva escota.

ESLORA. Llargària del casc d'un vaixell des de la proa fins a la popa.

ESPADELLA. Tipus de timó usat antigament consistent en un rem gran acoblat com a extensió de l'embarcació.

ESTAI. Part d'un veler, constituït per un nervi metàl·lic, que manté un pal en posició vertical.

ESTRIBORD. Lateral dret d'una embarcació observada de popa cap a proa, mirant cap a la direcció on es dirigeix.

GRÀTIL. Part de la vela que es subjecta al pal o verga.

GUINEA. Moneda d'or utilitzada a la Gran Bretanya abans del sistema decimal, el 1971. Equivalia a una lliura esterlina i 1 xíling (moneda anterior que equivalen a una vint-i-unena part d'una lliura).

MÀNEGA. Amplada de banda a banda d'un vaixell en la màxima secció transversal del buc, mesurada en metres.

MÀSTIL. També anomenat pal, es disposa perpendicular a la quilla de l'embarcació i serveix principalment per sostenir veles tot i que també pot servir per a hissar banderes o establir llocs d'observació.

NUS. Unitat de mesura de velocitat equivalent a una milla marina per hora. En unitats del sistema internacional, 1kn (nus) equival a 0,514444m/s (metres per segon).

OBRA MORTA. Part de l'embarcació que queda sobre la superfície de l'aigua, sense submergir-se.

OBRA VIVA. Part de l'embarcació submergida, variable segons el volum de càrrega que porta o l'escora.

ORSA. Peça rectangular o ovalada de fusta, ferro o fibra de vidre, que es posa al mig del buc (a l'alçada de la quilla). Utilitzada per a millorar l'estabilitat d'una embarcació.

ORSAR. Acció d'apropar la proa a la direcció del vent. Correspon a l'acció contrària a arribar.

POPA. Part posterior del casc d'una nau.

PROA. Part davantera del casc d'una nau.

PRODUCTE. Multiplicació.

QUILLA. Peça longitudinal que s'estén al llarg d'una nau de proa a popa sobre la qual es construeix el vaixell.

RATXA. Ràfega de vent fort de poca durada.

RIS. Plec que es fa a la vela per tal de reduir la superfície vèlica i poder navegar amb tranquil·litat quan fa molt vent.

ROLAR. Variació del vent pel que fa a la direcció d'aquest.

SANDOW. Tipus de corda elàstica.

SOBREVENT. Costat d'on ve el vent respecte una embarcació.

SOTAVENT. Costat contrari d'on ve el vent respecte una embarcació.

T.G.I.F. Inicials de *Thanks God It's Friday* (Gràcies a Déu és divendres). Forma part de l'argot popular i d'internet. Va aparèixer a mitjans dels anys 60, a Estats Units.

TIMÓ DE CODAST. El timó de codast és una peça mòbil vertical posada en prolongació del codast o prolongació de la quilla que serveix per establir el rumb d'un vaixell. Formada per un tauler o una peça de ferro i articulada amb frontisses al codast per la part de popa.

TRIMATGE. Element que permet ajustar correctament l'aparell (conjunt de pals, vergues i veles) d'una embarcació segons les condicions de vent i mar.

TRINQUET. Pal situat més a la proa d'un vaixell quan en té més d'un.

VELA MAJOR. Vela central de l'embarcació, envergada al pal major.

Annex VII: CD

A més a més del treball escrit, s'adjunta un conjunt de CDs amb tots els vídeos registrats per a la realització de la part pràctica. En els CDs, s'hi poden diferenciar 81 carpetes corresponents cada una a una combinació de trimatges; el nom de les carpetes coincideix amb la numeració de la combinació, tal i com es veu a l'Annex I. Dins de cada carpeta, hi ha els vídeos de les tres repeticions i el document del programa *Tracker* amb el corresponent tractament. El primer CD també inclou el fitxer *Tracker* per a poder descarregar el programa i observar les anàlisis de cada vídeo.

Índex de figures dels Annexos

Figura I. Sara López, Anna Masmartí i Bàrbara Cornudella, al BISC, al Port del Fòrum. II

Imatge pròpia

Figura II. Gràfica del programa *Tracker* corresponent a l'anàlisi de la repetició nº1 de la combinació 3311, la posició òptima de virada..... II

Imatge pròpia

Figura III. Gràfica del programa *Tracker* corresponent a l'anàlisi de la repetició nº2 de la combinació 3311, la posició òptima de virada..... II

Imatge pròpia

Figura IV. Gràfica del programa *Tracker* corresponent a l'anàlisi de la repetició nº3 de la combinació 3311, la posició òptima de virada..... II

Imatge pròpia

Figura V. Anna Masmartí a l'entrada del Museu Marítim de Barcelona. II

Imatge pròpia

Figura VI. Anna Masmartí a l'exposició *Snipe. Origen, present i futur* del Museu Marítim de Barcelona..... II

Imatge pròpia

Figura VII. Anunci de regata del Primer Campionat Nacional de la classe Snipe celebrat el 1942, exposat al Museu Marítim de Barcelona en l'exposició temporal *Snipe. Origen, present i futur*. II

Imatge pròpia

Figura VIII. Anna Masmartí al costat de l'Snipe *Toñete* de l'exposició temporal *Snipe. Origen, present i futur* del Museu Marítim de Barcelona..... II

Imatge pròpia

Figura IX. Anna Masmartí amb l'embarcació Dinghy del Museu Marítim de Barcelona. II

Imatge pròpia

Figura X. Anna Masmartí amb la galera exposada al Museu Marítim de Barcelona.. II

Imatge pròpia

Figura XI. Rosa dels vents on es poden apreciar els diferents tipus de vent segons la direcció de procedència. II

Material didàctic de la Federació Catalana de Vela

Figura XII. Anna Masmartí muntant els sabres de la vela Laser Radial. II

Imatge pròpia

Figura XIII. Anna Masmartí aixecant la vela Laser Radial per muntar-la a l'embarcació. II

Imatge pròpia

Figura XIV. Anna Masmartí muntant la vela Laser Radial a la fognadura del màstil. II

Imatge pròpia

Figura XV. Anna Masmartí muntant el sistema del pujament. II

Imatge pròpia

Figura XVI. Anna Masmartí muntant el puny d'escota. II

Imatge pròpia

Figura XVII. Anna Masmartí muntant la contra. II

Imatge pròpia

Figura XVIII. Sistemes de pujament (cap taronja), cunningham (cap blanc) i contra (cap vermell) del Laser. Es poden apreciar les marques dels diferents nivells del cunningham al llarg del cap i algunes de les marques dels nivells de la contra. II

Imatge pròpia

Figura XIX. Anna Masmartí muntant el final del sistema del pujament: un nus de cadena que acaba en forma de baga per poder manipular el trimatge. II

Imatge pròpia

Figura XX. Anna Masmartí muntant el sistema del timó per unir-hi la canya i l'stick. II

Imatge pròpia

Figura XXI. Anna Masmartí fent el nus del final del sistema de l'escota anomenat nus de nou. II

Imatge pròpia

Figura XXII. Anna Masmartí vestida amb roba per a navegar al costat del Laser Radial completament muntat. II

Imatge pròpia

Figura XXIII. Anna Masmartí posant el Laser a l'aigua. II

Imatge pròpia

Figura XXIV. Anna Masmartí col·locant l'orsa en la ranura d'aquesta al casc, a punt per començar a navegar. II

Imatge pròpia

Figura XXV. Anna Masmartí navegant. Figura de la portada. II

Imatge pròpia

Figura XXVI. Anna Masmartí netejant el Laser després de navegar. II

Imatge pròpia

Figura XXVII. Vista aèria del canal de pas d'embarcacions del GEN Roses on he realitzat les gravacions dels vídeos de la part pràctica. Es pot veure marcada la posició de les dues boies i el recorregut que he realitzat en cada virada. II

Imatge del Google Maps, editada

Figura XXVIII. Forma de la vela modificada pel cunningham en cada un dels nivells considerats per a realitzar l'experimentació de la part pràctica del treball. II

Imatge pròpia

Figura XXIX. Nivell per a marcar l'escora del Laser fet amb una ampolla que es lliga al màstil amb un sandow. El nivell 1 correspon al color blau, el nivell 2 al color negre i el nivell 3 al color verd. II

Imatge pròpia

