



## LA FÍSICA SOBRE EL MAR

**Gina Julià Solés**  
2n BAT tecnològic C  
Moisés Suades Sol  
6 d'octubre de 2023



## AGRAÏMENTS

En primer lloc, vull agrair al meu tutor del Treball de recerca, Moisès Suades, per la seva disponibilitat i orientació de cara al treball de recerca. Així mateix, com per resoldre els dubtes que poguessin anar sorgint i el seguiment al llarg del treball per mantenir-me segura en la correcta realització d'aquest.

També és necessari citar i agrair a l'artista Pep Ametlla, a més d'en alguna ocasió professor d'arquitectura a la universitat i mereixedor d'algun reconeixement en la matèria. Doncs si la maqueta ha sortit com ha sortit és en gran part per les seves instruccions i pautes donades per realitzar-la.

Al professor Francesc Bigarós per ajudar-me en la meva consulta de com i quines mides prendre; com les seccions.

Al meu pare ja només per començar, per haver-me transmès la passió per la vela i ensenyar-me a mirar aquesta interessant-me en la física. A més d'això també m'agradaria agrair-li l'ajut que em va proporcionar a l'hora de mesurar el casc de l'embarcació i que em proporcionés el programa d'arquitectura i enginyeria; AutoCAD, del seu despatx BTF enginyers, d'aquesta manera agrair-los-hi a tots els seus membres per fer-m'hi un lloc.

A la meva mare per haver-me guiat en el format del treball, recolzant-se en la seva experiència com a professora, ensenyant-me algunes funcions de format que no dominava de l'eina de Google.

A l'escola de vela Força 3 que m'ha facilitat les embarcacions i més concretament Yaiza Homs, copropietària d'aquesta per proporcionar-me peces de splash encara no muntades per simplificar-me la vida a l'hora de prendre determinades mides més específiques.

Al meu amic Ricard Garriga per mostrar-me, amb exemple del seu propi treball de recerca el qual se centrava explícitament en la vela d'una embarcació, com havia de confeccionar jo aquesta per la meva maqueta, per tal que fos realment una còpia en miniatura de les reals pel que fa a l'ús.

I a la meva amiga Berta Carreres, per l'oferiment i ajut de donar-li un cop d'ull des del punt de vista d'una estudiant universitària a més de ja haver passat per la realització del treball de recerca requerit.

També a haver fet el curs del cicle inicial T1, el qual m'ha proporcionat molta informació a més de noves perspectives i enfocaments pel treball. Doncs de la mateixa manera agraeixo als professors adjunts.

A Alexis Salinas, que a més de professor de manteniment i reparació d'aquest citat cicle, m'ha inspirat en la reorientació del meu treball. A més de brindar-me el seu ajut per qualsevol dubte sobre el tema que se'm pogués ocasionar.

A la meva cosina Júlia Puigvert per deixar-me la seva màquina de cosir a més d'altres materials complementaris per facilitar-me la feina de cosir la vela.

A la meva amiga Maite Peña qui va ser la primera de donar-me la idea general per aquest treball de recerca quan en parlar-li de la matèria em va veure brillar els ulls i va deixar caure la proposta.

Per acabar m'agradaria agrair a tota la resta del meu entorn proper de l'estiu que, encara que potser no han participat de manera tan directe, han significat per mi un dels motius pels quals cada vegada més i més m'he interessat per la matèria, essent molts d'ells tant o més apassionats que jo de la vela.

## **RESEÑA:**

De una pasión nace la motivación para realizar el siguiente trabajo. Pues no puedo imaginar mejor manera de interesarse por algo tan teórico como la física que no sea desde el corazón; en este caso disfrazado de la navegación.

Inicialmente el trabajo pretendía reflejar la técnica que se requiere en un campo de competición de vela ligera, dado que sería mi propio aprendizaje de la materia práctica llevada al papel teórico.

Por otro lado, para presentar dicho trabajo, la única opción que en mi mente se contemplaba era usar el lado artístico de mi 'yo' representando la teoría física de la vela en una maqueta. Así pues, queriendo reproducir el barco con el que he crecido como navegante me encontré con ciertas dificultades por la inexistencia de planos del mismo.

Según iba avanzando el trabajo me di cuenta de que la importancia real siempre había estado en la física sobre la embarcación y el apoyo que la maqueta ofrecía sobre esta. Todo esto llevó a que el discurso teórico fuera la explicación sobre la maqueta y que para construirla era importante que fuera a escala al tamaño real de la embarcación, medir y plasmarlo en el programa de arquitectura e ingeniería autoCAD; en forma de planos.

No puedo estar más en paz con la armonía y sintonía de cómo están ligadas las partes del trabajo. Sean como fueren las dificultades de este, como de cualquier otro proyecto, las he sorteado culminando el balance de mis pasiones presentado de forma teórico-práctica en este trabajo.

## **ABSTRACT:**

From the passion of sailing, born the motivation for writing the following project. I can definitely not imagine a better way of getting interested in something as theoretical as a physics syllabus. So a way of catching people's attention in a subject like this is no other than bringing it to real life, specifically taking the words directly from your heart, all about something you actually love.

To begin with, the project was meant to talk about the technique of the races in sailing. This reason is the way I learned how to sail, brought now to physics theory.

On the other hand, to present this project in my mind was no other option than a scale model to support my written work. In order to get through this idea I had to measure and make plans of the vessel; a splash.

While the project was progressing, the real importance of it all was the sailing physics in a, somehow, simple way; and the support that the piece offered in its explanation. To build it and make the model as real as possible, I used an architectural and engineering program named autoCAD.

Last but not least I could not be more satisfied about how the work has finally tied together. Any of the difficulties of the project I could have broken into, I had solved them all with the result of a perfect balance between my passions; both represented in the following work.



## ÍNDEX

<b>LA FÍSICA TAMBÉ NAVEGA.....</b>	<b>15</b>
<b>CONCEPTES BÀSICS.....</b>	<b>17</b>
<b>1_ LA NAVEGACIÓ.....</b>	<b>19</b>
1.1 _ PINZELLADA HISTÒRICA.....	20
1.2 _ RUMBS.....	22
1.3 _ VENTS.....	24
1.4 _ ESCALA BEAUFORT.....	25
1.5 _ VENT: REAL*APARENT.....	27
<b>2_ SPLASH.....</b>	<b>31</b>
2.1 _ MESURES D'UN SPLASH.....	31
2.3 _ PARTS D'UN SPLASH.....	31
2.4 _ LA VELA DE L'SPLASH.....	33
2.5 _ SISTEMES DE TRIMATGE A L'SPLASH.....	33
<b>3_ LA FÍSICA DE LA NAVEGACIÓ A VELA.....</b>	<b>36</b>
3.1 _ ELS PRINCIPIS FÍSICS I L'AERODINÀMICA.....	36
3.2 _ FORCES D'AVANÇ.....	40
<b>4_ CONFECCIÓ REAL D'UN SPLASH.....</b>	<b>44</b>
4.1 _ EL CASC.....	44
4.2 _ CONFECCIÓ:.....	45
4.3 _ REPARACIÓ.....	46
<b>5_ PART PRÀCTICA.....</b>	<b>47</b>
5.1 _ PRESA DE MIDES.....	47
5.2 _ DISSENY DE L'SPLASH.....	48
5.2.1 _ AutoCAD.....	49
5.2.2 _ PLÀNOLS.....	51
5.3 _ LA MAQUETA.....	56
<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>65</b>
<b>WEBGRAFIA I FONTS D'INFORMACIÓ.....</b>	<b>69</b>





## LA FÍSICA TAMBÉ NAVEGA

D'interès en in crescendo d'una passió que resulta molt més enllà. Evadir-me de tot, sentint una gran llibertat; amb l'aparent simplicitat d'una vela empesa pel vent, sense motor, només vent, mar i jo; ja soc feliç. Però és que ja no només aquesta plenitud és causada per aquí, sinó que el cercle vital entorn del qual m'ha dut aquest esport ha construït una nova casa per mi, no de quatre parets sinó amb tot una família i incondicional suport. La primera feina també me l'ha proporcionada la vela lleugera.

I, si a la ceba li anem traient capes, el que ens queda en essència és el més primitiu coneixement per mantenir control d'allò que tant aporta i, no ens enganyem, no és pas poc. Estimar la navegació fins a la seva totalitat lliga invisiblement a estimar la física; des de la forma més teòrica fins a poder-la finalment posar en pràctica.

D'altra banda, la navegació massa vegades és mera aparença de bonança econòmica, aquest motiu monetari és pel qual moltes vegades queda fora l'abast de molts, puix també els coneixements que aquesta requereix s'escapen de les mans d'una majoria interessant. Per tot això, sovint la solem considerar elitista.

Entrant doncs en matèria, he decidit portar a l'abast terrenal el desplaçament nàutic. Però el més interessant no es queda a la superfície; si bé "l'essencial és invisible als ulls", allò que tan senzill pot semblar com un mantell que conforma la vela, impulsa, amb l'ajuda del vent, una embarcació; el que realment ho fa és el coneixement de la física juntament amb la nàutica d'aquell qui governa el petit veler. I perquè no fer-ho encara més divertit? Recaragolem un xic la complexitat i duquem-la a jugar una estona.

Per competir amb aquestes petites embarcacions, encara embriaga molts més principis físics. Qui ho hauria dit, la física com un joc de nens. Així definiria potser les regates.

Per treballar en profunditat el tema que he escollit m'ha semblat el més adient, per fer-lo atractiu, el fet de basar la física a l'embarcació que m'ha acompanyat a créixer uns quants anys de la meua vida, a més de com a persona, m'ha ensenyat a navegar.

El treball que demora tracta de la investigació exhaustiva d'allò que no sols conec sinó que conforma una de les meves grans passions, ajudant-me per part pràctica, però, de la meua altra gran passió; l'art. Doncs construiria, ni més ni menys, que una maqueta d'una embarcació amb la qual pugui sostenir el meu discurs teòric.

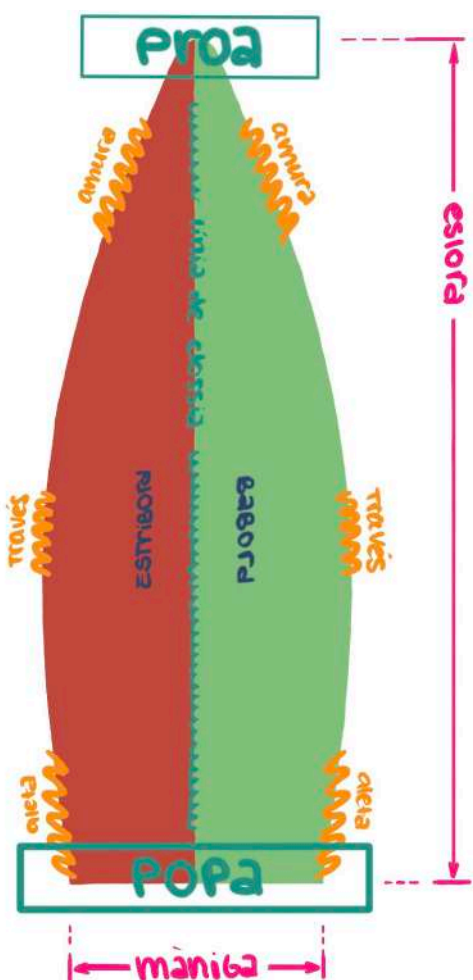
Perquè he parlat molt de l'essència encisadora i la bellesa de controlar el moviment tot surant un fluid, però l'autèntic batec del meu cor està en l'art del món. Malgrat que la pintura és el meu territori, qualsevol racó del quelcom artístic guarda un lloc especial en mi.

Doncs si bé estic explicant la banda més racional del meu ser, l'altra cara no podia caure en sac foradat. És per això que la maqueta proporciona el balanç perfecte de la meua persona reflectit en el treball que es desenvolupa tot seguit.



## CONCEPTES BÀSICS

Per tal de parlar en un context nàutic tenim un llenguatge diferenciador. Essencialment, és per no deixar marge a confusions com pot passar amb el davant/darrere; — davant teu o meu? —, sol ser el dubte. El mateix passa sovint amb les indicacions dreta/esquerra. Per això tenim les indicacions sempre respecte de l'embarcació i no la persona; proa i popa, bavor i estribord.



Per altra banda, hi ha més vocabulari que en termes quotidians no existeix, puix sigui com sigui és evident que és tot un món i per referir-nos-hi és important saber, si més no, els bàsics més comuns.

### TERMINOLOGIA NÀUTICA

- **Proa:** part del davant de qualsevol vaixell.
- **Popa:** part del darrere de qualsevol vaixell.
- **Estribord:** part del casc que queda a la dreta en relació amb la línia de quilla (la qual justament trenca verticalment pel centre del casc).
- **Babord:** part del casc que queda situada a l'esquerra respecte de la línia de quilla.

- **Eslora:** llargària (al pla vertical) del buc d'una embarcació.
- **Màniga:** amplària (al pla horitzontal) del buc d'una embarcació.
- **Aleta:** cantonada i costat d'ambdues bandes de la nau, compresa entre el través d'estribord o bavor amb la popa.
- **Amura:** costats d'ambdues bandes de l'embarcació que s'acosten més a la proa; comprès entre aquesta i el través d'estribord o bavor.
- **Superfície vèlica:** metres quadrats dels quals disposa la vela.
- **Calat:** distància vertical entre un punt de la **línia de flotació**<sup>1</sup> amb la línia base o **quilla**<sup>2</sup> de l'embarcació; tenint en compte també el gruix del buc.




---

<sup>1</sup> **Línia de flotació:** la línia que forma la intersecció entre la superfície de l'aigua amb el buc.

<sup>2</sup> **Quilla:** la columna vertebral d'un vaixell. Una peça longitudinal que parteix el buc de proa a popa; és la peça sobre la qual es construeix l'embarcació.

## 1\_ LA NAVEGACIÓ

La navegació a vela pot ser un esport o activitat de competició, però per davant d'això és un art i una ciència que porta a conduir l'embarcació d'un lloc a un altre. Doncs a més d'un cert grau d'intuïció, es necessiten coneixements amplis de física, matemàtiques i meteorologia, entre molts d'altres.

Si de navegar parlem tots els que avancen a vela guarden la mateixa relació tècnica, però a diferència dels velers creuers, les embarcacions de vela lleugera són aquelles més petites i doncs que cedeixen més lloc al tacte.



Amb aquestes la navegació és acció-reacció.

El mar a un pam del patró no només veus els canvis; els sents.

La resistència de les onades oposant-se al casc que les parteix lliscant-hi, des del cor bategant al so de quan s'accelera o desaccelera. El vent que bufa en contra, i amb un simple cop de timó ja no lluita, t'acompanya.



Ara bé, potser no s'ha entès la poesia d'aquesta definició; però al llarg del treball de segur que entendre tècnicament de què tracta donarà lloc a la comprensió d'aquesta.

Encara que, fins que no es viu en pròpia pell, mai es podrà entendre una sensació tan complexa d'explicar en paraules. Tant com ho és aquella de sentir dins teu allò que no veus a ull nu; el vent, de la mateixa manera que és tot un repte expressar les emocions o sentiments a una segona o tercera persona.



Encara que de navegació en trobem en aire i mar; de forma superficial o submarina, aquesta pràctica a vela lleugera condueix els petits velers surant la superfície aquàtica amb l'ajuda del vent.

Perquè això succeeixi, doncs, és quan es posa en pràctica la física que hi intervé.

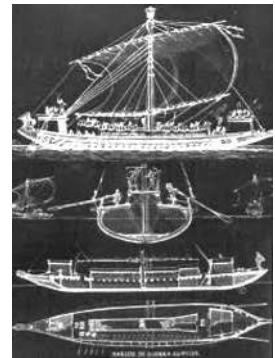
Podem descriure la navegació a grans traços com a aquesta fórmula:

- |                |   |                     |   |              |
|----------------|---|---------------------|---|--------------|
| - Aire         | + | Moviment            | = | Vent         |
| - Vent         | + | Vela                | = | Impuls       |
| - Impuls       | + | Embarcació          | = | Desplaçament |
| - Desplaçament | + | Medi aquàtic (marí) | = | Navegació    |

## 1.1 \_ PINZELLADA HISTÒRICA

Encara que avui dia d'embarcacions n'hi ha de tota classe i per tota mena de fins, històricament els seus inicis són els vaixells de vela que marquen una gran petjada a la història de la humanitat.

Aquestes primeres embarcacions es remunten a l'època dels egipcis, fenicis i babilonis que en resulten els pioners. Si més no, és del que tenim la prova; en ser del que se'n va deixar constància. Les primeres embarcacions sembla que presentaven un pal central i una vareta transversal a on trobàvem una vela quadrada o trapezoidal. A les aletes s'hi situaven un parell de remes que servien per dirigir el vaixell.



La intenció de la navegació a vela sempre ha sigut, en essència, la mateixa; desplaçar-nos únicament a partir de la propulsió que proporciona la força del vent.



En els seus inicis les veles de les quals disposaven, amb aquesta forma més o menys quadrada citada anteriorment, només permetien els rumbos de popa; els quals representa que l'embarcació era empentada directament pel vent recte cap endavant o, si més no, no permetia navegar en un angle inferior el qual oferiria més possibilitat de direccions.

Al que això obligava era que si el vent no anava a favor de la direcció desitjada; es tiraven àncores i s'esperava que **rolés**<sup>3</sup> d'allà on fos necessari.



Va ser a finals del segle XIX que amb el desenvolupament de la forma de les veles i amb l'aparició d'aparells més complexos i sofisticats; les embarcacions de vela van deixar de dependre tant de la direcció del vent per passar a controlar, des d'aquestes, el seu traçat sobre el mar.



La vela lleugera es remunta un xic més tard, entre mitjans i finals del segle XIX, quan amb la revolució industrial s'havien potenciat més les activitats d'oci entre les quals s'utilitzaven les embarcacions per pràctiques esportives i navegació d'esbarjo. Fer regates i competir amb els velers mercants que havien existit tota la vida cada cop es feia menys factible. Cada any s'intentaven millorar els dissenys, la qual cosa feia aquesta pràctica cada cop més i més costosa.

---

<sup>3</sup> **Role:** canvi de direcció del vent.



La solució va ser començar a fer ús d'embarcacions més petites per aquesta pràctica, mentre que les grans van seguir el seu propi curs paral·lelament però per un ús privat. Serien doncs els antecedents dels actuals iots.

D'embarcacions de vela lleugera actualment n'hi ha moltes de diferents amb la característica comuna de ser pràcticament iguals entre elles, afavorint així una competició justa de joc.

El món de les embarcacions no té aturador i cada vegada acoren més tècnicament. La física dona sempre la mà a les embarcacions fins al punt de què inclús hi ha aquella embarcació la qual no té ni tan sols timó ni orsa; el patí català, o com a altre exemple ara es troben molt aquelles embarcacions que com els ocells volen arran d'aigua; utilitzant foil. Doncs com aquestes moltes més de diferents, totes però amb l'essència compartida.



## 1.2 \_ RUMBS



La invenció de les veles que tots coneixem avui dia són la raó per la qual podem conèixer diferents rumbos, és a dir; ens permet moure en múltiples direccions exceptuant quan l'embarcació intenta anar proa vent<sup>4</sup>.

Per distingir aquests diferents rumbos els coneixem de la següent manera:

- **Cenyida:** és el rumb més proper a anar contra la direcció del vent amb el qual el vaixell navega a 45° d'aquesta. Es pot cenyir en ambdues direccions segons si reben el vent per l'amura de babord o estribord. És

---

<sup>4</sup> **Proavent:** direcció on la proa (part davantera) del vaixell va directament contra la direcció d'on ve el vent.

doncs la solució per poder navegar contra el vent; fent ziga-zaga de 90° per anar avançant.

- **Esquartalà:** aquest rumb moltes vegades no es contempla, ja que és una fina línia entre dos rumbos. No es pot considerar exactament una cenyida com al rumb més acurat al vent; puix no compleix els 45° o els graus als quals l'embarcació permeti cenyir, pel fet que poden variar subtilment segons el disseny d'aquesta. Però alhora no rep el vent de través encara.
- **Través:** és el rumb que rep el vent pel lateral o través del vaixell. És a dir; el vent travessa perpendicularment o de costat l'embarcació formant un angle de 90° amb la **línia de cossia**<sup>5</sup> respecte de la direcció del vent.
- **Llarg:** és el rumb el qual rep el vent per l'aleta de qualssevol d'ambdós costats de l'embarcació.
- **Popa:** és el rumb que rep el vent just per la popa; 180° entre la proa respecte del vent. En aquest cas conta de la mateixa direcció tant si la vela es queda col·locada a un costat com a l'altre i el vent l'únic que fa és empentar l'embarcació.



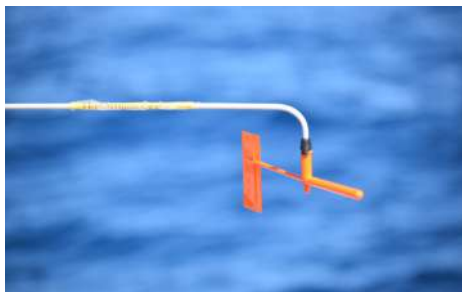
Per tal de poder utilitzar aquest ventall de possibilitats és necessari ajudar-se de l'escota per obrir o tancar la vela segons el rumb traçat.

Si bé el rumb és molt tancat la vela haurà d'estar molt tancada perquè el vent infla la vela equivalentment a costat i costat perquè li permeti avançar. Enlloc com més obert és el rumb és més necessari obrir la vela perquè el vent el que fa en aquests casos és més aviat empentar; just tal com funcionaven antigament els primers velers.

---

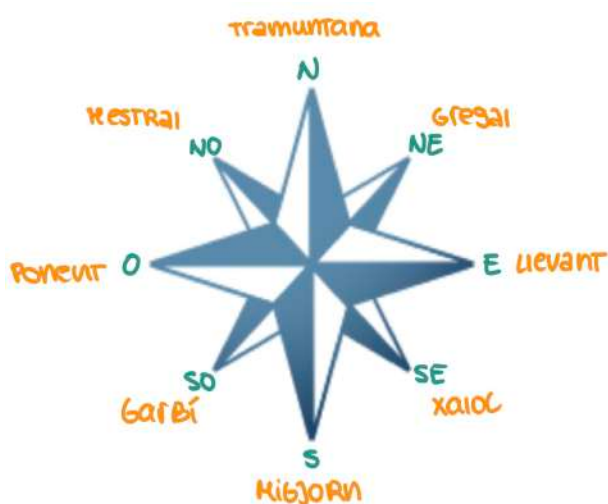
<sup>5</sup> **Línia de cossia:** eix longitudinal que parteix l'embarcació; separant per exemple estribor de bavor.

### 1.3 \_ VENTS



El vent és un moviment d'aire o algun altre tipus de gas en alguna direcció que pot ser canviant. És important per poder seguir correctament els rumbos ser molt conscients d'on ve el vent i inclús dels possibles roles que aquest pugui anar patint. Per això ens podem ajudar d'una **penell**<sup>6</sup> o simplement anar a tacte; inclús pot servir localitzar alguna bandera o element que ens pugui servir igualment d'indicador.

Per distingir els diferents tipus de vents utilitzem justament aquesta variant; la direcció. Generalment, els roles de vent i variacions dels seus traços tenen alguna raó de la mateixa manera que cada vent porta unes característiques pròpies.



**Nord - Tramuntana** ; vent fort i fred del nord d'origen polar.

**Nord-est - Gregal** ; vent grec fresc. Pot indicar pluja, però la seva pluviometria és bastant dispar segons cap a on està orientada la costa que el rep.

**Est - Llevant** ; d'on es lleva el sol. Juntament amb ponent és un vent típic d'estiu del qual depenen les temperatures per no ser sufocants sinó suportables i lleugeres. Sol anar acompanyat de gran onatge.

---

<sup>6</sup> **Penell**: instrument giratori que consta d'una placa que gira lliurement amb algun senyalador a l'altre costat. Doncs serveix com a indicador de la direcció del vent.

**Sud-est** - **Xaloc** ; vent asfixiant i ofegador, però com que a nosaltres ens arriba per mar després d'haver creuat una gran quantitat d'aigua, no ocasiona tantes conseqüències.

**Sud** - **Migjorn** ; vent que porta un aire sec i càlid; sobretot en mesos estiuencs, i que arriba amb onades de calor.

**Sud-oest** - **Garbí** ; vent tèrmic i típic de les tardes d'estiu. Pot portar pols del nord d'Àfrica o pluges amb pluviometria molt dispar tot en funció de la costa que el rebí.

**Oest** - **Ponent** ; per on es pon el sol. Juntament amb el vent de llevant, en depenen les temperatures.

**Nord-oest** - **Mestral**; vent sec i violent, que es presenta normalment en forma de vents forts i freds.
















## 1.4\_ ESCALA BEAUFORT

A més de diferents direccions, els vents poden tenir més o menys força, per la qual cosa existeixen també sistemes de classificació segons aquesta variant.

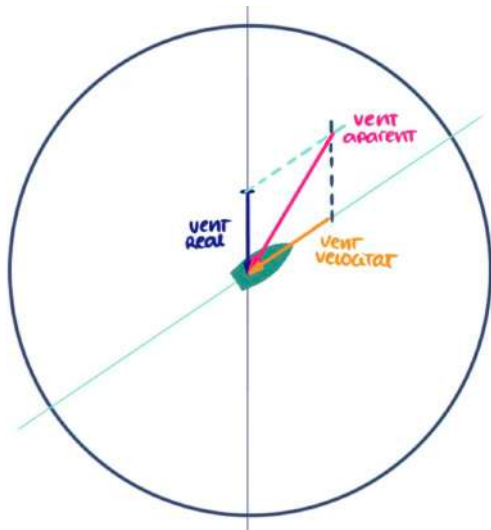


Existeix l'escala Beaufort que distingeix la velocitat del vent en forces. Però a diferència d'un cotxe, bicicleta o tren, per citar-ne alguns, el vent alhora que els vaixells calculen la seva velocitat en nusos.

Escala Beaufort				
Força	Denominació	Velocitat equivalent		Símbol
		km/h	Nusos	
<b>0</b>	Calma	0 - 2	fins 1	
<b>1</b>	Ventolina	2 - 6	1 - 3	
<b>2</b>	Vent fluixet	7 - 11	4 - 6	
<b>3</b>	Vent fluix	12 - 19	7 - 10	
<b>4</b>	Vent moderat	20 - 29	11 - 16	
<b>5</b>	Vent fresquet	30 - 39	17 - 21	
<b>6</b>	Vent fresc	40 - 50	22 - 27	
<b>7</b>	Vent fort	51 - 61	28 - 33	
<b>8</b>	Temporal	62 - 74	34 - 40	
<b>9</b>	Temporal fort	75 - 87	41 - 47	
<b>10</b>	Temporal molt fort	88 - 101	48 - 55	
<b>11</b>	Temporal violent	102 - 117	56 - 63	
<b>12</b>	Huracanat	> 118	> 64	

## 1.5\_ VENT: REAL\*APARENT

És indubtable que la navegació es practica sobre un terreny de condicions canviants anomenat mar, terreny el qual disposa de pocs senyals fixos, que ens puguin servir com a punts de referència. A més d'això, comptem amb l'ajut d'una variable anomenada vent que ja no trobem en el pla convencional sinó en la tercera dimensió.

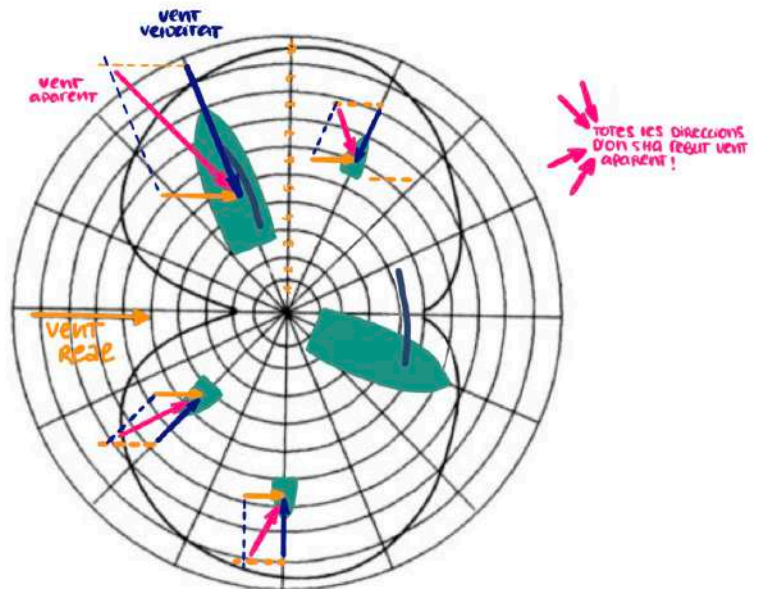


Partint del fet que ens guiem pel vent, hem de tenir en compte que tal com les aparences enganyen; el vent més.

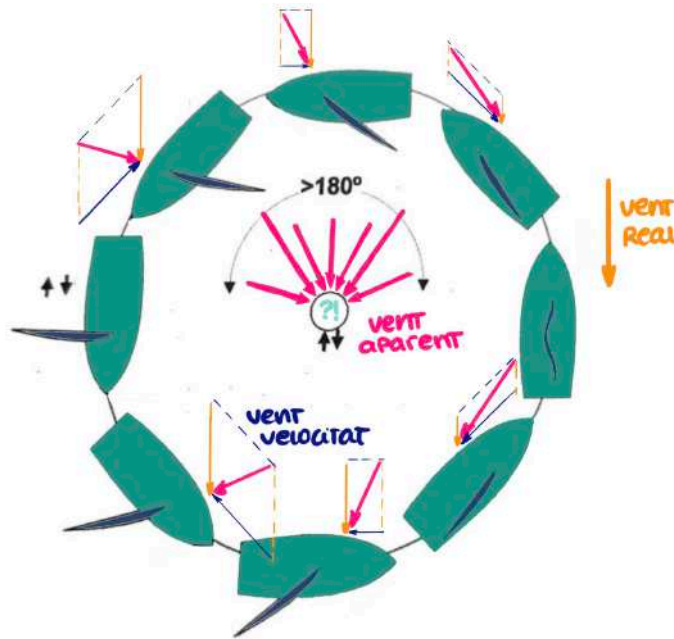
Pots imaginar-te-les, però no hi ha fletxes que indiquin d'on ve realment aquell que és invisible a la vista. El vent es nota, se sent a la pell, però just aquest és una il·lusió del que és real amb la velocitat que et brinda.

D'aquest vent que es percep s'anomena vent aparent, i els altres dos són el vent-velocitat i el vent real.

Per simplificar-ho, el vent real és aquell que existeix a efectes climatològics i el que realment ens permet navegar i hem de tenir en compte per fer-ho i el rumb al qual seguir. D'altra banda, el vent-velocitat és el que apareix gràcies a la velocitat que adquireix el vaixell; i la suma dels dos produeix el vent que sentim en navegar.



Diem doncs que el vent aparent és aquell que, sense saber més, es considera com a vent real, però que només n'és realment la il·lusió.



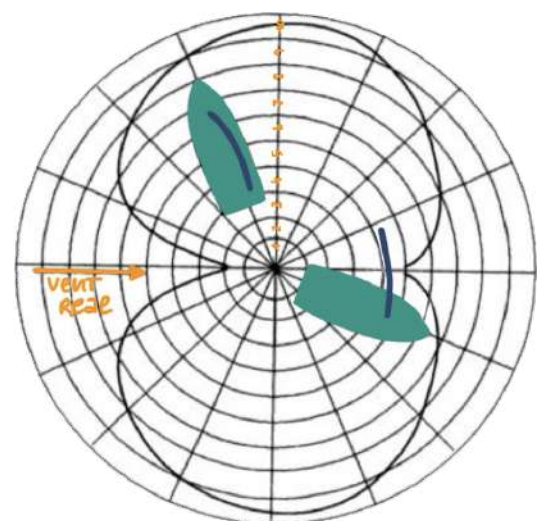
De fet, es crea tal il·lusió que genera, a aquell qui no domina l'embarcació respecte al medi, una confusió de la direcció del vent real de 180°.

Això passa ni més ni menys que perquè segons el rumb que porta l'embarcació el vent-velocitat pot anar en qualsevol direcció d'un cercle complet; 360°, si aquest se suma al vent real que és fixa, resulta amb diferents vents aparents que recullen aquests 180° anteriorment esmentats.

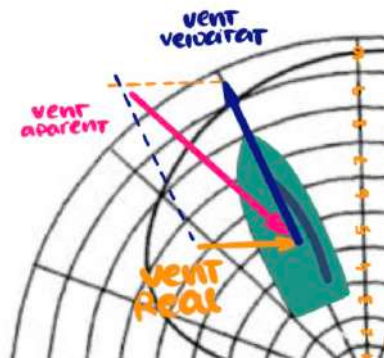
recullen aquests 180° anteriorment esmentats.

Existeix una manera analítica de saber quin és el vent aparent a partir del vent real i la velocitat a la qual es navega. Això es pot fer gràcies a un aparell anomenat udògraf. A més, aquest representa molt bé l'ampli marge de graus que recull de vent aparent una embarcació.

El funcionament d'un udògraf és dibuixar els diferents vents en les seves direccions corresponents, partint del fet que el vent real es dibuixa sempre equivalent a set; en l'escala enumerada dels diferents cercles. Llavors el vent-velocitat tindrà la mesura dels nusos de la velocitat a la qual vagi el vaixell en qüestió.







Doncs traçant paral·leles sobre ambdues en resultarà un altre vèrtex des del qual s'uneix amb el que generen els dos primers vents en un inici. La recta que serà traçada entre els dos vèrtexs és el vent aparent de l'embarcació tractada.

Aquest concepte és molt útil en el cas dels vaixells que disposen de **foil**<sup>7</sup> i el seu objectiu és principalment la velocitat.

En una embarcació de vela convencional, l'embarcació difícilment igualarà la força de vent que li dona l'avanç. Això serà degut al fet que la velocitat li proporciona una força contrària a la seva direcció que evita l'acceleració exponencial.



A diferència d'aquestes, doncs, les embarcacions amb foil reben el vent real i el vent-velocitat, que a causa de la reducció de fregament que brinda el fet que el casc no toqui



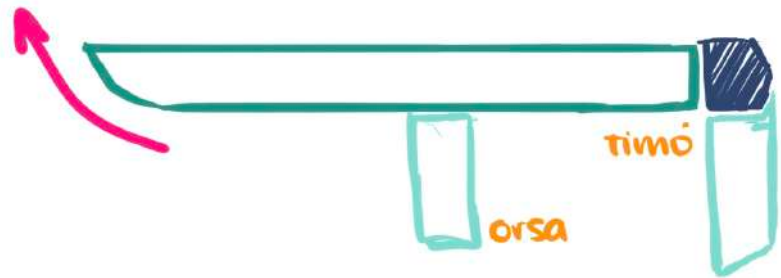
el fluid de l'aigua, fa augmentar el vent aparent. Aquest fenomen dona lloc repetides vegades fins que s'arriba a la velocitat on la força que oposa resistència s'iguali a l'acceleració que està donant lloc.

<sup>7</sup> **Foil:** (*hydrofoil*) són unes ales dissenyades per aixecar el casc d'un vaixell en moviment de manera que la major part d'aquest estigui per sobre de l'aigua. D'aquesta manera la fricció amb l'aigua es redueix notablement i s'aconsegueixen velocitats molt més elevades.



És per aquesta raó, entre d'altres, que les embarcacions d'aquestes característiques aconseguix arribar a velocitats tan elevades i superiors inclús a les del vent real que s'està rebent.

De la mateixa manera, però, que el foil quan pren velocitat fa que s'elevi tota l'embarcació, amb el timó i orsa d'un vaixell convencional també es produeix un efecte similar.



Aquestes dues parts eleven la proa de l'embarcació lleugerament.

Si bé és cert que això té molts avantatges, si s'elevés més del compte, resultaria contraproductiu; atès que després s'arrossegaria la proa produint no menys sinó més fregament amb l'aigua.

## 2\_ SPLASH

### 2.1\_ MESURES D'UN SPLASH

Eslora		3.58m
Màniga		1.34m
Superfície vèlica		5.5m <sup>2</sup>
Calat		0.9m
Pes	casç :	52kg
	<b>accés</b> <sup>8</sup> :	18.5kg



### 2.3\_ PARTS D'UN SPLASH

**Timó:** tècnicament és un dispositiu utilitzat per maniobrar vehicles que es mouen per fluids; habitualment aire o aigua. En el cas de les embarcacions de vela lleugera són de tipus canya i funcionen reorientant el fluid; l'aigua, que passa pel voltant del buc, aconseguint així transmetre el moviment de gir al vaixell.

---

<sup>8</sup> **Accés:** pes corresponent a la jàrcia, politges, mastil i botavara, caps, etc. Doncs tot el que no és pròpiament el casç.



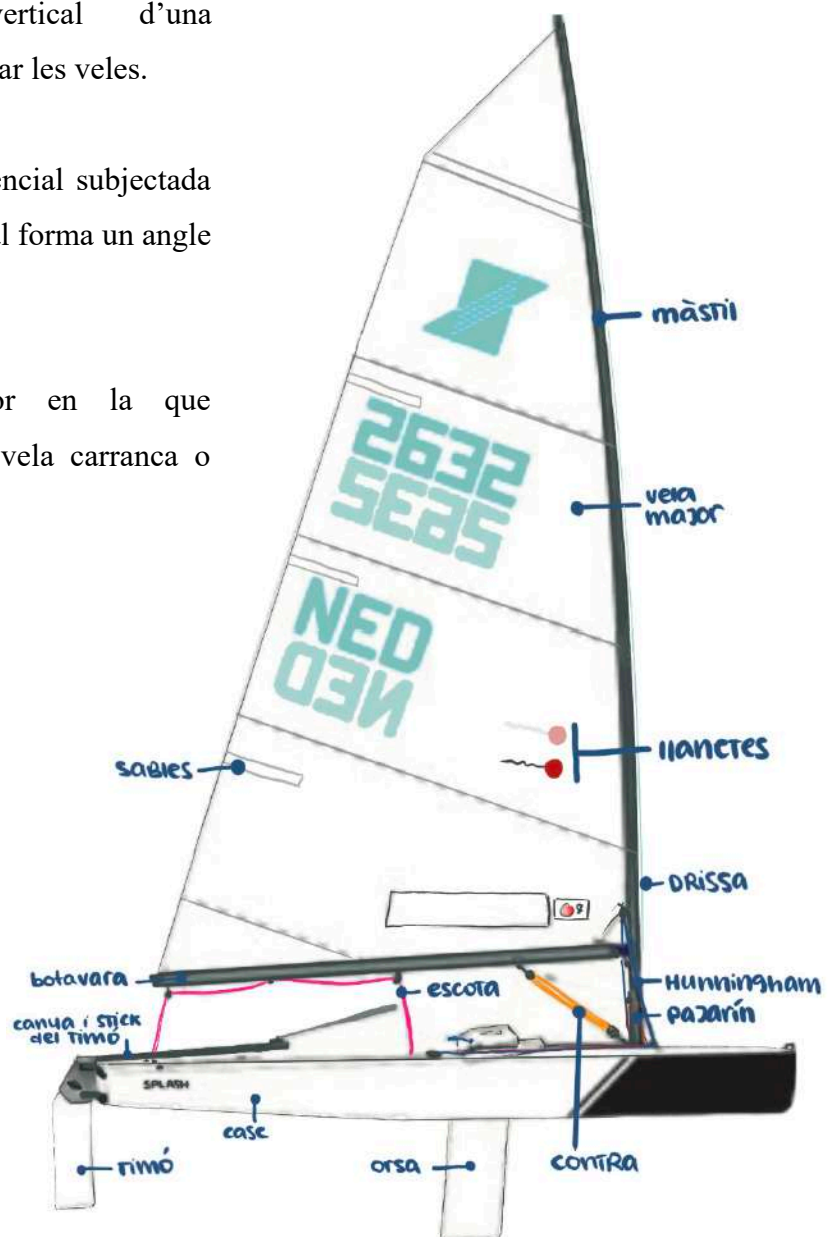
**Orsa:** és una peça de fusta, ferro, o ara usualment de fibra de vidre, emprada per millorar l'estabilitat d'una embarcació. Per evitar el joc d'aquesta malmetent així l'embarcació; l'orsa de les embarcacions de vela lleugera travessa la totalitat del seu casc. Així doncs, conta de més superfície per repartir les forces i fer palanca.

**Màstil:** pal vertical d'una embarcació destinat a subjectar les veles.

**Major:** vela presidencial subjectada directament pel màstil ell qual forma un angle recte amb la botavara.

**Botavara:** penjador en la que s'enverga la ralinga d'una vela carranca o marcona.

**Casc:** estructura externa d'un vaixell.



## 2.4\_ LA VELA DE L'SPLASH

- **Gràtil:** part davantera de la vela.
- **Baluma:** part posterior de la vela.
- **Pujamen:** part interior de la vela.
- **Puny de drissa:** puny superior de la vela situat a l'extrem superior del gràtil.
- **Puny d'amura:** puny davanter inferior situat a l'extrem superior del gràtil.
- **Puny d'escota:** puny inferior de la baluma a partir del que es controla el grau d'obertura de la vela.



## 2.5\_ SISTEMES DE TRIMATGE<sup>9</sup> A L'SPLASH

Perquè la vela estigui ben tensada des dels diferents punts i angles possibles són necessàries unes ajudes particulars. Doncs conèixer aquests diferents sistemes de tramatge és



la manera d'aconseguir el màxim aprofitament de les possibilitats que ofereixen.

**Escota:** l'escota s'utilitza per regular i ajustar la posició de la vela al rumb que volem seguir per tal d'assolir el resultat que n'esperem. Doncs per poder **caçar la vela**<sup>10</sup> o **amollar-la**<sup>11</sup>.

---

<sup>9</sup> **Trimar:** variar la forma de la vela o la seva obertura

<sup>10</sup> **Caçar la vela;** disminuir el grau d'obertura de la vela.

<sup>11</sup> **Amollar la vela:** augmentar el grau d'obertura de la vela.

**Contra:** serveix per evitar un possible alçament de la botavara en rumbs molt oberts i ajuda doncs a corregir l'eficiència de la vela major.

**Drissa:** la drissa és l'encarregada d'izar<sup>12</sup> o arriar<sup>13</sup> la vela de l'embarcació. També podria correspondre, en algun altre cas, amb el que s'iza una bandera al màstil.



**Cunningham:** El Cunningham serveix, per el general, per tensar el gràtil. Aquest sistema en particular desplaça la bossa de la vela i el centre vèlic cap endavant si el màstil es manté recta quan tensem el puny d'amura cap a la base del màstil.



**Pajarín o faixó:** el pajarín aplanava la vela sobretot la part baixa de la vela tensant el puny d'escota cap al final de la botavara. A l'hora de la veritat però, aquest canvi afecta tota la vela guanyant així atac a la zona del gràtil a més d'obrir la baluma. Amb això aconseguim desplaçar el centre vèlic cap a la popa.



**Sabre:** els sabres els trobem a totes les veles i són un element estructural en forma de llistó que s'introdueixen a la vela amb la intenció de donar-li rigidesa i determinar així la seva forma, com si fos l'esquelet o costelles del vaixell.

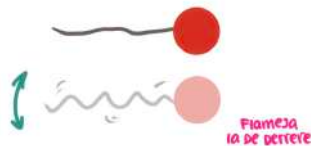
**Llanetes:** Petits fils de llana, per això anomenats "llanetes", amb la principal funció d'indicar si l'embarcació està navegant correctament amb la vela respecte de la direcció d'on rep el vent.

---

<sup>12</sup> **Izar:** maniobra d'alçar les veles fins a la posició adequada per fixar-les

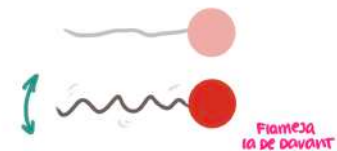
<sup>13</sup> **Arriar:** maniobra contrària a izar les veles, doncs baixar-les, plegar-les

És a dir que indica si s'haurà de modificar la vela; caçant-la o amollant-la, o el rumb; **orsant**<sup>14</sup> o **arribant**<sup>15</sup>, per assolir així que la vela rebi el vent sempre amb la mateixa angulació.



Així doncs, si la llaneta interior **flameja**<sup>16</sup>, és indicador que no li arriba prou vent per inflar la vela; i el que això requereix és obrir el rumb respecte del vent, en canvi, si la que flameja

és l'exterior vol dir que no arriba prou vent a la part exterior doncs estaria demanant tancar el rumb cap a la direcció del vent.



En qualsevol dels dos casos, que les llanetes flamegin indica un desequilibri en les partícules de vent que passen per costat i costat de la vela. I si bé són aquestes les que permeten a la física actuar i fer avançar l'embarcació, el desajust del seu bon ús suposa paral·lelament una pitjor optimització dels recursos que ens brinda la física aeronàutica.



<sup>14</sup> **Orsar**: maniobra d'acostar la proa de l'embarcació a la direcció d'on ve el vent.

<sup>15</sup> **Arribar**: maniobra d'allunyar-te de la direcció d'on ve el vent; obrir-se respecte del vent. També se n'hi sol dir "caure".

<sup>16</sup> **Flamejar**: moure'/ agitar-se amb l'aire o vent.

## 3\_ LA FÍSICA DE LA NAVEGACIÓ A VELA

### 3.1\_ ELS PRINCIPIS FÍSICS I L'AERODINÀMICA

La base de tot es remunta al **vent**; essencialment aire en moviment que es desplaça d'una a altra banda gràcies a la diferència de pressió. El vent es troba amb la vela, amb la que quan hi entra en contacte canvia el seu curs generant un **impuls**. A partir d'aquest s'aconsegueix un **desplaçament** seguit d'una inèrcia que arrossega el vaixell. Doncs la suma de: tots aquests factors culminant amb el desplaçament aplicat sobre l'aigua, amb el correcte ús tècnic, és la **navegació**.

En l'embarcació perquè s'hi generi moviment, rep unes **forces dinàmiques**<sup>17</sup>, en canvi, el patró d'aquesta, o **regatista**<sup>18</sup>, aplica teòricament **forces estàtiques**<sup>19</sup>; que impliquen aplicar força per realitzar contrapesos i d'altres però amb els músculs en tensió completament immòbils.



Per això la física que s'aplica a l'embarcació és la suma de les forces estàtiques i d'equilibri combinades amb la dinàmica de fluids d'entre la qual trobem l'aerodinàmica de l'acció del vent sobre les veles, i les forces de l'acció del casc sobre el mar.

En essència l'objectiu sempre és tirar endavant, avançar. Perquè l'embarcació acabi duent a terme una força que li permet això, a la qual ens referim com a força d'avanç, necessitarem que entri en joc un fenomen físic anomenat efecte venturi.

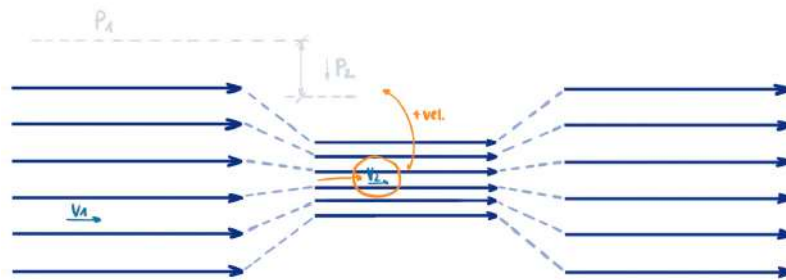
---

<sup>17</sup> **Forces dinàmiques:** producció del moviment d'un cos o alteració del mateix.

<sup>18</sup> **Regatista:** persona que competeix a regates; curses de vaixells.

<sup>19</sup> **Forces estàtiques:** manteniment de les forces en equilibri.





El concepte d'efecte venturi se simplifica comparant-lo amb una ventosa. Així és com actua aquest, a causa de la diferència de pressió es produeix una variació també de velocitats directament proporcional l'una de l'altre. És per això que la zona on les partícules d'aire s'ajunten generant menys pressió, aquestes hauran de viatjar a més velocitat; com bé es troba representat en el dibuix superior.

Això passa per el principi de la conservació de l'energia, que implica que la pressió es conservi:

$$P. \text{estàtica } 1 + P. \text{dinàmica } 1 = P. \text{estàtica } 2 + P. \text{dinàmica } 2$$

*(menyspreant la pèrdua de càrrega)*

Aquest fenomen al costat de partícules que segueixen el seu curs normal produeix un efecte similar al d'una ventosa; que així doncs, xucla cap a la zona de més pressió i velocitat.



Tècnicament parlant, tres principis físics successius són els que aconseguen explicar l'origen de la sustentació. Aquests principis són els següents: començant pel de Bernoulli, el segueix la tercera Llei de Newton amb el principi d'acció-reacció i per últim el teorema de Kutta Joukowski que explica una de les raons fonamentals de l'aerodinàmica amb la circulació del fluid.



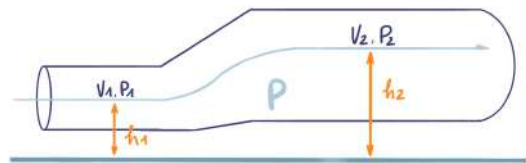
L'explicació més bàsica i que clàssicament ho exposa és la que diu que en passar per una zona de menor secció, la pressió que tenim inicialment ( $P_1$ ), disminueix; i que a conseqüència d'això, la velocitat augmenta ( $V_1 < V_2$ ).

Aquest fenomen s'explica amb l'aplicació del primer dels tres; Bernoulli.

Per detallar aquest principi, es té en compte que el comportament al llarg d'un fluid (en condicions ideals) al llarg d'una línia de corrent, l'energia es manté constant al llarg del seu recorregut.

L'energia en qüestió consta de la suma de tres tipus:

- D'energia cinètica, la qual depèn de la velocitat del fluid.
- Energia del fluid, que depèn de la pressió.
- Energia potencial gravitatòria, variant segons l'altura.



$$\underbrace{\frac{V^2}{2}}_{\text{Energia cinètica segons la velocitat}} + \underbrace{p}_{\text{Energia del fluid segons la pressió}} + \underbrace{\rho g z}_{\text{Energia gravitatòria degut a l'altura (z)}} = \text{constant}$$

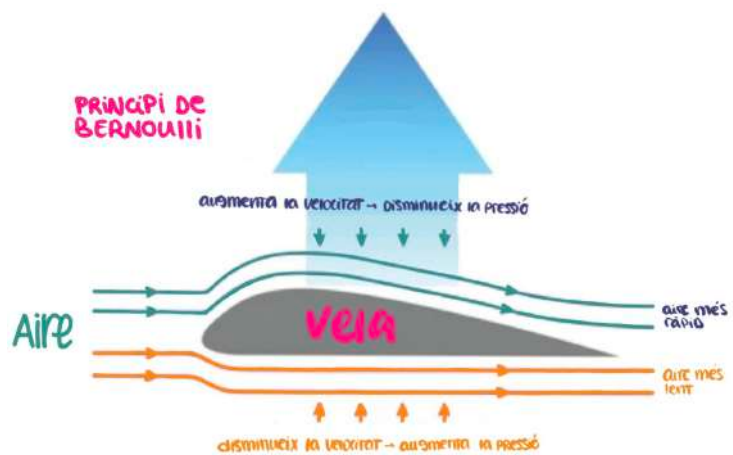
l'energia del fluid que es manté constant.

Si bé els principis que intervenen en la petita embarcació són quasi inacabables, per tal d'entendre millor el concepte principal, considerarem que navega sobre una zona no viscosa; doncs la viscositat serà negligible i el cabal constant; de la mateixa manera que el fluid incompressible ( $\rho$ ) també ho serà. Tenint en compte totes aquestes consideracions podrem aplicar la fórmula anterior.

Això sí, aquests últims conceptes són un mer exemple de petites minúcies dins tota la física que podem trobar al navegar. Però el més complicat que es té en compte, a la pràctica, quan es navega, i no ets realment qui ha de confeccionar l'embarcació; i per això pensar fins a l'últim detall, serà l'aerodinàmica que ens permet avançar. Encara que en moltes ocasions ni aquest concepte es té conscientment present.

Les aplicacions de l'aerodinàmica a la vela lleugera passa per, ni més ni menys, que la teoria de la mateixa explicació del “perquè els avions volen?”.

En essència, aquest fenomen s'explica pel fet que quan les ales d'un avió tallen l'aire del medi en el qual es troba aquest, les seves partícules s'hauran de partir i patiran una diferència de pressions pel canvi de velocitats.



Ja que en el cas de la forma de les ales d'un avió, la partícula que hagi de recórrer-les per la part superior, sens dubte haurà d'anar a més velocitat, ja que al estar corbada, es troba a més distància del final d'aquest recorregut.



Això anirà directament relacionat a què la pressió de l'aire disminueixi. I de la mateixa manera, la part inferior anirà a menor velocitat, ja que haurà de recórrer menys distància, la seva pressió de manera directament proporcional augmentarà.

Amb aquestes que es produirà un efecte similar al que seria una ventosa, anomenat efecte venturi del principi Bernoulli. Serà així pel fet que els principis que segueix, corresponen als dictats pel físic anomenat així.

L'explicació més gràfica d'aquesta explicació que les veles funcionen per succió i no per empenta és un experiment exageradament senzill:

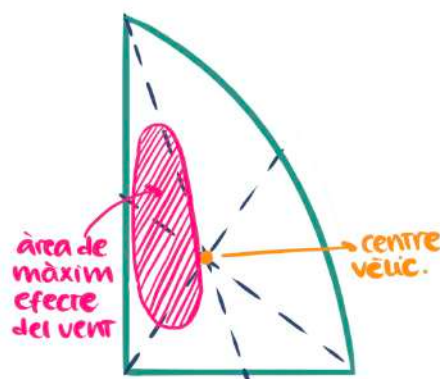
Si a un paper el bufes per la seva part inferior puja un cert angle, però amb sort aquest arriba als 45°. Aquesta pràctica simularia les veles si el seu avanç només depengués de l'empenta del vent.



En canvi, si bufant el paper es fa passar l'aire per ambdós costats, no només puja 90° sinó més, a més s'alça a molta més velocitat.

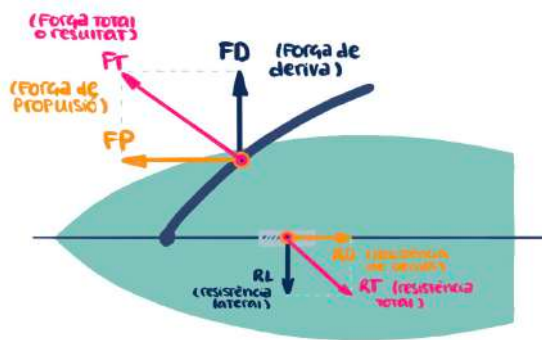
### 3.2\_ FORCES D'AVANÇ

Donada la sustentació l'efecte causat per l'efecte venturi, en resulta una força. El vector imaginari d'aquesta força conflueix al **centre vèlic**<sup>20</sup>, que variarà segons com està confeccionada la vela.



<sup>20</sup> **Centre vèlic:** punt confluent entre el punt mig de cada costat i el seu vèrtex oposat.

A més el vent respecte d'una vela sempre entra pel mateix angle, ja que justament el que es fa és trimar la vela segons es va canviant de rumb perquè així sigui. Doncs es compleix sempre en excepció del rumb de popa. Per la primera raó l'àrea de màxim efecte del vent, en quasi la totalitat de rumbos, és l'assenyalada.



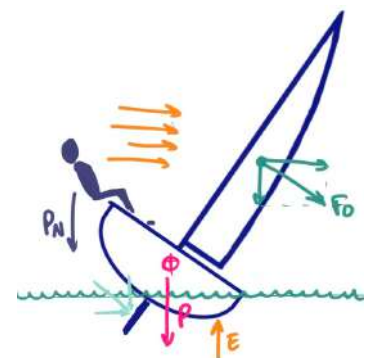
Respecte a la força que fa avançar una embarcació no n'és una de sola sinó una suma de forces. La força que el vent aplica sobre la vela ens aporta la total o resultant la qual podem descompondre en dues d'altres: la força de propulsió; en el sentit de l'avanç de l'embarcació, i la força de deriva; perpendicular a aquesta.

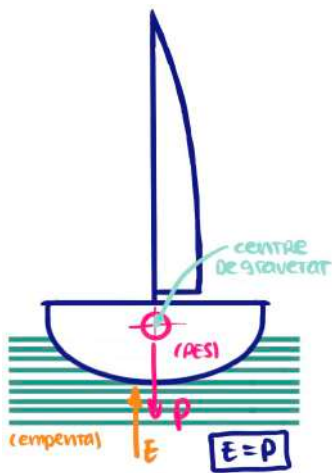
Pel principi d'acció reacció a l'orsa s'hi generen dues forces compensatòries. La primera compensa la de deriva; resistència lateral, i l'altre que compensa la d'avanç d'una embarcació; resistència de deriva. Aquesta segona, quan és més petita que la força de propulsió, l'embarcació accelera; i quan s'igualen, l'acceleració desapareix i la velocitat es manté constant.

Aquestes forces considerades fins aquest punt són les aplicades en planta, però també es tenen en consideració les que actuen en el pla vertical.

Malgrat que la suma d'aquestes és la més evident, no aconseguirien navegar si no comptessin amb un altre suma que les equilibra.

En la vista en alçat de la figura mostrada es visualitzen les forces que intervenen en aquest pla tot creant moments; els quals actuen sobre l'embarcació provocant-li una variació de la seva escora, a partir de la qual un petit veler pot tant bolcar com, per contra, mantenir-se pla.



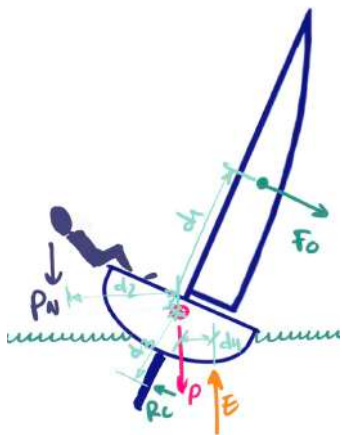


L'objectiu del navegant és just aquest últim, mantenir l'embarcació plana per assolir més velocitat.

A través de les següents equacions s'hi analitza l'efecte de la posició del navegant respecte el vaixell.

La primera de les forces que intervenen són l'empenta vertical de l'aigua que es compensen. El valor d'aquesta és igual al pes de l'aigua (volum \* densitat) que l'embarcació ocupa dins l'aigua.

Les altres forces que hi intervenen són les que ja hem conegut prèviament: la força de deriva i la resistència lateral.



Per acabar, la darrera força que hi pren partit és la del pes del navegant.

Amb el vaixell escorat, el pes i l'empenta intervenen en la suma de moments. Però amb l'embarcació plana deixen de prendre-hi partit.

Per visualitzar la situació de manera més senzilla considerarem que l'embarcació està plana i analitzem ara la suma dels moments que s'hi creen aplicats al centre de gravetat.

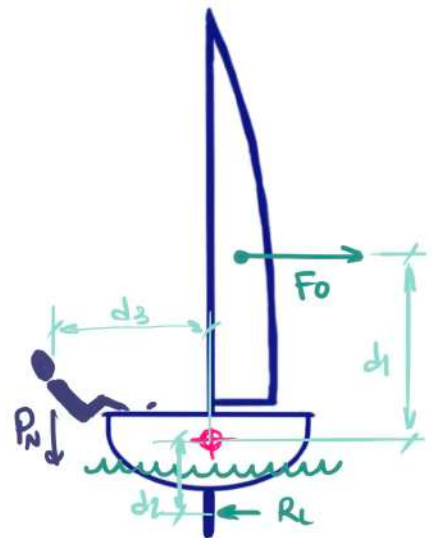


$$\underbrace{F_d \cdot d_1}_{\text{M. del VENT.}} + \underbrace{R_c \cdot d_2}_{\text{M. reacció ORSA}} = \underbrace{P_n \cdot d_3}_{\text{M. del PES}}$$



Tal com mostra la fórmula; quan  $F_d$  augmenta,  $d_3$  també haurà d'augmentar.

Això s'explica perquè com més forta és la força del vent, més contrapès haurà d'aplicar la persona per compensar aquesta. Si ni amb el pes ni amb  $d_3$  s'aconsegueix prou moment compensatori, la conseqüència serà que l'embarcació bolcarà.



## 4\_ CONFECCIÓ REAL D'UN SPLASH

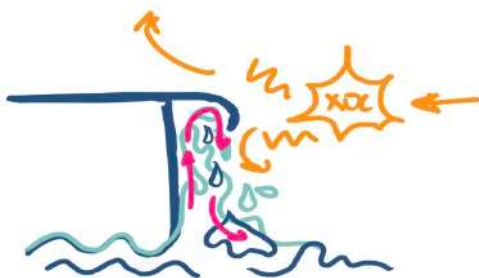
### 4.1\_ EL CASC

El casc d'una embarcació és on convergeix tot. Alhora que ha de ser còmode per moure-s'hi, ha de ser resistent; per ser el mínim de susceptible als cops possible, però a més lleuger; per aconseguir no ocasionar més resistència i perdre velocitat pel pes.

Cada mil·límetre del buc està calculat i estudiat per buscar l'equilibri òptim de funcionalitat.

Per començar, el casc no té la mateixa duresa i proporcionalment resistència en totes les seves parts. Doncs tota la part d'**obra viva**<sup>21</sup> és una part molt tova, atès que la força que ha de suportar és la del fluid de l'aigua i s'aprofita que no necessita tant de reforçament per estalviar massa d'aquest costat. D'altra banda, la part superior a més d'haver de suportar totes les parts externes al buc, ha de suportar el pes del qui governa l'embarcació que, a més, aquest s'hi desplaçarà dins d'ella.

Per evitar la flexió longitudinal de l'embarcació és molt útil els plecs de les vores amb els que compta l'Splash. De fet, aquests plecs citats tenen moltes més utilitats de les que pot semblar.



També serveixen per dificultar que l'embarcació pateixi greus danys en cas de col·lisió, o d'altra banda ajuda al fet que l'aigua que s'impulsi esquitxada cap a l'interior del buc es topi amb aquesta forma arrodonida que li donarà la tendència a tornar allà d'on prové.

<sup>21</sup> **Obra viva:** part del buc que queda submergida sota la línia de flotació.

A termes més generals i relacionat a evitar la flexió o qualsevol altra resposta que pugui deformar el casc, tots els plecs i formes que tingui la part de l'obra morta de l'embarcació ajuden a mantenir l'estructura evitant que aquest pateixi possibles deformacions.

#### 4.2\_ CONFECCIÓ:

Existeix una gran varietat de vaixells de vela, cada un de forma, color i material diferent segons el model del que es tracti.

En el cas de l'Splash, una embarcació de vela lleugera, el casc és de fibra de vidre i té en el seu interior un esquelet que reforça les parts més dèbils alhora que susceptibles a col·lisió. D'altra banda, compta amb una bossa d'aire que garanteix una mínima flotació en cas que entrés massa aigua dins l'embarcació.

A l'hora de construir-lo es fa a dues peces, el casc amb l'esquelet i el que seria la planta amb banyera que funciona com a tapa. És per aquest motiu que l'Splash és propens a esquarterar-se o trencar-se en cas de cops laterals. També s'ha de tenir en compte la dissipació de forces amb la que està pensada: sempre que la força aplicada amb un hipotètic xoc, com més dissipació de la força tingui la part de l'embarcació on es dona el xoc, més dificultat tindrà la mateixa a malmetre's.





### 4.3\_ REPARACIÓ

Per fer degudament les reparacions en un Splash, o de qualsevol altre tipus d'embarcació, cal tenir molt en compte els materials utilitzats originalment. A part de saber que el principal material de què està fet és la ja citada fibra de vidre, és necessari també saber que per enganxar aquest material es fan servir resines, i que la de l'Splash és resina de polièster. Llavors per fer qualsevol reparació és recomanable fer servir el mateix tipus de material que l'original.

De fibra de vidre n'hi ha de trenada i de pallada. La primera és la que; amb la seva correcta col·locació, dona la forma i la resistència a la penetració del casc de l'embarcació i, en canvi, l'altre proporciona més aviat gruix i uniformitat.



Pel que fa a les resines, també és bo fer ús de la mateixa resina de polièster amb la que s'ha treballat ja de sèrie, encara que en aquest cas també es pot reparar amb la resina d'epoksi sobre l'original. En canvi, viceversa no seria possible, ja que la resina de polièster no és viable aplicar-la sobre la d'epoksi.

Un altre factor és que tots aquests materials són químics i s'ha de tenir molta cura amb la seva utilització. La fibra de vidre quan es poleix o s'hi treballa produeix una pols que genera picors, i respecte a la resina de polièster, per treballar-la, s'utilitza un accelerador anomenat "octoato de cobalto" que és altament explosiu; perquè s'han de mesurar molt bé les quantitats per fer la mescla.

En últim lloc, els acabats s'aconsegueixen amb "gelcoat" o massilla que després es poleixen i cobreixen amb pintura, ja no només per l'efecte estètic sinó perquè genera una capa d'impermeabilitat.

## 5\_ PART PRÀCTICA

### 5.1\_PRESA DE MIDES

Un Splash no és una embarcació convencional. De fet, val a dir que l'escola on m'he instruït és l'única que utilitza aquest model a Catalunya, per ja no parlar d'Espanya. En la majoria d'escoles de vela i clubs nàutics s'hi troben embarcacions com "raqueros", "picos", "optimist", "lasers", "ilca", "420", i d'altres.

Però nosaltres no, nosaltres tenim Splash. Aquests inclús per competir s'ha de fer a escala mundial amb països com Holanda, Itàlia... L'excepcionalitat d'aquesta embarcació no acaba aquí, sinó que ja la trobem en el documentat. Doncs no només es va fer difícil trobar els plànols d'un Splash sinó impossible, no n'hi ha registre.

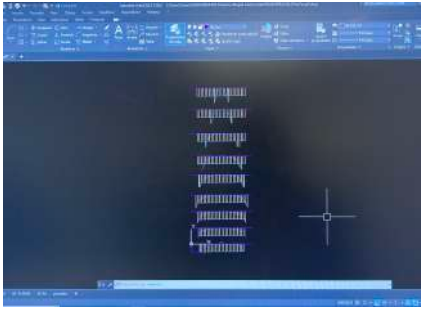
Davant aquest inconvenient i l'aparent solució de fer el disseny d'una altra embarcació el cor va posar-hi traves. "El" vaixell era l'Splash, amb aquest vaig aprendre i aquest és amb el que havia de donar suport al meu treball.

A mesurar doncs! Si bé no hi ha plànols per començar el maquetatge, fem un pas més enrere i comencem per dissenyar-los personalment.



Per començar, gràcies a la meva escola de vela i, que encara que durant l'hivern roman tancat, pogués anar-hi i accedir a un dels cascs de Splash reals, amb els que tants meravellosos estius passem navegant, amb el meu pare ens vàrem dedicar a prendre mides amb el màxim possible de precisió.

El terreny on va quedar col·locat l'Splash al revés, era una passarel·la de la platja desnivellada. Llavors el següent pas, tot marcant les seccions amb un fil transversal de proa a popa, vam utilitzar una barra perpendicularment a on hi hauria aquest fil.

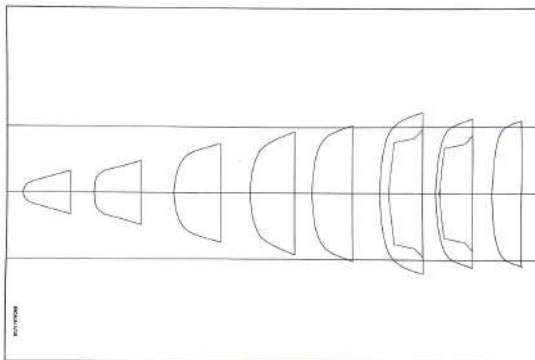


Per tal de mantenir aquesta barra en la mateixa inclinació mentre mesurem les diferents seccions vam utilitzar, llavors sí, un nivellador. Més endavant es tindrà en compte doncs la diferència entre les mesures d'un costat i de l'altre a raó de l'angle que crea aquesta diferència de nivells.

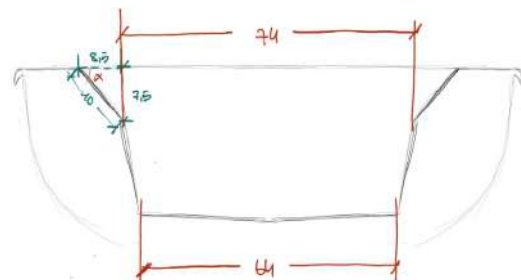
## 5.2\_ DISSENY DE L'SPLASH

Un cop totes les mesures preses toca donar-los-hi una utilitat. S'han d'organitzar de tal manera que en resulti els plànols que mancaven.

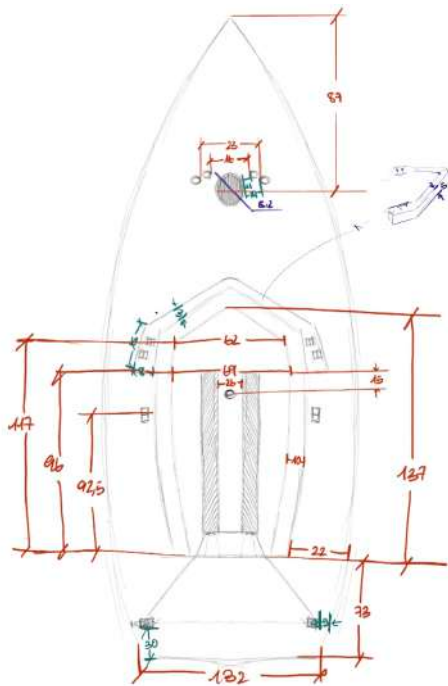
Per fer això s'ha fet ús del programa d'arquitectura i enginyeria "AutoCAD". Tinc la sort que el meu pare és enginyer i, a més de guiar-me en la presa de mides, em va donar aquestes facilitats per donar-los-hi forma.



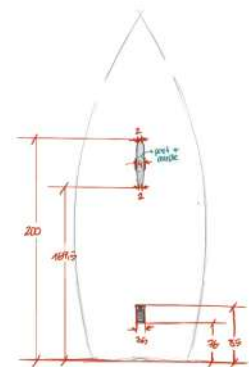
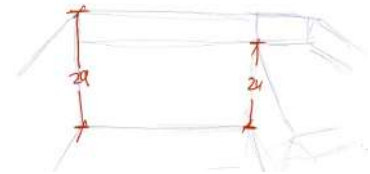
El primer va ser dibuixar al programa les diferents seccions a mil·límetre exacte.



Doncs un cop fetes amb l'ajuda del mateix programa podem redreçar aquest angle de la diferència de desnivell, que conclou en què ara ja sí els dos costats de secció seran simètrics.



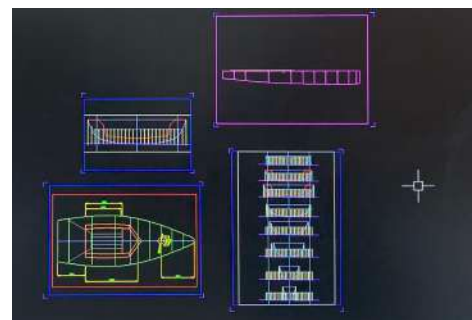
Un cop això fet, ja podem fer el pla de planta amb l'ajuda dels punts exactes de les seccions, que hauran de coincidir; i del croquis on hi hauran hagut anotades diferents mides significatives de parts de la banyera, a més de politges mordaces, etc.



--- Com es pot comprovar a les diferents imatges hi apareixen aquests croquis esmentats ---.

I ja per acabar els plànols farem el mateix procediment; utilitzant els punts necessaris de les ja definitives seccions per acabar-ne aconseguint el perfil.

Amb planta, seccions i perfil enllestits ja només cal imprimir-los repetides vegades perquè ens serveixin d'eina de treball per obtenir una maqueta tan precisa i mil·limètrica com sigui possible.

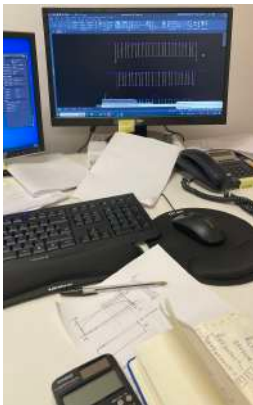


### 5.2.1\_AutoCAD

El programa usat pel disseny dels plànols necessaris per maquetar l'Splash és ni més ni menys que un dels programes més utilitzats en l'àmbit tant d'enginyeria com d'arquitectura; un autèntic bàsic en l'entorn laboral d'aquests dos mons que van de braçet.

Doncs l'AutoCAD és mundialment reconegut per la gran varietat de possibilitat d'edicions que té a més de l'agilitat que proporciona o la capacitat de col·laboració entre equips, dispositius i la garantia sobre els mateixos amb la compatibilitat.

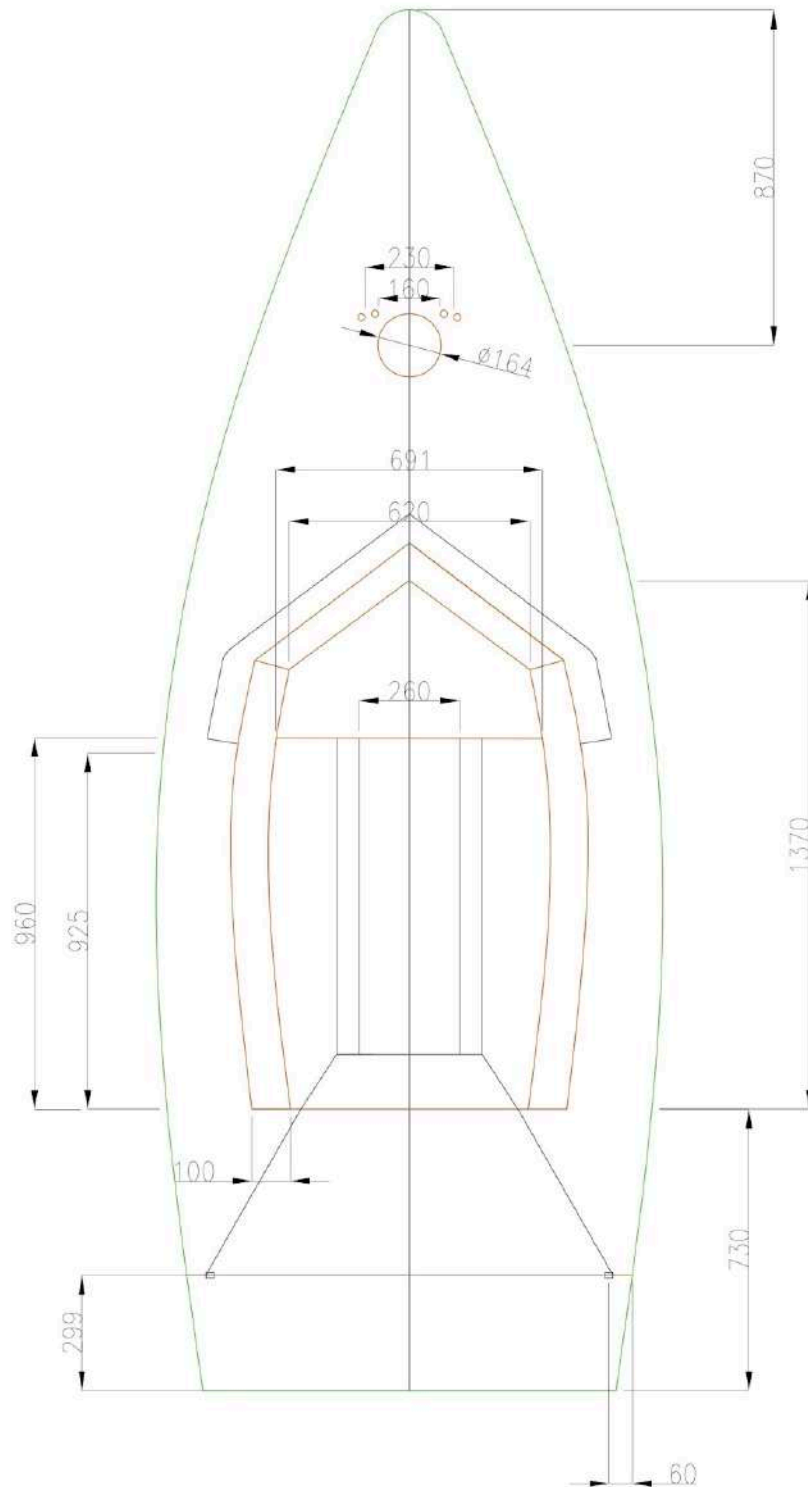
Aquest programa tracta d'un programari de disseny per, més popularment, dibuixar en 2D, plasmant les idees que sorgeixen sobre diferents vistes planes; encara que també permet modelar en 3D, tot a partir d'una computadora.



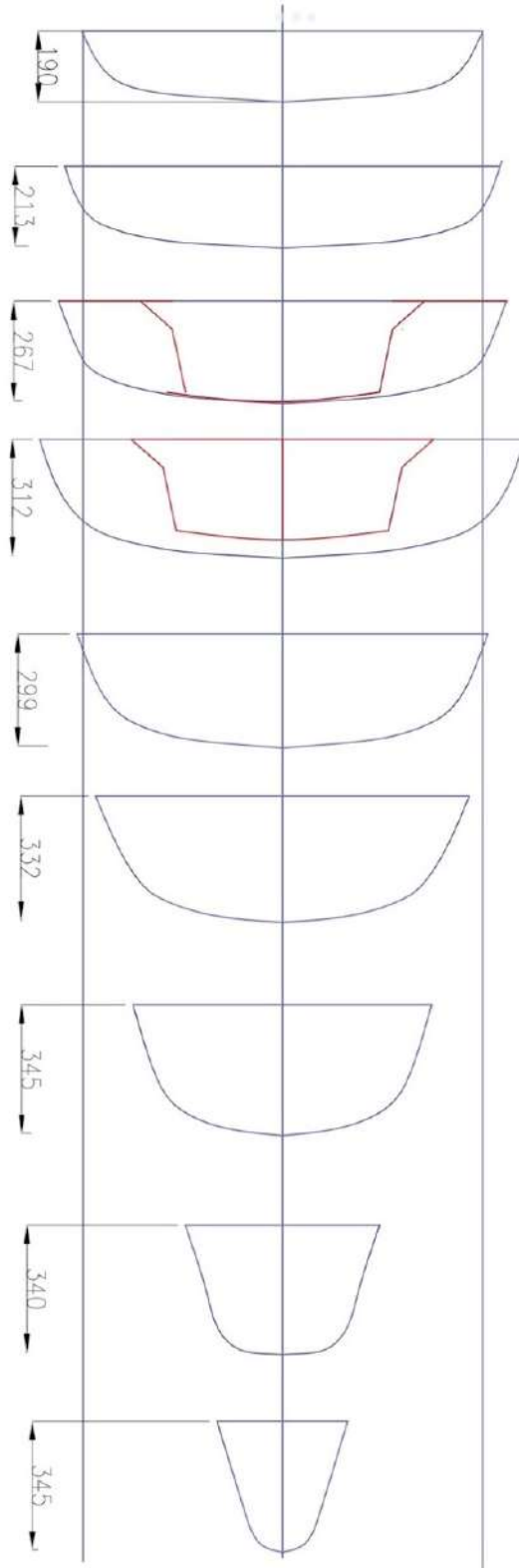
La seva utilització parteix de les bases del dibuix tècnic a partir de les quals comences a prendre referències i nocions del programari. Dins la infinitat d'opcions que ofereix s'haurà d'indagar molt abans no saber-lo utilitzar plenament; no obstant això, és força intuïtiu i pel senzill disseny que implica a aquest treball l'autoaprenentatge va ser suficient. Si bé és cert que per usar-lo com a arquitecte o enginyer i amb professionalitat, és bo que s'hagi rebut algun tipus de curs més exhaustiu.

## 5.2.2\_PLÀNOLS

**Planta:**



**Seccions:**



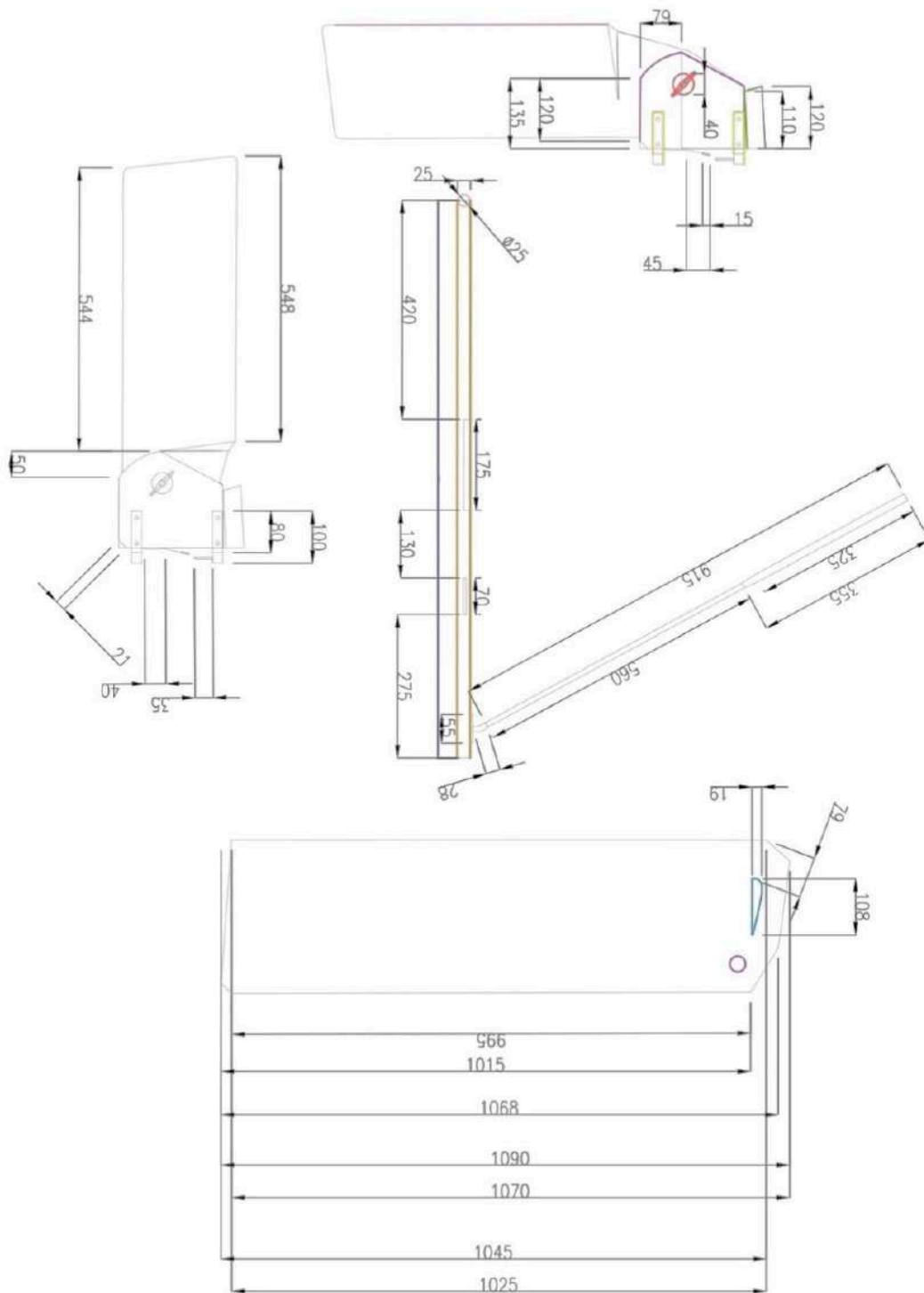
ESCALA: 1/10

**Perfil:**





**Timó, estic i orsa:**



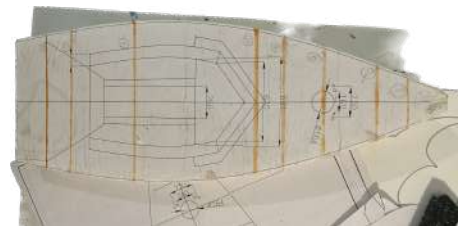


### 5.3\_ LA MAQUETA

Per començar amb el procés de maquetatge és essencial tenir el material necessari que ens faciliti començar l'elaboració en qüestió. Si bé volem ser precisos i professionals, el que cal tenir clar és que la maqueta no es podrà fer amb el que normalment solem recórrer, sobretot aquells qui som més artistes, del l'“amb el que tingui per casa”.

Gràcies a estar ben guiada, el primer pas va ser baixar a servei estació. I cito “baixar” perquè inicialment la maqueta la vaig començar al taller on ja quasi és casa meua, que està situat quasi sobre la botiga esmentada de material de construcció.

Amb un parell de planxes d'una espècie de porexpan i uns quants estris per tallar: cúters de diferents mides i bisturí pels detalls, ja ens podem posar mans a l'obra.



A una d'aquestes planxes un cop havent comprovat que el seu gruix era igual, o en el cas que ens ateny fou superior, que el calat del vaixell que volem maquetar; toca enganxar la impressió de la planta que anteriorment hem dissenyat.

Sortosament, amb la impressió a full DIN-A3 del dibuix quedava molt ben ajustada l'escala 1:10, a la que decididament serà la maqueta. A més que aquesta grandària encaixava justament a la perfecció amb la planxa de porexpan on l'hi hem d'enganxar.

A partir de la guia d'acció que ens proporciona el disseny de planta tallem com si fos



una figura plana, doncs per donar-li la forma hem d'esperar a tenir-hi en compte les diferents seccions. Per fer-ho, procedim a fer les marques d'on comença la corda en cadascuna de les diferents seccions degudament separades.

Amb les marques fetes tenim una guia d'acció per aconseguir donar la forma adequada al casc de l'embarcació; la seva confecció està pensada per l'aerodinàmica, llavors el seu disseny és complex i abstracte.

Un cop ja tenim la forma tallada, el traçat haurà quedat violent i toca polir-lo. És una qüestió de tacte, com aquell qui obra una caixa forta amb la sensibilitat del seu pols, s'aplica igual a la feina d'un escultor la qual estem realment realitzant en aquest moment a la maqueta.

Per fer la forma de la banyera seguirem també les línies que ens marca el pla de planta per fer-li la forma. Com que és molt prima la part pròpiament del fons de la banyera i per tal de fer-nos-ho fàcil i que quedi neta i polida; l'acabem traient i fent una peça de la mateixa mida però ja amb el gruix adient i encaixant-la en el forat.

Un cop tenim tota la forma tallada i polida de tots costats és hora de començar amb les capes de massilla.

Després per assegurar que la forma és la que toca utilitzem els plànols de les seccions i tallarem l'interior amb uns cartons perquè mantingui més la forma. Això ho farem servir per, amb la pròpia massilla, afegir material on en falti, o polir els trossos que calgui. Així doncs, tindrem les seccions no només dibuixades sinó aplicat directament sobre la maqueta; com si fos un esquelet exterior al vaixell que ens indicarà així totes les imperfeccions que s'han d'arreglar.



Això també ha ajudat a adonar-me que era massa ample i del fet que la raó per la qual no quadrava aquesta mesura, era ni més ni menys; perquè l'splash no té un costat uniforme sinó que té una vora. Així que el format, tallat, era el corresponent a l'Splash amb la vora perquè les seccions eren correctes.

És més, era sols un aparent error perquè en realitat això demostra la correcta presa de mesures, ja que s'ha tingut tot en compte i no s'ha retallat de més. L'únic que calia fer era retallar les vores esmentades amb la forma corresponent. I sembla una minúcia, però aquestes vores de forma corbada brinda estructura a l'embarcació, privant-la de flexions que poden ser perjudicials per a aquesta.

Contradictòriament, encara que l'embarcació real sigui més resistent, ara la maqueta és més fràgil, ja que la vora fàcilment i amb qualsevol petit cop es trenca i requereix reparacions.



Mentrestant tornem a utilitzar les seccions de cartó per afegir i treure material d'on sigui necessari per acostar la forma del casc al màxim a l'escala de la realitat.

Ja del casc només falta la part que sobresurt d'aquest, per sobre la part de la banyera on trobem l'orsa. Per fer-ho els passos que vaig seguir van ser ni més ni menys que començar tallant dues peces, que serien les que s'elevarien del casc, una mica més amples de la mida corresponent.

Per enganxar-ho vaig fer ús de cola loctite, però com que no estava segura que, un cop aplicada la massilla, la cola permetés que aquesta s'esquerdés i acabés per trencar-se; vaig decidir assegurar-ho amb uns petits claus per maquetes. Seguidament, tallem i polim donant la forma que es desitja i és després de tot això quan afegim la massilla per sobre.



Un cop la tenim seca ja és cosa de tornar a tallar i anar polint. Però no només aquesta nova part, sinó tota l'embarcació: polint, polint i anar polint...



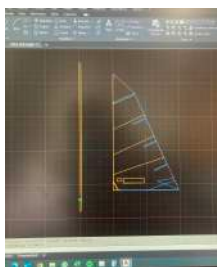
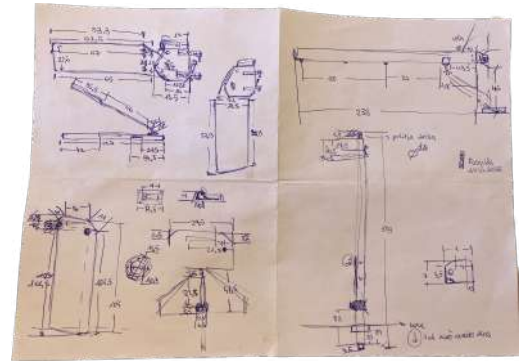
Abans de posar-me amb les parts complementàries al casc i els detalls, m'adono que donat a haver pres les mides de l'embarcació durant l'hivern; època la qual l'escola de vela roman tancada, el que ho havia pogut fer és mesurar el timó, orsa, vela, mànstil i botavara, amb tots els petits detalls amb els quals aquestes parts compten.



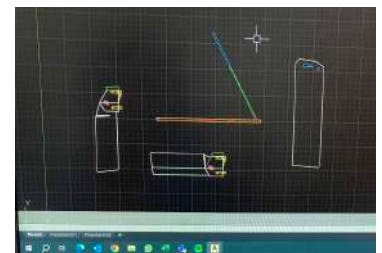
Com és evident, el següent pas a seguir és prendre aquestes mides, que un dia tan bon punt acabar de treballar a l'escola de vela m'hi estic un parell de profitoses hores.



Per utilitzar les mides preses per la realització pràctica de la maqueta és necessari passar aquestes a un dibuix a escala, i que per fer-lo em torno a recolzar en el programa AutoCAD.



És un cop fets tots els plànols i impresos a l'escala utilitzada; 1:10, que podem utilitzar-los de la mateixa manera que la planta en el maquetatge del casc de l'embarcació.



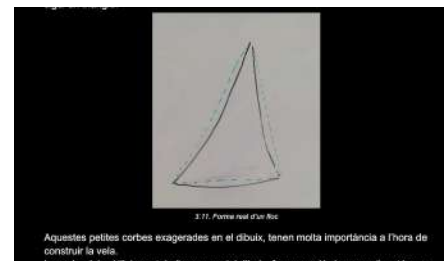
Per fer doncs el timó i l'orsa, el que cal fer és retallar amb fusta de balsa, la qual podem manipular amb un cúter o bisturí, les respectives formes enganxades directament a les impressions dels plànols.





A l'hora de la confecció de la vela, els passos canvien un xic. Ja per començar la meua perspectiva de com l'hauria de fer canvia quan intercanvio idees amb un bon amic entès en la matèria que em canvia la visió oferint-me la, que per mi, nova informació del fet que les veles no són panys retallats de la forma aparent i cosits entre si; sinó que la seva forma compta amb una lleugera curvatura aparentment imperceptible, que aporta a la vela la bossa útil i necessària perquè la vela no sigui, com aquest amic meu va dir “unes estovalles”, sinó que permeti a una embarcació avançar.

Per tal de mostrar-me com l'hauria de fer jo la vela, em va donar d'explicació una part del seu propi treball de recerca que se centrava únicament en les veles i representa gràficament el que ell m'estava intentant mostrar amb gestos i paraules.



Llavors, per fer la vela vaig necessitar tela blanca, cinta de doble cara i les instruccions de com fer aquestes curvatures. Doncs pas per pas vàrem dibuixar els panys tal qual estaven, ben rectes, al dibuix d'AutoCAD, però per sobre i amb cura traçar les corbes necessàries a dalt i baix de cada pany. Tenint en compte per cada un d'ells un petit marge per fer la junta i primerament enganxar-los amb cinta de doble cara. De la mateixa manera, i a decisió pròpia, per deixar un acabat més arreglat també vaig tenir en compte un marge als laterals per cosir-hi una vora.

Ara ja a cosir! Per deixar un bon acabat realista, però sobretot; durador utilitzarem una màquina de cosir per fer costures a les vores, però sense oblidar-nos tampoc de cosir les juntes dels panys enganxats amb cinta de doble cara.



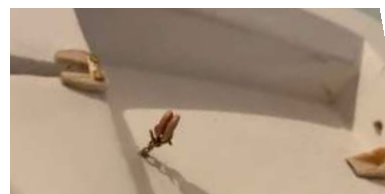
El que s'ha de tenir en compte també és que la vela no consta només de tela cosida, sinó que també té el quelcom que li dona estructura, aquesta part en són els sabres.





Faig servir per a aquestes parts unes tires de fusta primes i flexibles recuperades d'un kit d'un vaixell estil de col·leccionista del meu avi en vida, que mai va acabar acabant, i encara que jo em proposi acabar-lo, aquestes peces sobrants m'hauran ajudat en els detalls de la meua maqueta. Ja no només pels sabres de la vela, sinó per politges, micro claus i altres detalls d'arreu.

Per fer aquestes parts estructurals de la vela, se m'acudeix que el més senzill és utilitzar la mateixa cinta de doble cara utilitzada per la vela, per folrar aquestes fustes amb tela i fixar-les després a la vela cosint-les-hi a sobre. I sí, les podem cosir donat al seu poc gruix.



Per començar a donar detall a la maqueta, el primer pas a seguir és indicar amb tota cura on van totes i cada una de les peces suplementàries al casc alhora que on va unit el màstil.

Amb tot clar el que toca fer és, per una banda, polir el pal perquè adopti la forma necessària per al màstil, i un cop aquesta li afegirem dues tires d'igual longitud de secció quadrada per aconseguir la part per on s'encarrila la vela, a més de donar-li un acabat bonic a base de massilla i polir-ho tot.



Per altra banda, reproduïrem totes les politges subjectes al casc com d'altres, de la banyera; tan acurat a la realitat com és possible per la reduïda mida d'aquestes parts.

Abans d'unir el màstil amb la botavara caldrà mesurar i dibuixar bé on van cada una de les parts d'aquesta per tallar-la correctament i, després sí, ajuntar-la amb el pal perpendicular a ella. Com a junta i per deixar-li un acabat més acurat i bonic s'haurà de tallar i enganxar la peça que manté subjectes i unides ambdues.





Després de fer, com vaig poder, la contra va ser quan vaig considerar el moment d'enganxar el màstil; ja amb la botavara i la contra, a la base del casc.

Lavors per ja començar a deixar l'embarcació amb un bon acabat tocava pintar. Amb aquestes que a manca de coneixements i tampoc instruccions de com havia de prosseguir amb la tècnica de pintura amb esprai, vaig caure en l'error de massa gruix de pintura, amb la qual cosa van començar a aparèixer bombolles i grumolls.

Com és obvi i donat a tota la feina que ha dut la rèplica de l'Splash, no ho podia deixar així. El primer va ser intentar-ho llimar, però poc vaig tardar a adonar-me que aquella pintura d'esprai deixava un acabat plasticós que impedia polir-lo per poder després tornar a pintar. Així doncs, l'única solució que se'm va acudir fou tornar a emmassillar tot el casc i llimar-lo de nou tot.

Ara ja sí que sí, només falta tornar a pintar, amb molta més cura l'embarcació, encarrilar i fixar la vela i fer-li passar els caps que l'acaben d'estructurar tot el conjunt. També cal pintar dels colors adients les petites peces que s'hi diferencien.



Altrament quan em quedava mirant la maqueta i sense saber per què, sabia que alguna cosa falla. No vaig trigar a adonar-me que la meva intenció des de bon inici era donar-li mobilitat a la vela a través de l'escota; puix treballar-me la maqueta per poder-hi posar politges i tot el necessari perquè així fos.

El que no havia tingut en compte era que a l'enganxar el màstil al casc de l'embarcació, privava a aquest del joc que a la pràctica permetria a la vela respondre lliurement. Això no ho podia deixar així sinó que ho havia de resoldre fos com fos.

En un Splash real, el màstil no està subjecte de cap manera més que pel mateix encaix i la subjecció dels caps de trimatge; Cunningham i Pajarín.

Doncs no hi ha més remei que per aconseguir si més no la remota possibilitat perquè la idea de presentació del treball a través de la maqueta encara sigui factible, reproduïm al màxim d'acurat possible, aquest sistema a escala; doncs en miniatura.



Ja acabant el treball, repassem els petits detalls per deixar un bon acabat i llestos. Ara sí que sí, la maqueta es pot donar per acabada.



## CONCLUSIONS

Si bé en un inici tenia una clara intenció a enfocar la física de la vela en un camp de regata, doncs és des d'on veia més sentit a filar prim i buscar la precisió amb el coneixement exhaustiu i teòric de la navegació.

A vegades el camí ofereix tantes noves sortides que canvia el teu destí.

Per començar, la meva intenció amb aquest treball, en tot moment, ha sigut escriure cada punt i cada coma des de la passió i portar-lo en tot moment al terreny personal; per tal de gaudir tant de l'aprenentatge com la confecció d'un treball de tals magnituds.

Amb això es justifica que l'embarcació maquetada no pogués ser qualsevol, sinó que ni més ni menys que amb la que he après tant a navegar com a estimar tantíssim aquest esport; un splash.

L'inconvenient fou, però, del fet que no hi hagués plànols d'aquest enlloc, ja que aquestes són unes embarcacions holandeses força úniques per poc utilitzades arreu. Això em va obligar a crear-los personalment.

Tanmateix, el nivell que requeria fer una maqueta començant per la presa de mides i disseny, abans de la ja habitual feinada que acostuma a ser el maquetatge de qualsevol estructura, va fer-me decidir d'ampliar tant la física en el joc d'una regata, per parlar només de la física més bàsica que després es podria veure representada a la maqueta. Convertint així aquesta peça; arquitectònica alhora que artística, en el centre real del treball.

Paral·lelament a la recerca d'aquest treball vaig posar-me a cursar un cicle inicial de tècnic esportiu especialitzat en vela. A partir de varies d'aquestes assignatures, no només la de fonaments físics de la navegació com hauria pressuposat, m'hauran aportat interessantíssims enfocaments que hauran canviat o només el curs, però també propòsit del meu treball.

Especial esment, doncs, a la matèria de manteniment i reparació. En aquesta, posterior a la classe per obtenir els coneixements més necessaris i elementals, vam realitzar una pràctica de destrossar un Splash vell que ja no utilitzem; però real, és a dir l'embarcació que recreo. Això em va donar unes nocions força acurades de tot l'esquelet interior que no havia vist abans, alhora que la seva confecció i amb tot una explicació, del perquè d'algunes coses, física molt interessant.

Finalment, ha sigut un treball acurat i minuciós, però sobretot; i tal com havia esperat en tot moment, ha sigut un treball tocant el terreny personal en tot moment. He aconseguit endinsar-me molt més en el món de la vela a través de la física, però el treball també m'ha permès fer un tastet del món de l'arquitecte.

El disseny de plànols alhora que construcció de la maqueta en formen part significativament d'aquesta disciplina. És a raó del meu interès personal per la carrera, que també sumo com a positiu aquest aprenentatge; arrodonint així el transcurs d'aquest treball.



## WEBGRAFIA I FONTS D'INFORMACIÓ

Les fonts d'informació no han estat principalment bibliogràfiques o estretes de cap pàgina web sinó que aquestes només han sigut recursos per una auto demostració d'estar en el cert a més de contrast d'informació per reduir el marge d'error tant de comprensió com a la hora de plasmar-ho.

És per això que les principals fonts d'informació no es troben en els links adjunts si no en les següents:

- Cicle inicial: T1 (tècnic de nivell un especialitzat en vela lleugera); una titulació compresa per tres mòduls:
  - \_ Mòdul 1: UF1 i UF2
  - \_ Mòdul 2: UF1, UF2, UF3 i UF4
  - \_ Mòdul 3: UF1, UF2, UF3, UF4 i UF 5.

Dins aquests s'hi troben temaris com el PNB (patró de navegació bàsica), model d'ensenyament (orientat a la vela -el perquè de la desorientació d'un principiant i la lògica darrere de l'orientació del vaixell respecte el vent), manteniment i reparació d'embarcacions (on vam tenir la sort de malmetre i trencar un splash com el de la maqueta, per conèixer-lo millor a més de aprendre a reparar-lo) o els fonaments físics de la vela. El següent enllaç és el certificat oficial escanejat conforme aquesta a titulació:  
<https://acrobat.adobe.com/link/track?uri=urn:aaid:scds:US:c1b0bba1-6df5-496a-bebb-9f03ec45c779>

A més d'això, estar a l'entorn on treballa; una escola de vela, tinc tot el material i informació necessària a l'abast, donat a trobar-me en un entorn de professionals i esportistes del sector.

Altres fonts d'informació...

<https://www.publicconsulting.com/capitulo-6-navegacion-a-vela/>

[https://youtu.be/lS\\_QVhb5Yok?si=b1Fq6VHsGvkHzWXk](https://youtu.be/lS_QVhb5Yok?si=b1Fq6VHsGvkHzWXk)  
[https://youtu.be/t\\_uDLp5GGos?si=WSmuAUfBM2txrIEc](https://youtu.be/t_uDLp5GGos?si=WSmuAUfBM2txrIEc)  
[https://youtu.be/QkkRz\\_RhSsI?si=WiqAPCZZWchurOnS](https://youtu.be/QkkRz_RhSsI?si=WiqAPCZZWchurOnS)  
[https://youtu.be/LmR\\_faMxWeg?si=QyhYsaAloEGXmgP3](https://youtu.be/LmR_faMxWeg?si=QyhYsaAloEGXmgP3)  
<https://youtu.be/j67sxnwqg3lw?si=FGSjn3MmbIWaURTz>  
<https://youtu.be/YAeSFwzRETY?si=oc9kWj7OSOb-axkF>  
<https://youtu.be/F-eI4JjtrRs?si=lhygv43xxINozPJp>  
[http://www.fondear.com/Todo\\_Regatas/Tecnicas\\_Regatas/SalidaEstrat.htm](http://www.fondear.com/Todo_Regatas/Tecnicas_Regatas/SalidaEstrat.htm)  
<https://es.boats.com/en-el-agua/a-bordo-con-el-comite-de-regatas/>  
<https://youtu.be/JsqdoN5BZBY?si=PcmaI4I-QX4KNhDE>  
<https://www.lenam.net/ilca/>  
<https://www.splashboats.com/en/version.html>  
<https://www.splashworlds.org/>  
<https://sailboatdata.com/sailboat/splash/>  
<https://www.nutricioblog.com/2015/06/13/cinetica-dinamica-i-estatica/>  
<https://www.splashboats.com/fotos.html>  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6769498.pdf>  
<https://www.sicilysailingexperience.com/la-historia-del-barco-de-vela/>  
<https://www.todoababor.es/historia/evolucion-historica-de-la-vela/>  
<http://www.rosespedia.cat/index.php/Tramuntana>  
<http://www.rodamots.cat>  
[https://www.bellera.cat/molins/vent\\_direccio.htm](https://www.bellera.cat/molins/vent_direccio.htm)  
<http://lomigjorn.blogspot.com/2009/10/els-vents.html>  
<http://diccionari.llenguavalenciana.com>  
<https://ca.wiktionary.org/wiki/m%C3%A0stil>  
<http://diccionari.cat>  
<https://www.valenciaeventosnauticos.com/historia-y-clases-de-la-vela-ligera/>  
<https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment/>  
[https://www.avl.gva.es/documents/31987/65425/Vocabulari\\_nautic](https://www.avl.gva.es/documents/31987/65425/Vocabulari_nautic)  
<https://onnautic.com/blog/cuales-son-las-partes-de-un-barco/>  
<https://www.cenautica.com/es/foil/diccionario-nautico/1177>