

Analisi del comportamento dinamico di una lamella per motori ad accensione comandata due tempi

Autore: Riccardo Baudille

Data di pubblicazione: 10.07.2002

Il comportamento dinamico di una valvola a lamella influenza profondamente il ricambio della carica nei Motori a Combustione Interna a due tempi e ne determina il comportamento al variare del numero di giri.

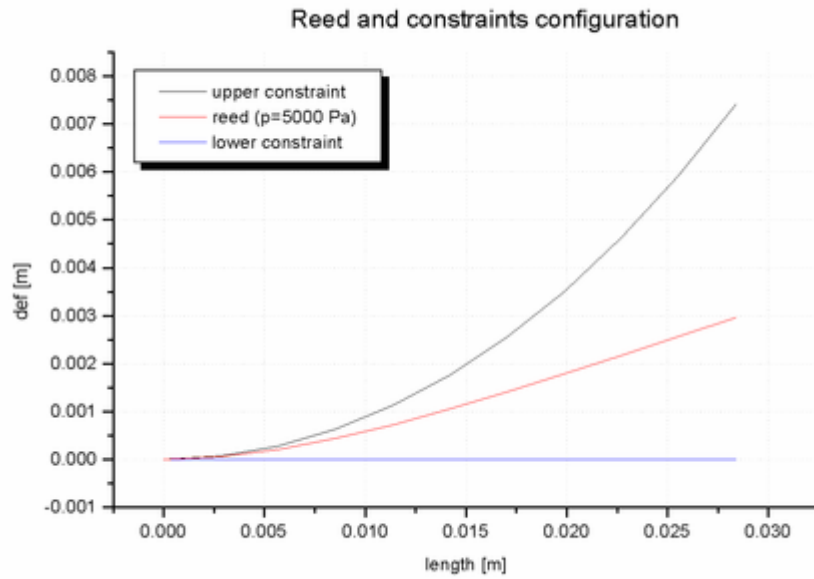
In questo lavoro ci si propone di studiare il problema dinamico dell'apertura della valvola a lamella. Dopo aver verificato con analisi modali e statiche effettuate con un modello FEM ad elementi piastra l'applicabilità della teoria della trave, si è sviluppato un modello numerico adatto a risolvere il problema dell'equilibrio elastico dinamico in presenza di non linearità quali quelle introdotte dai vincoli superiori ed inferiori della lamella. In tale modello si considera la lamella come una trave monodimensionale con possibilità di movimento nel piano tra il vincolo inferiore e quello superiore. Tale codice si basa su un modello FEM con elementi trave di Eulero, che tiene conto dei vincoli tramite l'introduzione della loro elasticità, generando un comportamento elastico non lineare.



Pacco lamellare per motori karting
(foto tratta da Voom n°2 - 2002)

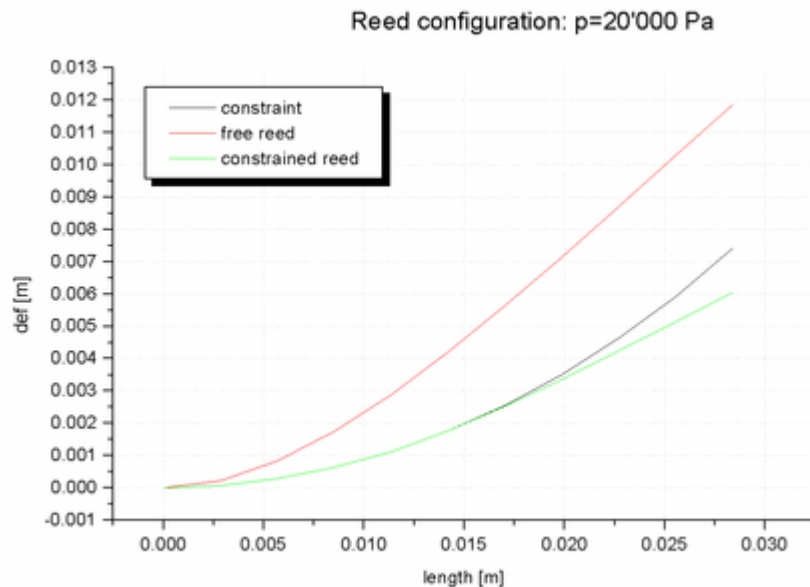
La correttezza del modello è stata verificata in primo luogo mediante un confronto dei risultati numerici e teorici ottenuti nel caso lineare e quindi confrontando la dinamica calcolata con quella misurata per un caso pratico relativo al motore **Yamaha RD 350**.

La geometria studiata è riportata nella figura seguente, nella quale si può osservare la presenza dei fine corsa: a valvola chiusa la lamella (in rosso) garantisce la tenuta essendo premuta contro la piastra del pacco lamellare (in blu), all'interno della quale è ricavata la luce di ammissione controllata dalla valvola; a valvola aperta le deformazioni della lamella sono limitate da una piastra di arresto (in nero) con curvatura costante ed assegnata. Nella figura la lamella è sottoposta ad una pressione di 5000 Pa sulla faccia inferiore.



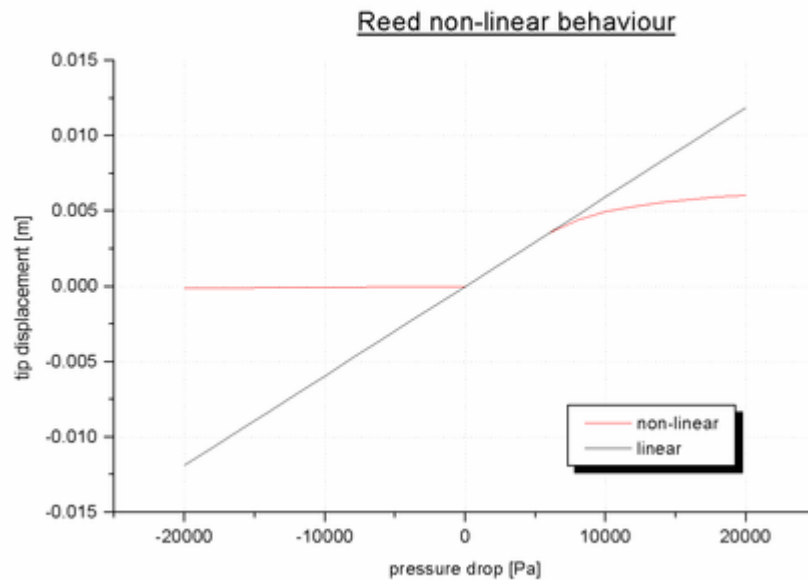
Geometria della lamella e dei vincoli

Nella figura successiva sono riportate due configurazioni della lamella, sottoposta alla stessa pressione di 20'000 Pa, una volta in presenza del vincolo superiore (in verde) e una volta in assenza del vincolo superiore (in rosso). Dunque si nota che, a parità di pressione, la lamella compierebbe un'escursione molto maggiore e che il vincolo gioca un ruolo fondamentale. Questo comportamento è facilmente spiegato se si pensa al fatto che mano mano che la lamella si appoggia sul vincolo la sua porzione libera diminuisce e diventa più rigida, necessitando una pressione maggiore per farla deformare.



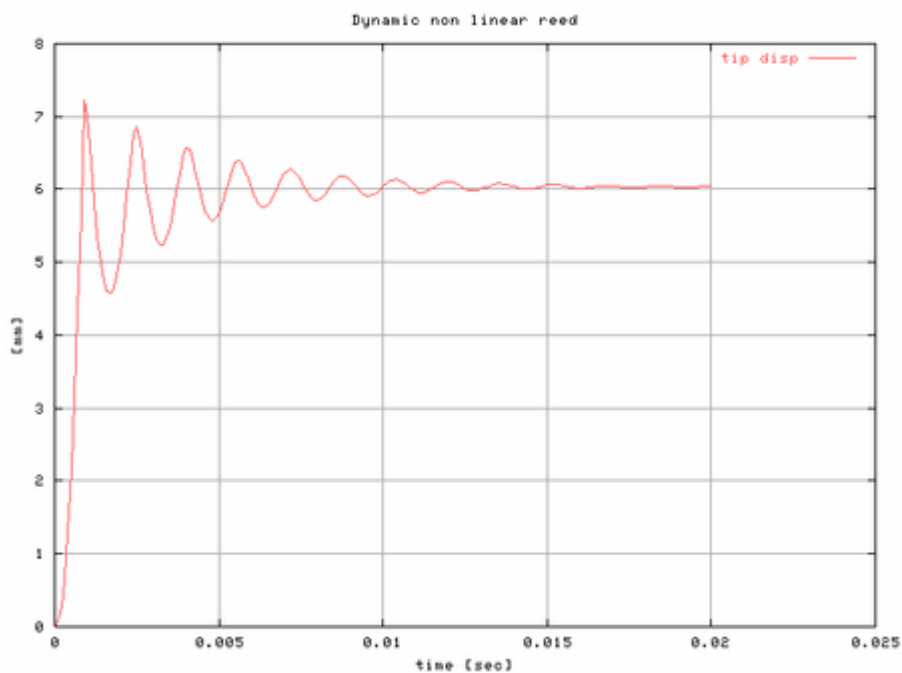
Confronto con e senza presenza del fine corsa superiore

A scopo esemplificativo si riporta l'alzata del tip della lamella, al variare della pressione da -20'000 a 20'000 Pa, nel caso lineare cioè in assenza di entrambi i vincoli (in nero) e nel caso non lineare cioè in presenza di entrambi i vincoli.

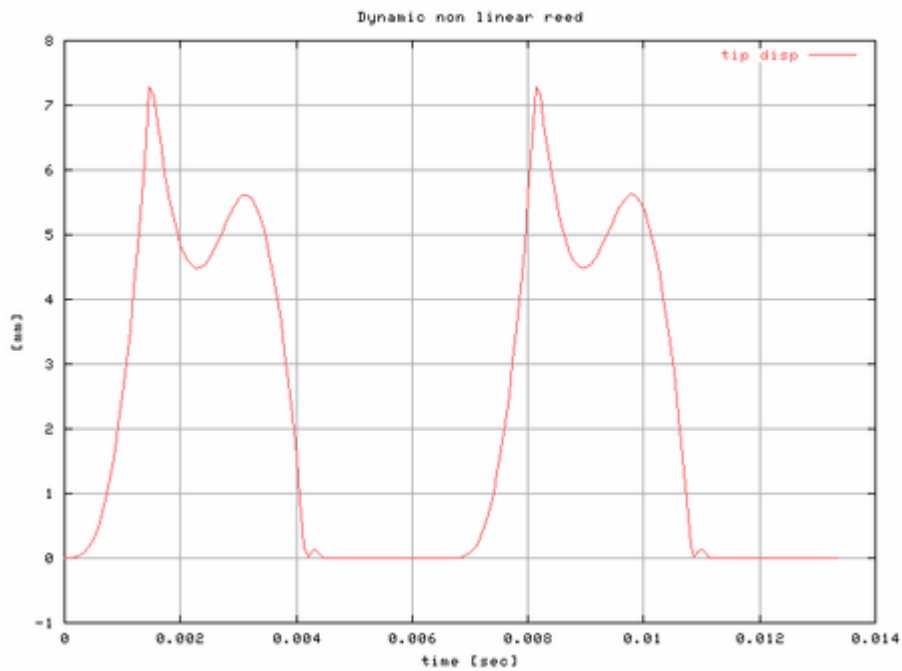


Comportamento lineare e non lineare della lamella

Tramite il modello sviluppato, applicando alla lamella una pressione variabile, si può descrivere la risposta dinamica della lamella. Nelle figure successive si riporta la risposta del tip di una lamella di acciaio ad alcuni ingressi tipici, il gradino e la sinusoidale. Si riportano anche le animazioni della lamella che si muove tra i vincoli.

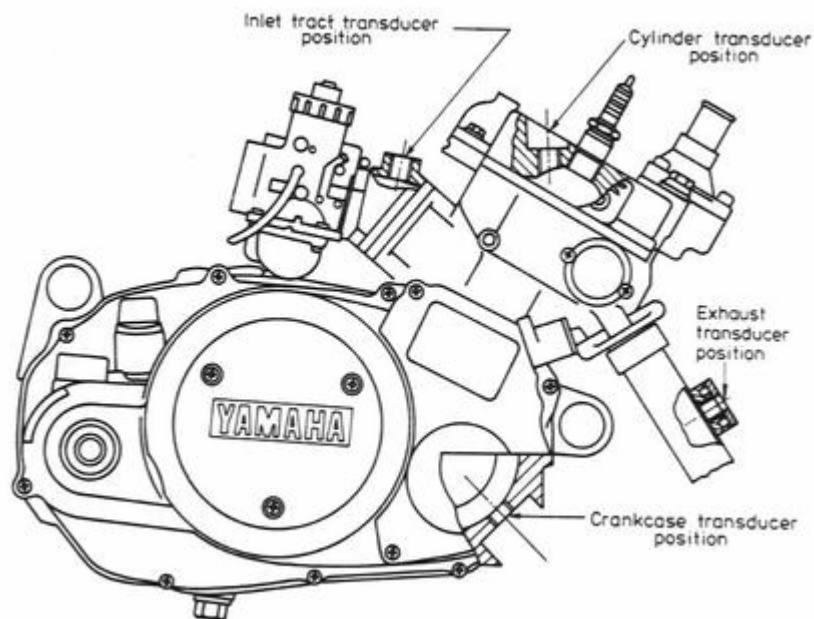


Risposta della lamella al gradino

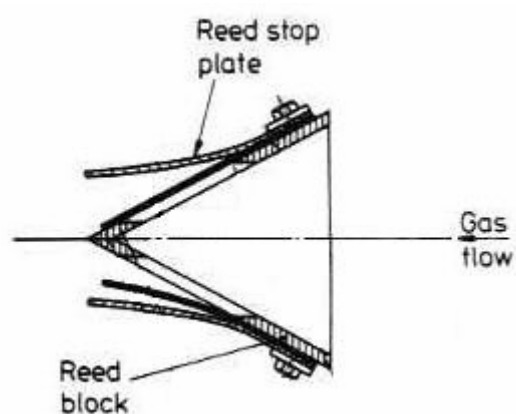


Risposta della lamella ad un sinusoide di frequenza 150 Hz (9000 RPM)

La validazione del codice è stata eseguita sui dati di pressione misurati su un motore Yamaha RD350, riportati in letteratura: R. Fleck, G.P. Blair, R.A.R. Houston, "An improved model for predicting reed valve behaviour in two-stroke cycle engines", AE 871654.

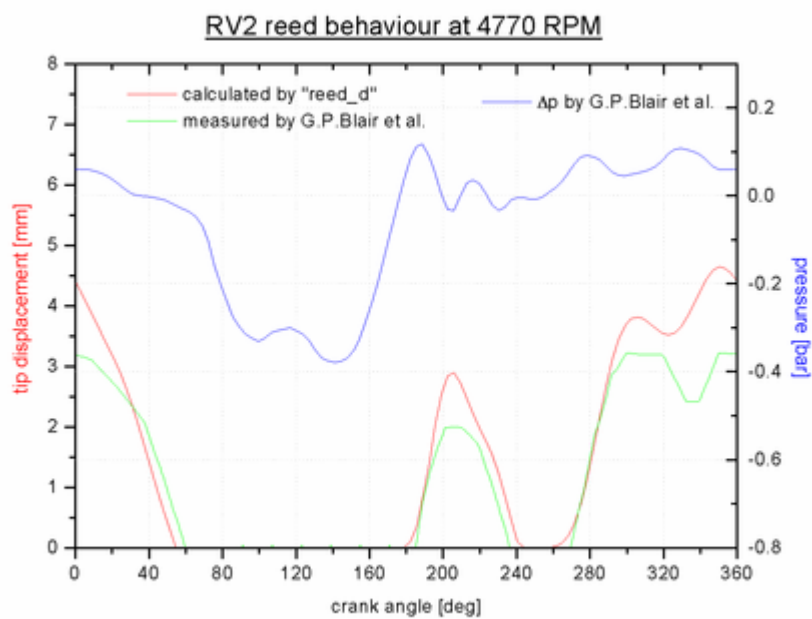


Motore Yamaha RD350

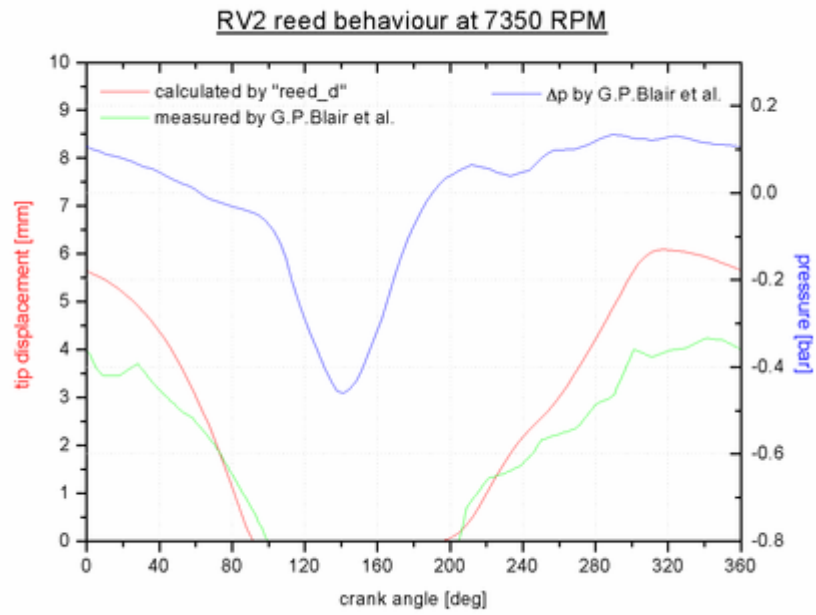


Pacco lamellare del motore RD350

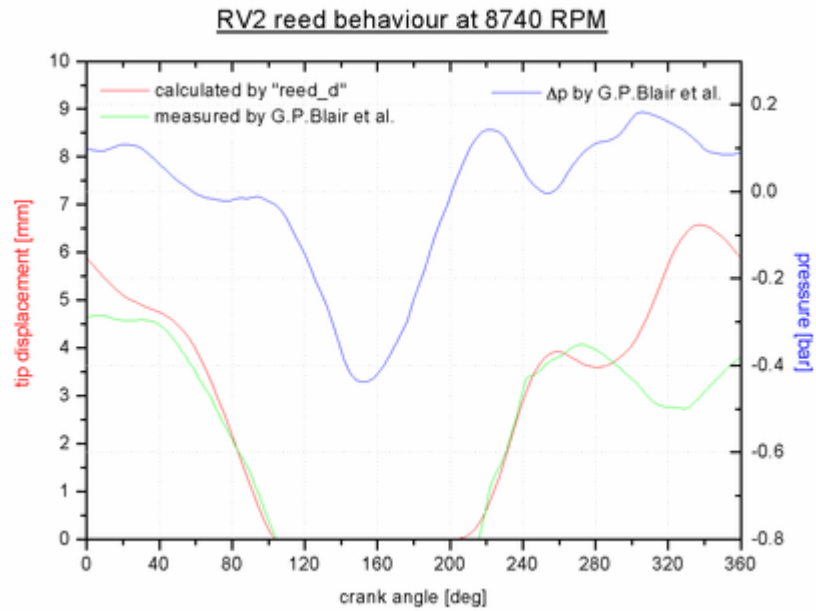
Seguono le figure relative al confronto eseguito rispettivamente a 4770, 7350 e 8740 RPM per una lamella in fibra di vetro (RV2) e per una in fibra di carbonio (RV3). I risultati evidenziano una buona affidabilità dello codice messo a punto.



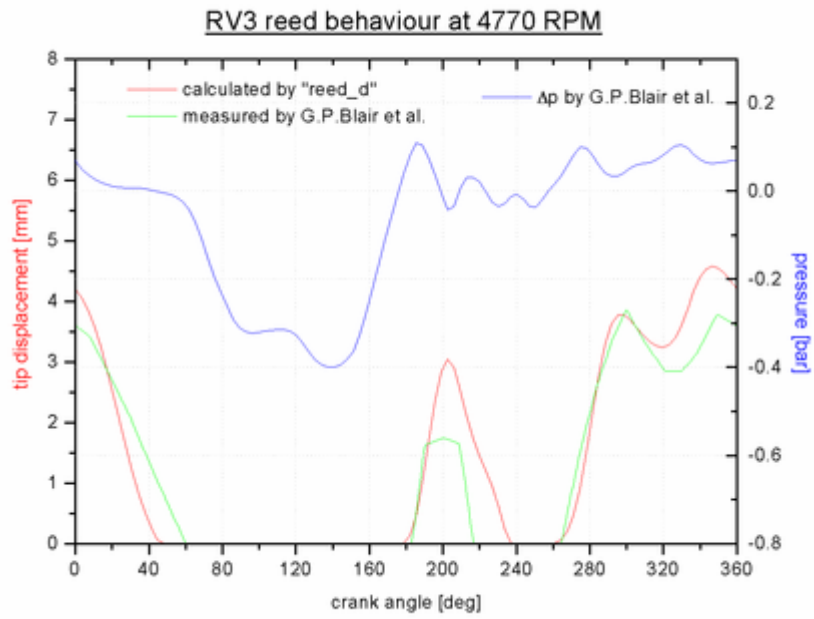
Comportamento della lamella RV2 a 4770 RPM



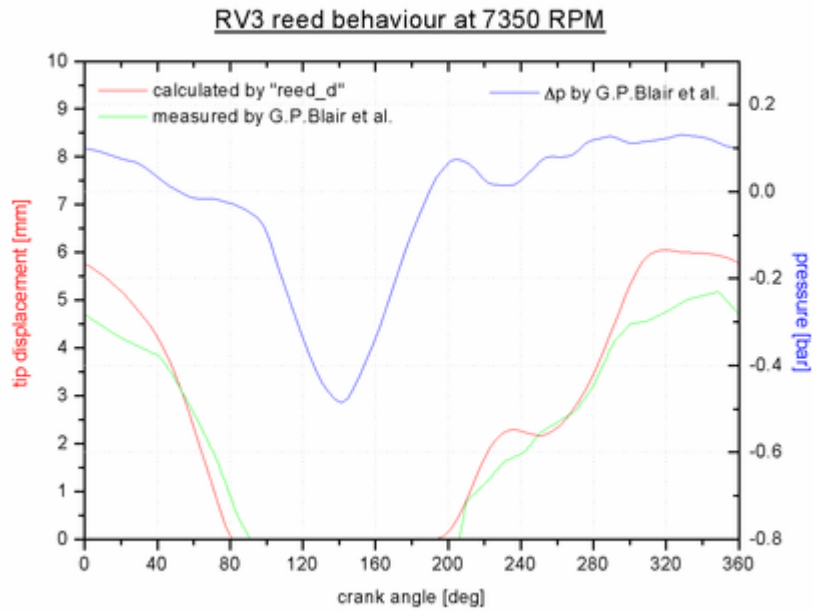
Comportamento della lamella RV2 a 7350 RPM



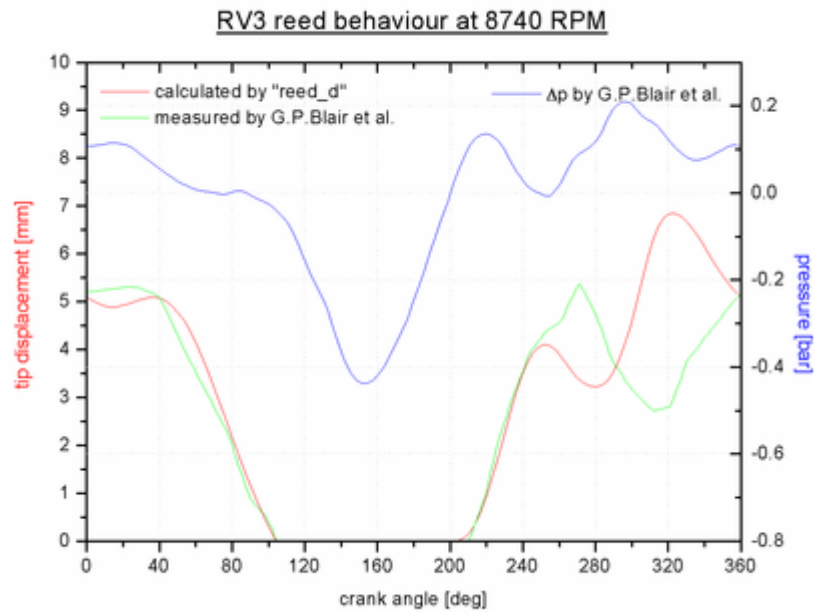
Comportamento della lamella RV2 a 8740 RPM



Comportamento della lamella RV3 a 4770 RPM



Comportamento della lamella RV3 a 7530 RPM



Comportamento della lamella RV3 a 8740 RPM

In conclusione il codice proposto è un ottimo strumento di simulazione del comportamento delle valvole a lamella per motori 2T: in accoppiamento con un codice fluidodinamico è possibile utilizzarlo per l'analisi delle prestazioni del motore e per la loro ottimizzazione. Inoltre tale codice costituisce un tool di progetto e ottimizzazione delle lamelle in acciaio od in fibra di carbonio e può essere utilizzato anche per i motori da competizione, come quelli attualmente impiegati nel karting.