

La cellula di HELE-SHAW

di Ivor Bittle
traduzione libera di

ClaudioD

Ivor Bittle ha scritto molti articoli sul modellismo navale, ha fatto e fa ancora molti esperimenti, il suo Website merita di essere visitato : <http://www.ivorbittle.co.uk/> Quello che ha attratto la mia attenzione é il capitolo 9 del suo 'book' dove discute dell' uso della cellula di Hele-Shaw. Si deve infatti allo scienziato Hele-Shaw questo strumento, usato in idrodinamica, il quale permette di visualizzare i flussi in 2D attorno a degli ostacoli. .*

• Visualizzazione di un Flusso

Esistono molte immagini di velieri, completi di Bermuda rig, sottoposti a prove nelle gallerie del vento. Molto spesso il risultati delle prove fanno difetto alla più parte delle persone eventualmente interessate a conoscerli. Sono molto scettico sul risultato di queste prove, ci sono troppe variabili sconosciute . Preferisco il metodo usato dalla NASA dove più semplici modelli bi-dimensionali sono usati per le prove in maniera da fornire un punto di partenza per delle prove più complesse.

Qualcuno potrebbe pensare di usare delle vele fatte con un foglio di metallo, ma avrebbe una forma fissa e forse troppo rigida. Certamente avendo soldi e tempo, si potrebbero fare tante prove ed eventualmente concludere con molti risultati interessanti e istruttivi.



Per noi modellisti ci vorrebbe qualche cosa che si possa costruire in casa propria, basterebbe avere solamente delle buone doti di modellista.

Il solo equipaggiamento che conosco é la cellula di Hele-Shaw.

Questo strumento é un vero tunnel ad acqua.

I tunnel ad acqua sono come i tunnel a vento, ma adattati per poter lavorare con fluidi diversi.

Nella cellula di Hele-Shaw, la parte principale consiste in due lastre di vetro distanti tra di loro di circa un millimetro, i cui lati sono ermeticamente sigillati con spessori e nastro adesivo.

Questo insieme produce un condotto molto largo rispetto alla sua altezza che é di circa 0.85 mm. La lastra di vetro inferiore si estende sotto il fondo di un recipiente / serbatoio che contiene acqua. (vedi immagine 1.0)

L'acqua é fornita al serbatoio attraverso un tubo munito di un

sprinkler da giardinaggio onde evitare di disturbare il contenuto. L'acqua fluisce liberamente dal serbatoio e attraversa le due lastre di vetro per riversarsi in un recipiente di raccolta. Se fosse usato all'aria libera come si nota sulle foto, l'acqua puo' disperdersi a terra.

La lastra superiore interfaccia il serbatoio con un profilo tondo in maniera da favorire il flusso d'acqua tra le due lastre. Vedi disegni in annesso

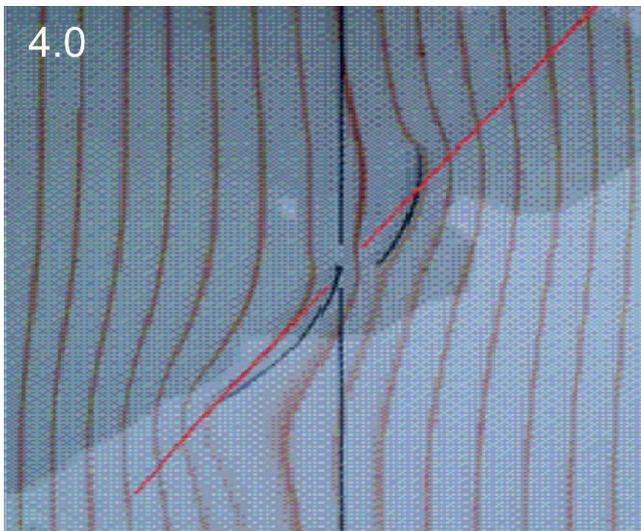
La parte frontale del serbatoio d'acqua é equipaggiata da un collettore suddiviso in tanti piccoli iniettori che forniscono il colorante proveniente da un secondo serbatoio e che serve a creare le linee di fluido longitudinali. (vedi immagine 2.0)

Si nota infatti nella parte alta dell'immagine, un secondo serbatoio che contiene il colorante e che é posizionato più alto del serbatoio d'acqua. Il serbatoio del colorante é collegato al collettore con un piccolo tubo. Il colorante fluisce per caduta libera.

Il colorante puo' essere semplicemente dell'inchiostro colorato diluito in acqua.



Se si tagliassero delle forme b-dimensionali su dei fogli opachi aventi lo stesso spessore del condotto, una volta introdotte e posizionate, le linee di colorante metterebbero in evidenza il comportamento del flusso intorno al corpo come si puo' notare sulla immagine 3.0. Il corpo opaco é solamente un filo di metallo piegato per simulare il profilo di una vela.



Questo strumento non é l'equivalente di un tunnel del vento, ma si possono comunque fare molte osservazioni interessanti e cercare di dedurre cio' che si puo' dalle osservazioni .

E' interessante notare che le linee o filetti colorati mantengono la loro forma e definizione e non si disperdono nel flusso d'acqua. Le lastre di vetro hanno una dimensione per la parte esterna di circa 30x35 cm

Esiste comunque una notevole differenza tra il flusso laminare 2D che si osserva con la cellula Hele-Shaw e il flusso turbolento

che si puo' notare intorno ad una vera vela. La maggior differenza che si puo' notare intorno ad una forma é quella dove il flusso non si trasforma in correnti di tipo Eddy come invece avviene in un flusso di tipo turbolento. Il flusso che si allontana dopo aver superato un ostacolo si modifica e una attenta osservazione puo' indicarci molte cose a proposito del flusso bi-dimensionale intorno ad una sola vela come l'immagine 3.0 o sulla interazione fra due vele come si puo' constatare sulla immagine 4.0.

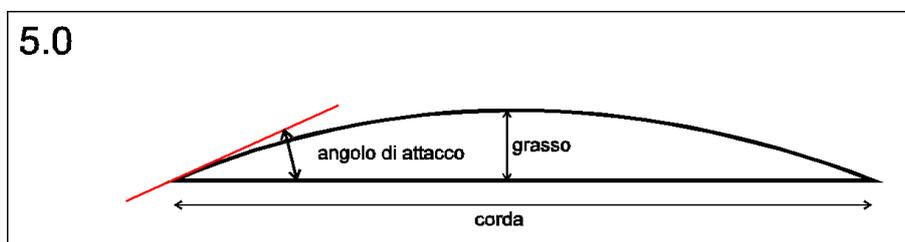
Si tratta quindi di osservare come si comporta un vero flusso e non di immaginare come un vero flusso potrebbe essere.

- **La forma delle Vele**

Prima di iniziare ad usare la cellula di Heke-Shaw, bisogna preparare alcune forme che rappresentino delle vele che abbiano la forma che le vele prendono quando sono investite dal vento.

In realtà, non conosciamo bene che forma prenderà una vela al lavoro, ma possiamo assumere, con buona approssimazione, una forma ad arco di cerchio. Una forma sarà come quella della immagine 5.0 dove si nota una corda e una altezza che rappresenta il grasso della vela. Si nota anche che il bordo di attacco possiede un certo angolo rispetto al piano della corda. Da notare che molto più comunemente il grasso si rappresenta come una percentuale della lunghezza della corda.

Molto spesso i modellisti regolano le vele ad occhio e spesso indicano come aumentare o diminuire il grasso delle loro vele. Tuttavia il percorso del flusso è molto più sensibile all'angolo del bordo di attacco che non alla percentuale della curvatura o al grasso della vela.



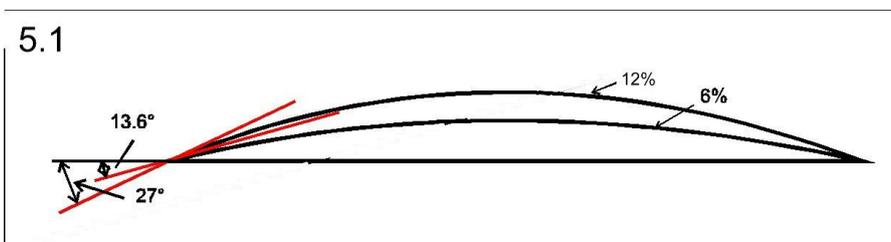
L'angolo del bordo di attacco è indicato nella immagine 5 ed è facilmente dedotto da questa tabella :

| | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|-------|--------|-------|-----|
| percentuale del grasso | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| angolo bordo di attacco | 4.6° | 9.15° | 13.6° | 18.17° | 22.5° | 27° |

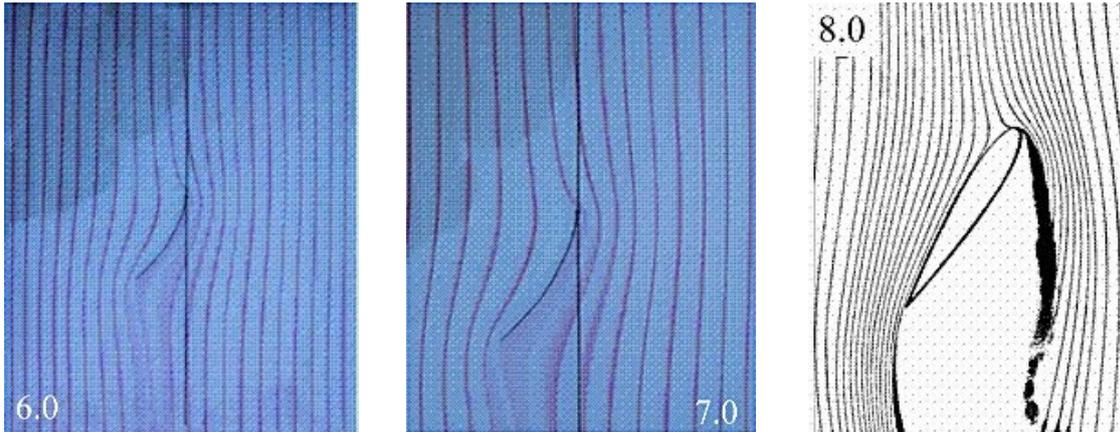
E' interessante notare come il grasso e l'angolo del bordo di attacco siano correlati. L'immagine 5.1 mostra due profili uno con un grasso del 12% e l'altro del 6%. I rispettivi angoli d'attacco sono relativamente larghi, per esempio per un grasso del 10%, secondo la tabella, si ha un angolo di 22.5°. Molte vele usano dei grassi intorno al 12% per poi ridurle se il vento rinfresca.

Su questa premessa, la forma che sarà usata nella cellula, avrà un grasso del 10%.

Si potrà adesso verificare se il concetto espresso sull'uso della cellula di Hele-Shaw è realizzabile



La logica suggerisce che il punto di partenza è quello di verificare il comportamento del flusso intorno alla vela.



L'immagine 6.0 mostra la forma della vela con la sezione dell'albero inclusa, la cui corda forma un angolo di 32.5° rispetto al vento che è rappresentato dal flusso dei filetti.. L'immagine 7.0 è un close-up della 6.0.

E' interessante riprendere l'immagine 8.0 riferita ad un flusso sviluppato intorno ad un profilo di ala nella fase di stallo e compararla con le immagini 6.0 et 7.0. Si nota una similitudine, il che prova che la cellula di Hele-Shaw puo' fornire indicazioni attendibili sul comportamento dei flussi intorno ad un corpo.

A questo punto bisogna interpretare cio' che si vede.

Chiaramente si nota che il flusso incidente sul dorso del profilo è deviato a destra mentre il flusso incidente sulla parte concava tende a convergere inizialmente e diventare divergente verso l'uscita . Le linee del colorante hanno tendenza ad allargarsi e mescolarsi verso l'uscita del profilo. Questo aspetto indica che il flusso diventa turbulento.

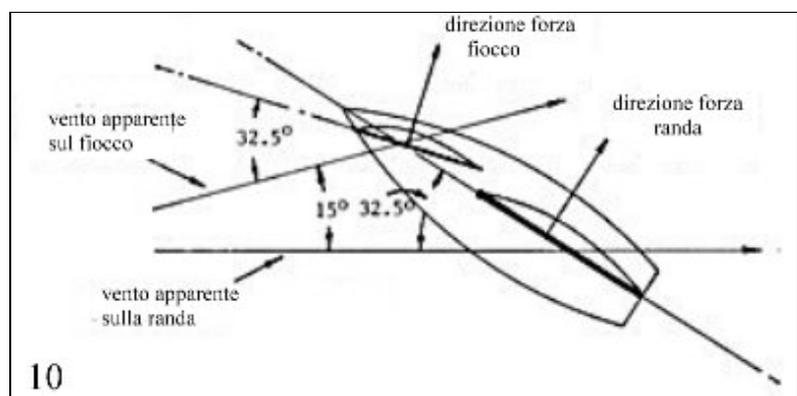
• Il Bermuda e la cellula Hele-Shaw

Appare che la cellula di Hele-Shaw sia capace di mostrare il comportamento del flusso intorno a due vele come quelle di un piano velico tipo Bermuda.

Non bisogna comunque pretendere troppo da questo strumento oltre a dare delle indicazioni utili per il progetto di un armo, cio' detto si puo' iniziare a simulare le vele di un Bermuda con il vento di bolina.

E' anzitutto necessario stabilire un piano di lavoro. Come già illustrato in un capitolo precedente, si considera che il fiocco abbia un vento apparente diverso da quello visto dalla randa. L'immagine 10 mostra quanto detto.

Il fiocco ha una apertura più larga di quella della randa.



L'idea generale é quella di cercare quale sia il miglior angolo di apertura del fiocco sia rispetto all'asse della barca che a quello della randa, tale da produrre la miglior potenza per l'avanzamento della barca.

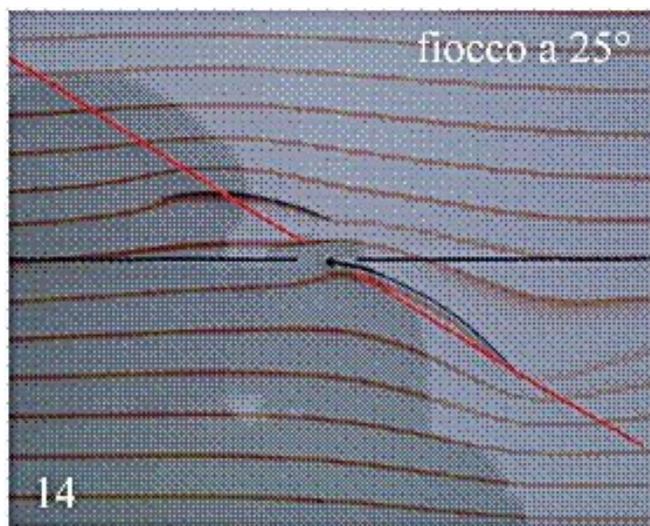
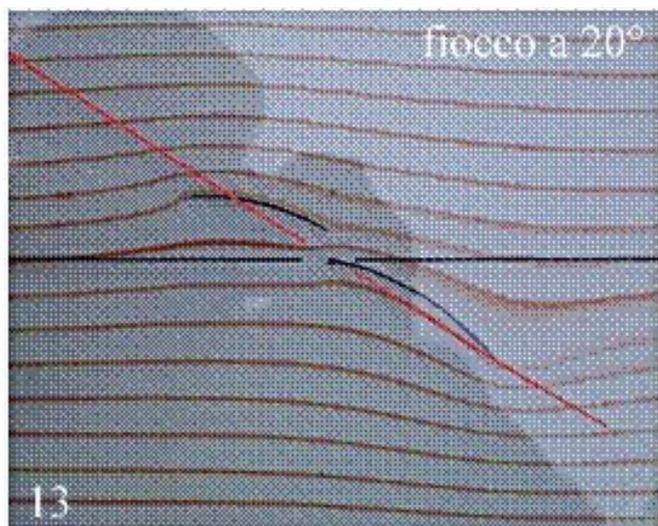
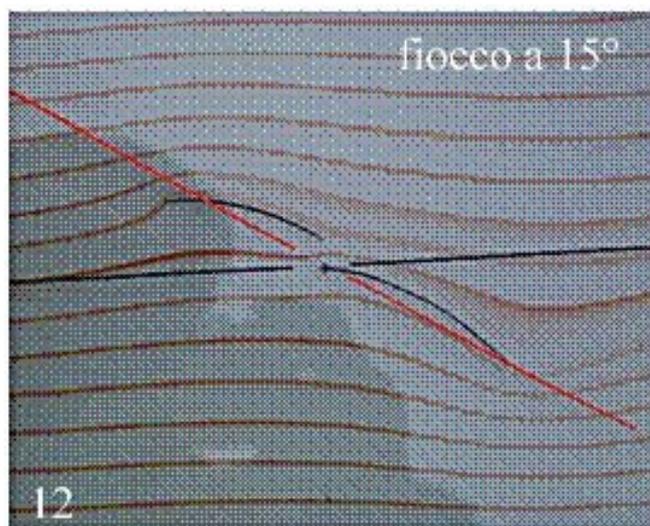
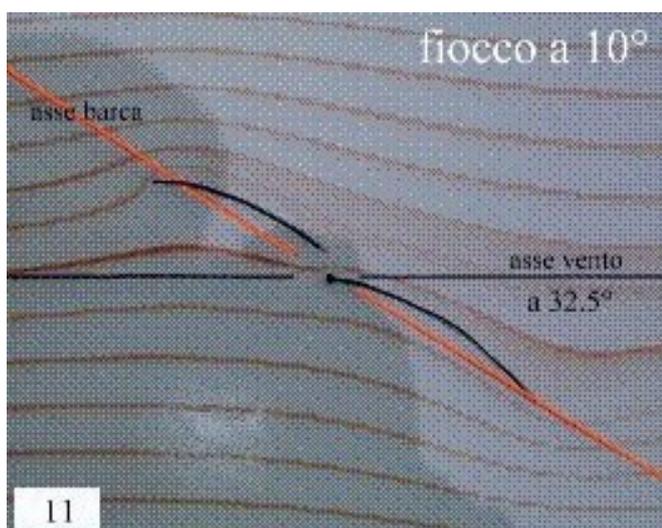
Per eseguire questo esperimento si sono usati dei profili in metallo dello stesso spessore della finestra ed inseriti a forza tra le due lastre seguendo un disegno prestabilito . La linea orrizzontale nera rappresenta l'asse del vento e quella diagonale rossa l'asse della barca, esse sono disegnate sulla lastra di vetro superiore. Le immagini sono disturbate dall'ombra del fotografo. La prossima volta cercherà di evitare la cosa.

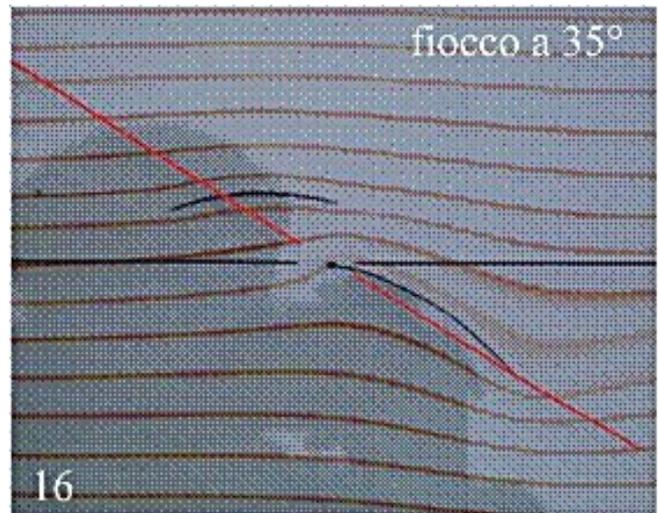
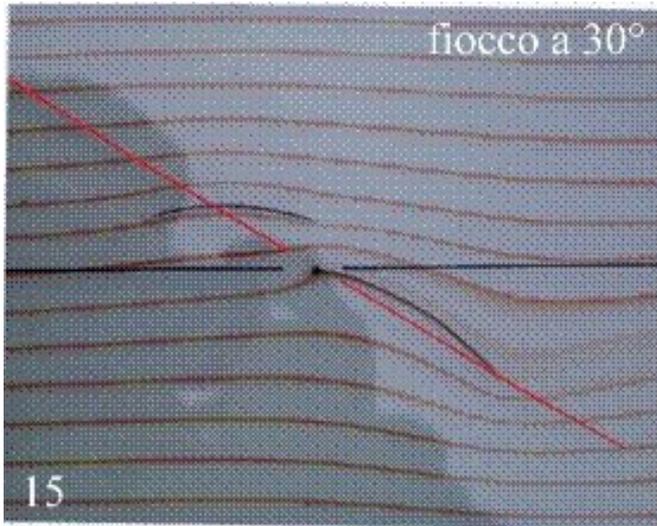
Per continuare le prove , si posiziona il profilo della randa in allineamento con l'asse della barca e con un vento apparente di 32.5° mentre il profilo del fiocco sarà posizionato ad angoli di 10° , 15° , 20° , 25° , 30° , 35° . Questi angoli dovrebbero coprire il range di regolazione di un fiocco

Si nota nella immagine 11 che la corda del fiocco é orientata 10° rispetto alla corda della randa. Una deformazione del flusso, come una specie di ginocchio, appare sulla linea tra fiocco e randa in prossimità dell'albero e il flusso sul dorso della randa é anche fortemente alterato se si compara con l'immagine 7 dove la vela é sola.

Il flusso sul dorso del fiocco si disperde e diventa turbolento.
Il fiocco é ancorato dal pivot che si trova al 25% della corda.

Nella serie di immagini che seguono si potrà notare l'influenza delle varie aperture del fiocco e l'andamento delle linee che attraversano il corridoio Fiocco-Randa.





Si puo' dunque notare che il ginocchio osservato in vicinanza dell'albero sulla immagine 11 si é dissipato con l'apertura progressiva del fiocco per scomparire del tutto sulla immagine 16 dove il fiocco si trova a 35° dall'asse della barca. Si nota per altro che due linee di flusso si sono aggiunte per diventare 3 e passare attraverso il corridoio Fiocco-Randa.

Osservando attentamente, la forma della linea di flusso che passa sotto il fiocco, tende a suggerire che potrebbe disperdersi verso il bordo d'uscita.

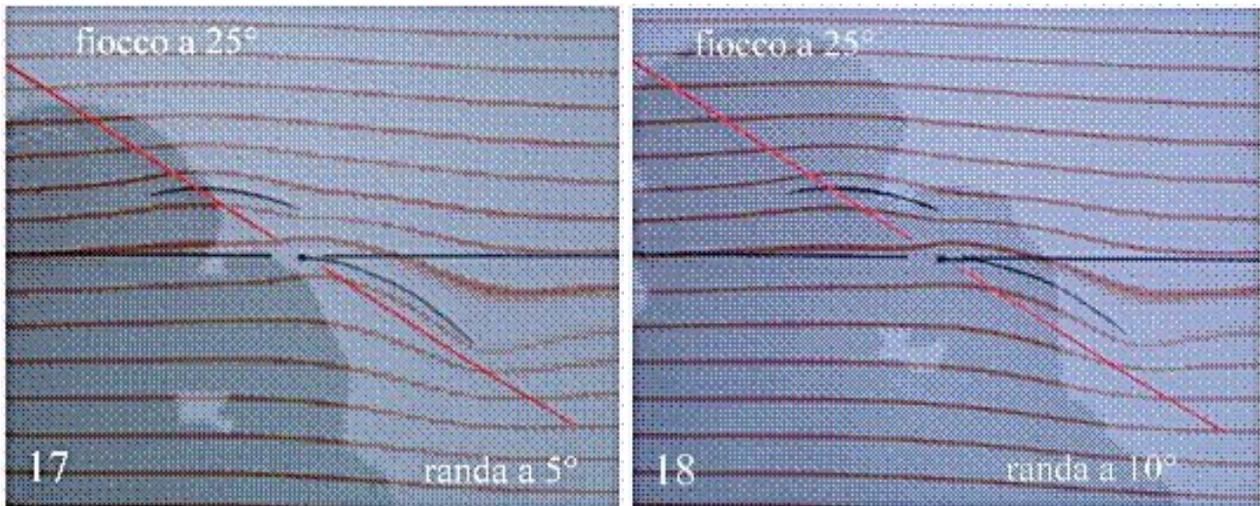
Questa osservazione ci invita a guardare meglio i flussi ottenuti con angoli intermedi e scegliere un migliore andamento.

Studiando le figure , il migliori andamenti sono quelli ottenuti con il fiocco a 20° e 25°.

La presenza della randa tende a deviare dolcemente il flusso verso la parte concava del fiocco ed il flusso sul dorso sembra scorrere senza il pericolo di entrare in un regime turbolento.

Il flusso sulla randa non sembra molto diverso da quello già notato quando era sola. Rimane comunque ancora un piccolo ginocchio nel flusso comune alle due vele, ma cio' era prevedibile..

Dunque un fiocco orientato tra 20° e 25° rispetto all'asse della barca e con un vento proveniente da 32.5° gradi sembra essere la migliore configurazione.



A questo punto si potrà cercare di migliorare ancor più l'andamento del flusso orientando la randa di 5° e 10° rispetto all'asse della barca .

Le immagini 17 e 18 mostrano un fiocco mantenuto a 25° e una randa prima a 5° e poi a 10° rispettivamente.

Questo cambiamento non sembra avere effetti sul flusso intorno al fiocco e la sola possibilità per migliorare la situazione , sarebbe quella di ridurre l'angolo del fiocco stesso, ma cio' non é la cosa che si vuol fare.

Il lettore, leggendo queste pagine, si sarà fatta un'idea sulla utilità, a basso costo, offerta da una cellula di Hele-Shaw, per poter osservare il comportamento dei flussi sulle vele di un piano Bermuda.

La cellula ha permesso di visualizzare i flussi nelle 2 dimensioni, ma per una valutazione complessiva si dovrebbe poter analizzare i flussi in 3D, ma cio' non é permesso da questo tipo di strumento .

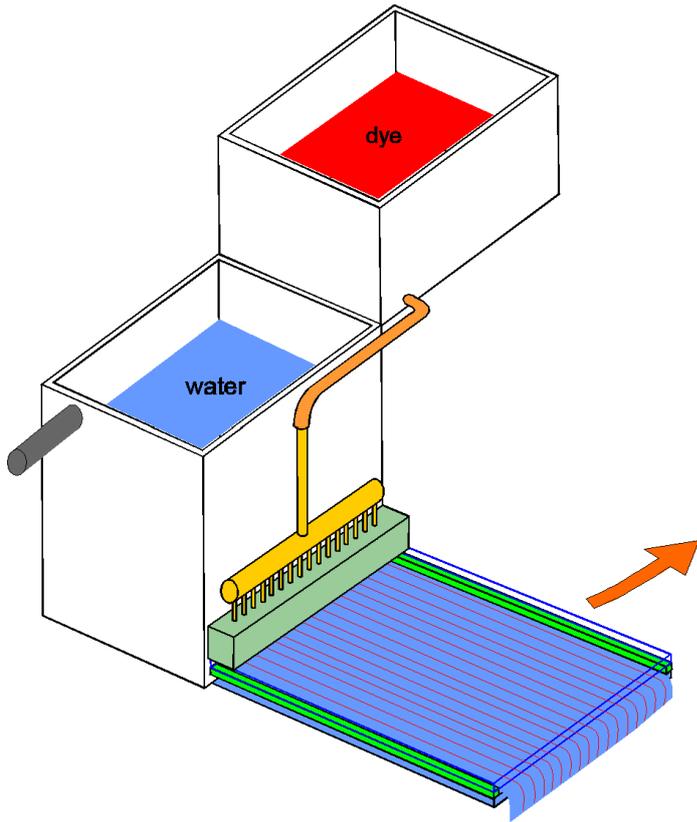
Claudio D

*Henry Selby Hele-Shaw
1854-1941 Bristol UK

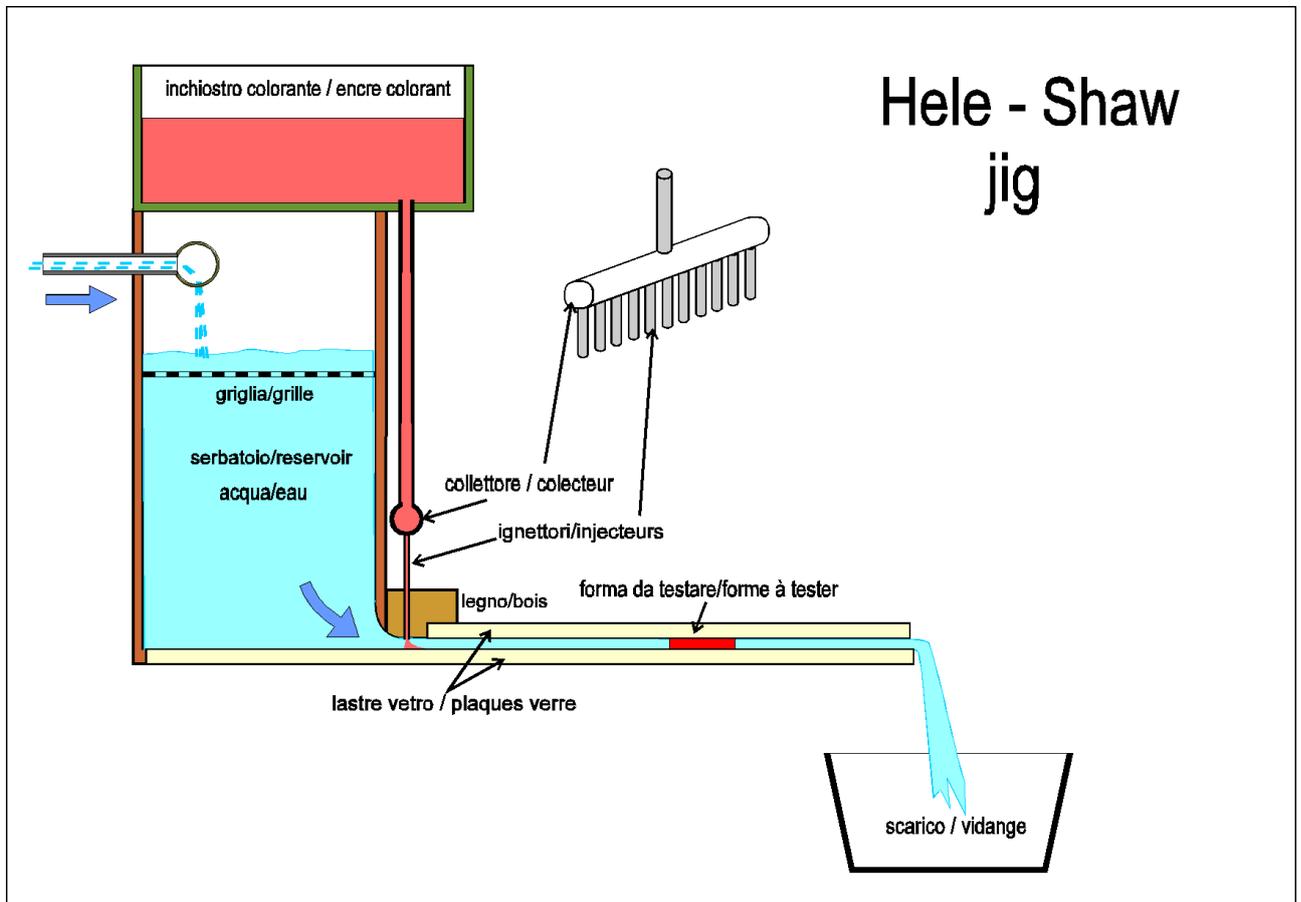
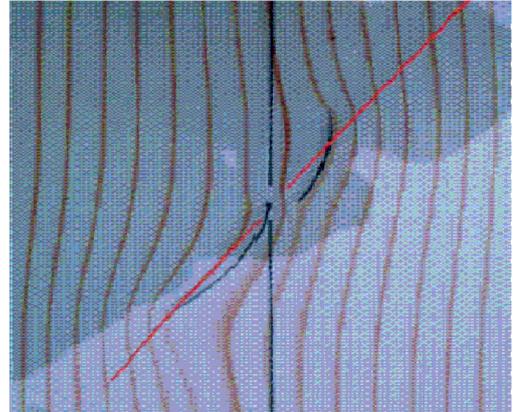
Annessi : disegni di come é fatta una Cellula di Hele-Shaw

Per coloro che vogliono scoprire di più su Ivor Bittle e i suoi esperimenti :

<http://www.ivorbittle.co.uk/>



HELE - SHAW jig



Hele - Shaw jig

Hele - Shaw jig

dettagli / details
in/en mm

