

PROFESSIONAL CAM PRO - *presentazione*

Il software PROFESSIONAL CAM PRO è suddiviso in tre aree principali che consentono di progettare e verificare le leggi d'alzata ed i profili camma in modo chiaro e completo, consentendovi di seguire con facilità ogni fase del lavoro.



La prima area è dedicata alla progettazione della legge d'alzata e del profilo camma delle camme di aspirazione.



La seconda area è dedicata alla progettazione della legge d'alzata e del profilo camma delle camme di scarico.



La terza area è dedicata alla progettazione della camera di combustione e alla verifica delle interferenze tra le valvole e il pistone.

Ogni area è poi suddivisa in specifiche sottoaree che consentono di inserire facilmente tutti i dati necessari e soprattutto consentono di vedere immediatamente i risultati delle scelte fatte, potendo quindi apportare in tempo reale le modifiche necessarie in modo da giungere rapidamente ad uno sviluppo ottimale che soddisfi le specifiche esigenze.

A seguire vedremo nel dettaglio ogni singola sottoarea in tal modo potrete apprezzare la completezza unita alla semplicità d'uso del software PROFESSIONAL CAM PRO

PROFESSIONAL CAM PRO - legge d'alzata

Sia per ciò che concerne l'area dedicata all'ASPIRAZIONE, sia per quella dedicata allo SCARICO, vi sono quattro sottoaree, una dedicata alla definizione dell'ALZATA, una per la CINEMATICA del sistema di distribuzione, una per la DINAMICA del sistema, ed una che riassume tutti i risultati sia grafici, sia numerici, del lavoro svolto.

La fase più importante della progettazione è la definizione della legge d'alzata della valvola che si vuole ottenere, per questo il software PROFESSIONAL CAM PRO ha curato nel dettaglio questo aspetto. In primo luogo il software consente di inserire i dati principali dell'alzata che si vuol far realizzare alla camma, quindi la fasatura, l'alzata massima, e le caratteristiche delle rampe per il recupero del gioco.

Oltre a questo consente di scegliere la tipologia di legge d'alzata che si vuole utilizzare. Il software prevede tre principali tipologie:

LEGGE D'ALZATA	
tipo	<input type="text"/>
alzata massima [mm]	<input type="text"/>
FASATURA	
ant. apertura [°mot]	<input type="text"/>
rit. chiusura [°mot]	<input type="text"/>
lobe center [°mot]	<input type="text"/>
RAMPE	
tipo	<input type="text"/>
alzata salita [mm]	<input type="text"/>
durata salita [°mot]	<input type="text"/>
alzata discesa [mm]	<input type="text"/>
durata discesa [°mot]	<input type="text"/>

NT-Polydyne

Questa tipologia di legge d'alzata si basa sui particolari polinomi "polydyne" opportunamente modificati con uno speciale algoritmo per raccordarsi in maniera ottimale alle eventuali rampe, da qui il nome "NT-Polydyne".

NT-Spline

Questa tipologia di legge d'alzata si basa su "spline" opportunamente studiate per creare leggi che soddisfino le necessità dei sistemi di distribuzione motoristici e che si raccordino in maniera ottimale alle eventuali rampe, da qui il nome "NT-Spline".

NT-Trigonometric

Questa tipologia di legge d'alzata si basa su leggi trigonometriche opportunamente studiate per creare leggi che soddisfino le necessità dei sistemi di distribuzione motoristici, e modificate con uno speciale algoritmo per raccordarsi in maniera ottimale alle eventuali rampe, da qui il nome "NT-Trigonometric".

NT-Polynomial 8°

Questa tipologia di legge d'alzata si basa su una legge polinomiale di 8° opportunamente modificata con uno speciale algoritmo per raccordarsi in maniera ottimale alle eventuali rampe, da qui il nome "NT-Polynomial 8°".

NT-Dudley

Questa tipologia di legge d'alzata si basa sui particolari polinomi "polydyne" sviluppati da Dudley opportunamente modificati con uno speciale algoritmo per raccordarsi in maniera ottimale alle eventuali rampe, da qui il nome "NT-Dudley".

Per ciascuna legge d'alzata è possibile gestire alcuni parametri che ne modificano il livello di aggressività



Queste barre servono a modificare le caratteristiche della NT-Polydyne, la barra "expini" definisce l'esponente iniziale della polydyne, mentre la barra "deltaexp" la spaziatura tra gli esponenti. Cliccando sulle frecce si scorrono i cursori e spostandoli da sinistra a destra si otterranno leggi d'alzata sempre più aggressive.



Queste barre servono a modificare le caratteristiche della NT-Spline, la barra "dur+" definisce la durata dell'accelerazione positiva, mentre la barra "dur-" la durata del tratto costante dell'accelerazione negativa. Cliccando sulle frecce si scorrono i cursori e spostandoli da sinistra a destra si otterranno leggi d'alzata sempre più aggressive.



Queste barre servono a modificare le caratteristiche della NT-Spline, la barra "dur+salita" definisce la durata dell'accelerazione positiva nella fase di apertura valvola, la barra "dur-salita" la durata del tratto costante dell'accelerazione negativa nella fase di apertura valvola, mentre la barra "dur+discesa" definisce la durata dell'accelerazione positiva nella fase di chiusura valvola, e la barra "dur-discesa" la durata del tratto costante dell'accelerazione negativa nella fase di chiusura valvola. Cliccando sulle frecce si scorrono i cursori e spostandoli da sinistra a destra si otterranno leggi d'alzata sempre più aggressive.



Questa barra serve a modificare la caratteristica della NT-Trigonometric, la barra "rapp_acc" definisce il rapporto tra l'accelerazione positiva e l'accelerazione negativa. Cliccando sulle frecce si scorre il cursore e spostandolo da sinistra a destra si otterranno leggi d'alzata sempre più aggressive.

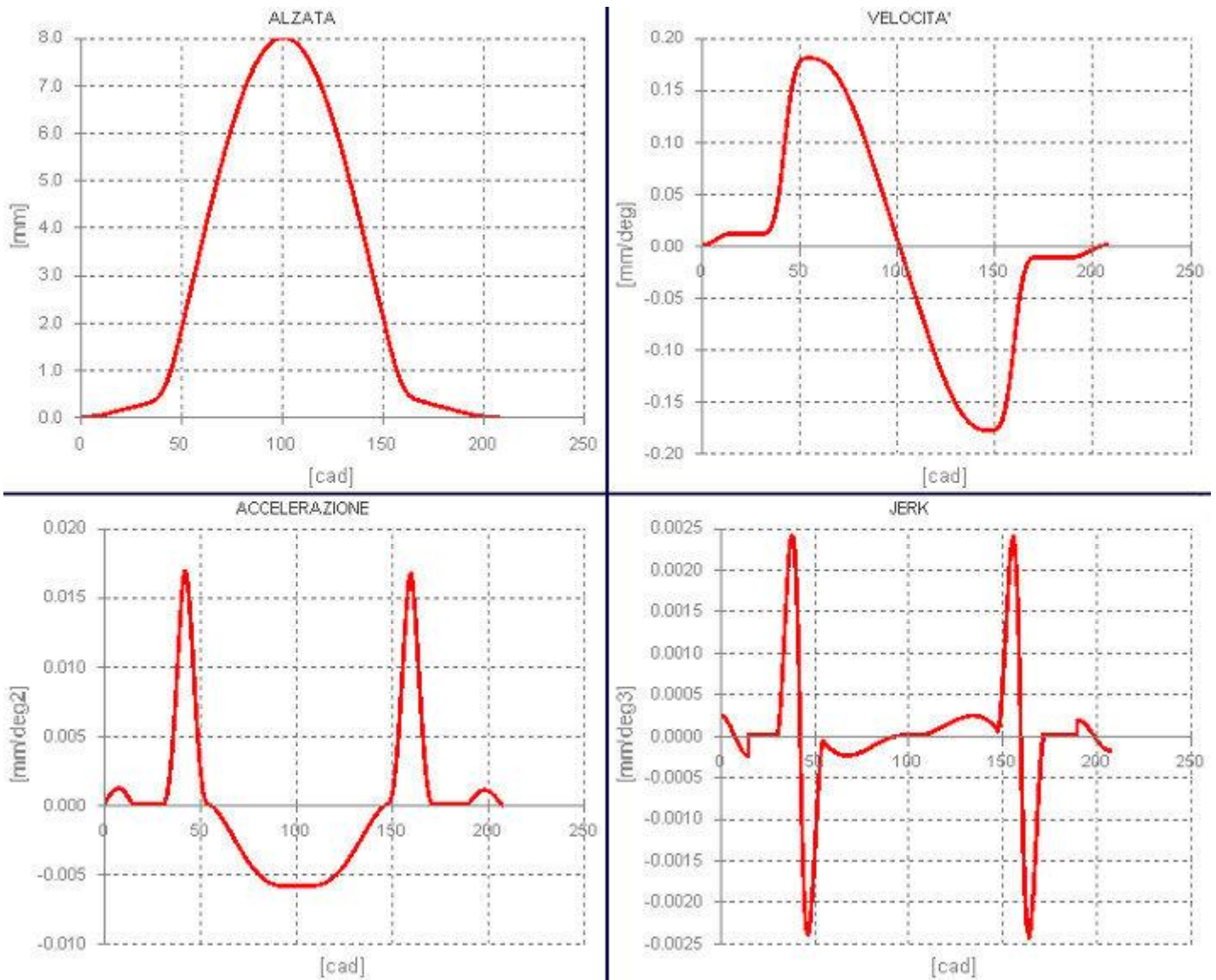


Questa barra serve a modificare le caratteristiche della NT-Dudley, la barra "expini" definisce l'esponente iniziale della polydyne. Cliccando sulle frecce si scorre il cursore e spostandolo da sinistra a destra si otterranno leggi d'alzata sempre più aggressive.

Inoltre queste leggi possono avere anche delle rampe di recupero del gioco, e possono avere anche un profilo asimmetrico.

PROFESSIONAL CAM PRO - legge d'alzata

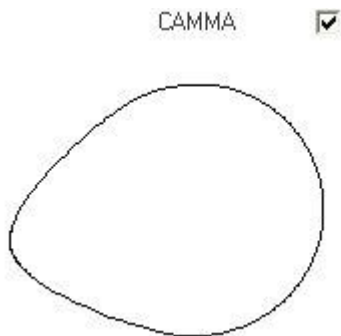
La vera forza del software PROFESSIONAL CAM PRO è che ciascuna tipologia di legge d'alzata può essere manipolata in infiniti modi. E' sufficiente muovere le frecce dei parametri disponibili per ciascuna tipologia di legge d'alzata, ed in tempo reale è possibile vedere come si modificano la velocità, l'accelerazione e il jerk



ANALISI

ALZATA		CAMMA	
efficienza profilo [%]	53.6	min	max
area sottesa [mm*deg]	610.6	raggio curv. pos. [mm]	3.51 71.12
alzata PMS [mm]	3.55	raggio curv. neg. [mm]	
	min	max	
velocità [mm/deg]	-0.178	0.180	
acceleraz. [mm/deg ²]	-0.005	0.016	
jerk [mm/deg ³]	-0.002	0.002	

Oltre alla visualizzazione grafica degli andamenti, vengono mostrati in tempo reale la permeabilità del profilo, l'area sottesa ed i valori minimi e massimi di velocità, accelerazione e jerk, in tal modo si potrà valutare da un lato ciò che influenza la fluidodinamica del motore, e dall'altro gli aspetti inerenti il corretto funzionamento del sistema (livelli di accelerazione e di jerk).

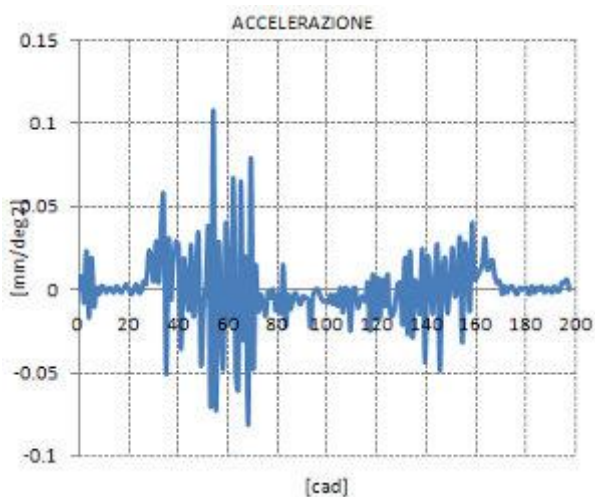


Se sono stati inseriti i dati del sistema di distribuzione, il software calcola in tempo reale anche il profilo della camma, in tal modo è possibile valutare immediatamente se la legge d'alzata scelta è adeguata per il sistema, e se quindi la camma è realizzabile, infatti vengono mostrati i raggi di curvatura minimi e massimi del profilo.

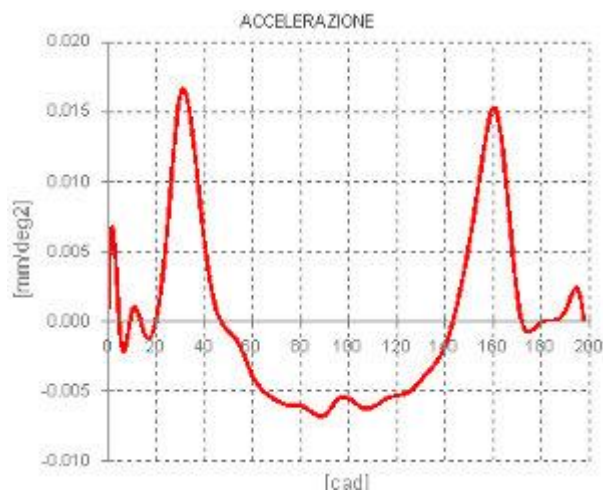
PROFESSIONAL CAM PRO - legge d'alzata sperimentale

Nel software è possibile anche importare leggi d'alzata rilevate sperimentalmente, e grazie ad uno speciale algoritmo di filtraggio è possibile utilizzarle per ottenere il profilo camma.

CALCOLO ACCELERAZIONE DA DATI NON FILTRATI



CALCOLO ACCELERAZIONE CON DATI FILTRATI NT

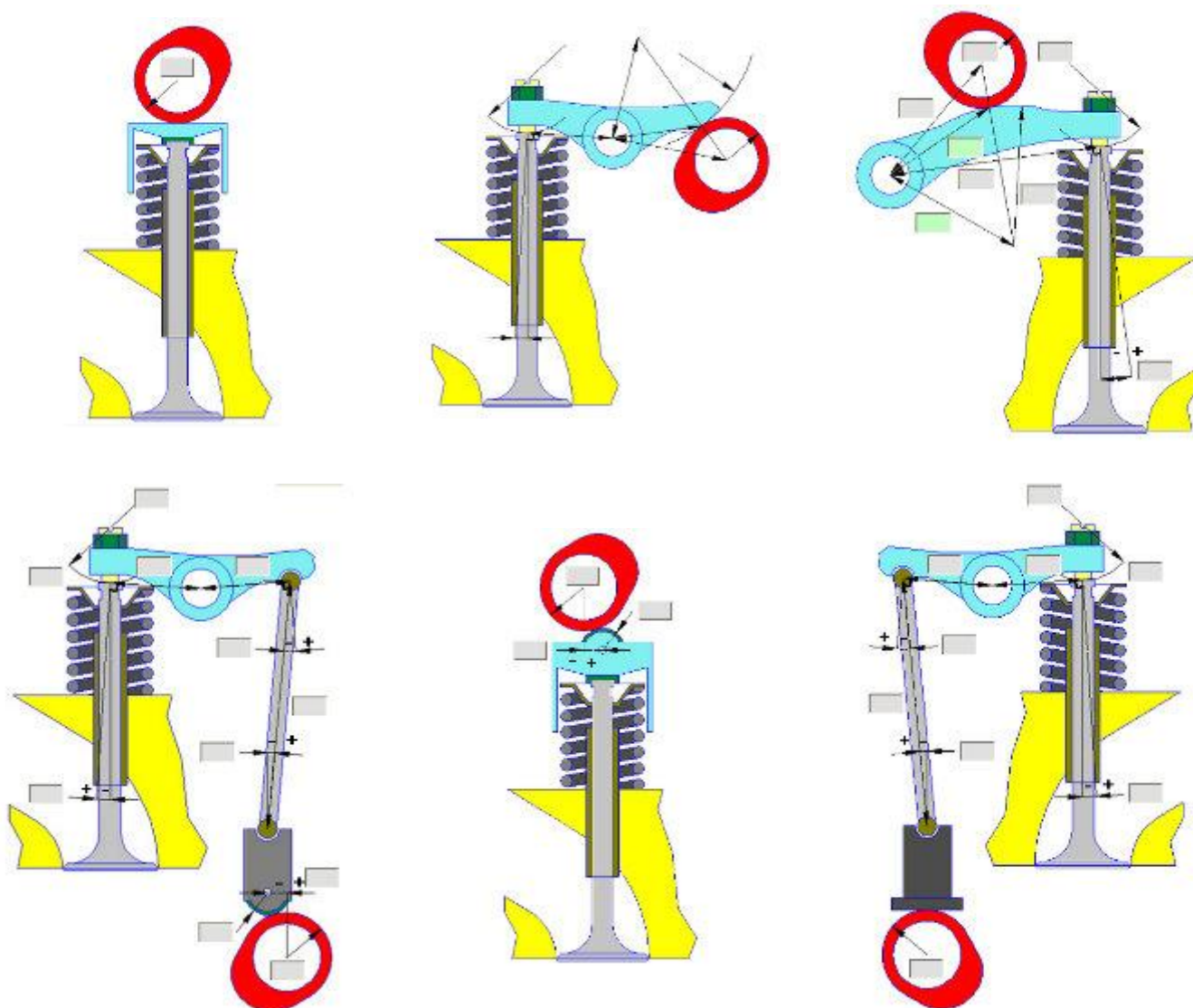


Infatti le leggi d'alzata rilevate sperimentalmente presentano diversi errori di misura, che emergono quando si calcolano velocità, e accelerazione. Pertanto senza un filtraggio ed una rielaborazione adeguata sarebbe impossibile riutilizzarli per calcolare il profilo della camma.

PROFESSIONAL CAM PRO - *sistemi di distribuzione*

Oltre alla definizione della legge d'alzata, altro aspetto importante è l'inserimento delle caratteristiche del sistema di distribuzione per il quale va realizzata la camma. Infatti in funzione del sistema di distribuzione viene calcolato lo specifico profilo camma che è in grado di realizzare la legge d'alzata desiderata.

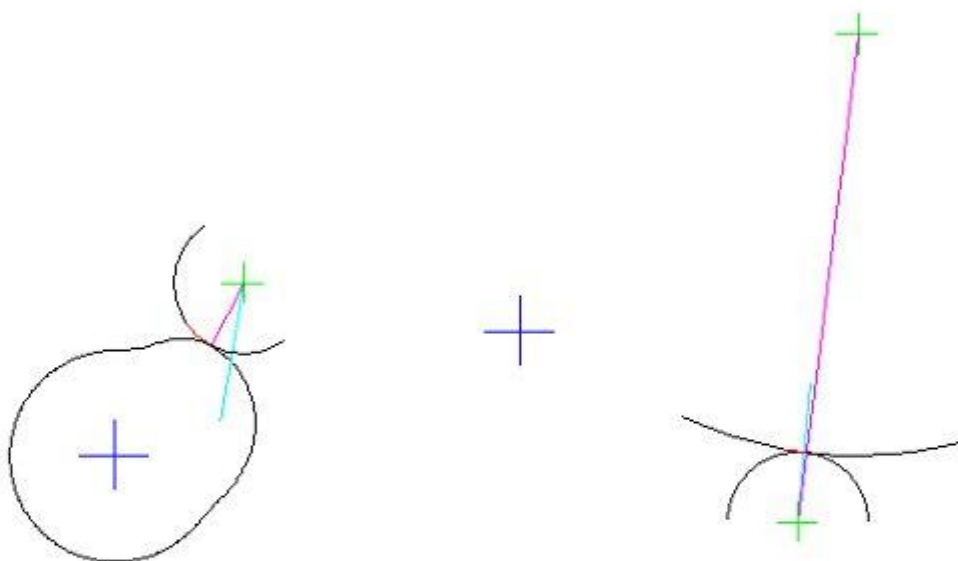
Il software PROFESSIONAL CAM PRO è stato studiato per calcolare i profili camma di tutti i principali sistemi di distribuzione, a partire da quelli a comando diretto, sia a piattello, sia a rotella centrata e deviata, ai sistemi con bilanciere, sia a dito, sia tradizionale, sino ai sistemi ad aste e bilancieri, sia con punteria a piattello, sia con rotella centrata e deviata.



PROFESSIONAL CAM PRO - *cinematica sistema*

Dopo aver definito la legge d'alzata ed inserito i dati del sistema di distribuzione il software PROFESSIONAL CAM PRO offre la possibilità di verificare immediatamente la geometria del sistema di distribuzione che è stato inserito e di simulare la cinematica del sistema durante l'intero ciclo motore. Oltre al cinematismo vengono mostrate ogni grado motore tutte le grandezze cinematiche di interesse (angoli di rotazione, angoli o archi di contatto, lunghezze di contatto, ecc.) ciò permette di verificare se il funzionamento del sistema è corretto e se soddisfa eventuali vincoli di ingombro o di accoppiamento tra i diversi elementi.

PREVIEW	
angolo motore [cad]	490.0
alzata valvola [mm]	7.11
raggio curvatura [mm]	10.46
eccentricità contatto [mm]	
rotazione bilanciere [deg]	9.89
ang. contatto sul bilanciere [deg]	2.82
arco contatto sul bilanciere [deg]	2.95
angolo contatto sulla valvola [deg]	-7.07
arco contatto sulla valvola [deg]	-1.23
lungh. contat. sul bilanciere [mm]	
lungh. contat. sulla valvola [mm]	
ang. contatto sul bil-cam [deg]	26.82
arco contatto sul bil-cam [deg]	4.68
rotazione asta [deg]	



PROFESSIONAL CAM PRO - *dinamica sistema*

Oltre alla legge d'alzata, e alla cinematica del sistema di distribuzione, un altro aspetto molto importante è il comportamento dinamico del sistema di distribuzione, per questo il software PROFESSIONAL CAM PRO ha un'area dedicata che consente l'inserimento dei dati necessari a questo calcolo.

MOTORE	
regime [rpm]	
DISTRIBUZIONE	
massa valvola e accessori [gr]	
massa molle [gr]	
massa punteria [gr]	
momento inerzia bilanciere [Kg*m2]	
massa asta [gr]	
larghezza camma [mm]	
coefficiente attrito strisciamento [-]	

Va inserito innanzitutto il regime di rotazione del motore per il quale si vuole verificare il sistema, e poi le masse degli elementi del sistema e la larghezza della camma.

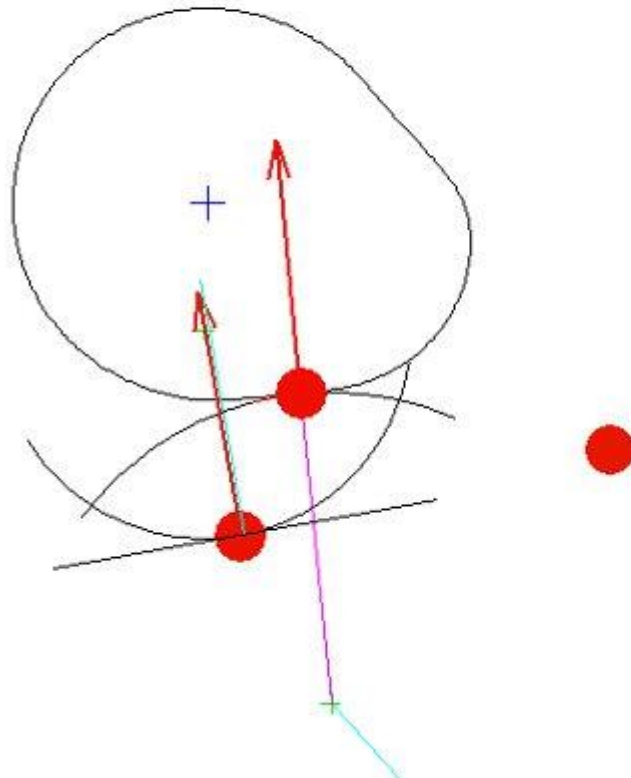
Oltre a questi dati si può inserire la geometria delle molle, ed il software è in grado di calcolare automaticamente il carico che le molle sono in grado di offrire, oppure in alternativa se le molle sono state verificate, è possibile inserire direttamente la curva di carico che è stata rilevata sperimentalmente.

MOLLE	
ESTERNA o SINGOLA	
n° spire attive	
lunghezza precarico [mm]	
lunghezza totale [mm]	
diametro medio spira [mm]	
diametro filo [mm]	
modulo elasticità [N/mm2]	
INTERNA	
n° spire attive	
lunghezza precarico [mm]	
lunghezza totale [mm]	
diametro filo [mm]	
diametro medio spira [mm]	
modulo elasticità [N/mm2]	
Importa carico molla [mm/kg]	

PROFESSIONAL CAM PRO - *dinamica sistema*

Dopo aver inserito i dati necessari il software PROFESSIONAL CAM PRO consente di simulare il comportamento dinamico del sistema durante l'intero ciclo motore. Oltre alla visualizzazione grafica, vengono mostrate in tempo reale tutte le grandezze utili a verificare il sistema, sia per ciò che concerne le forze, sia per gli attriti, sia per le pressioni di contatto, in tal modo è possibile vedere immediatamente se le scelte fatte sono adeguate alle specifiche necessità.

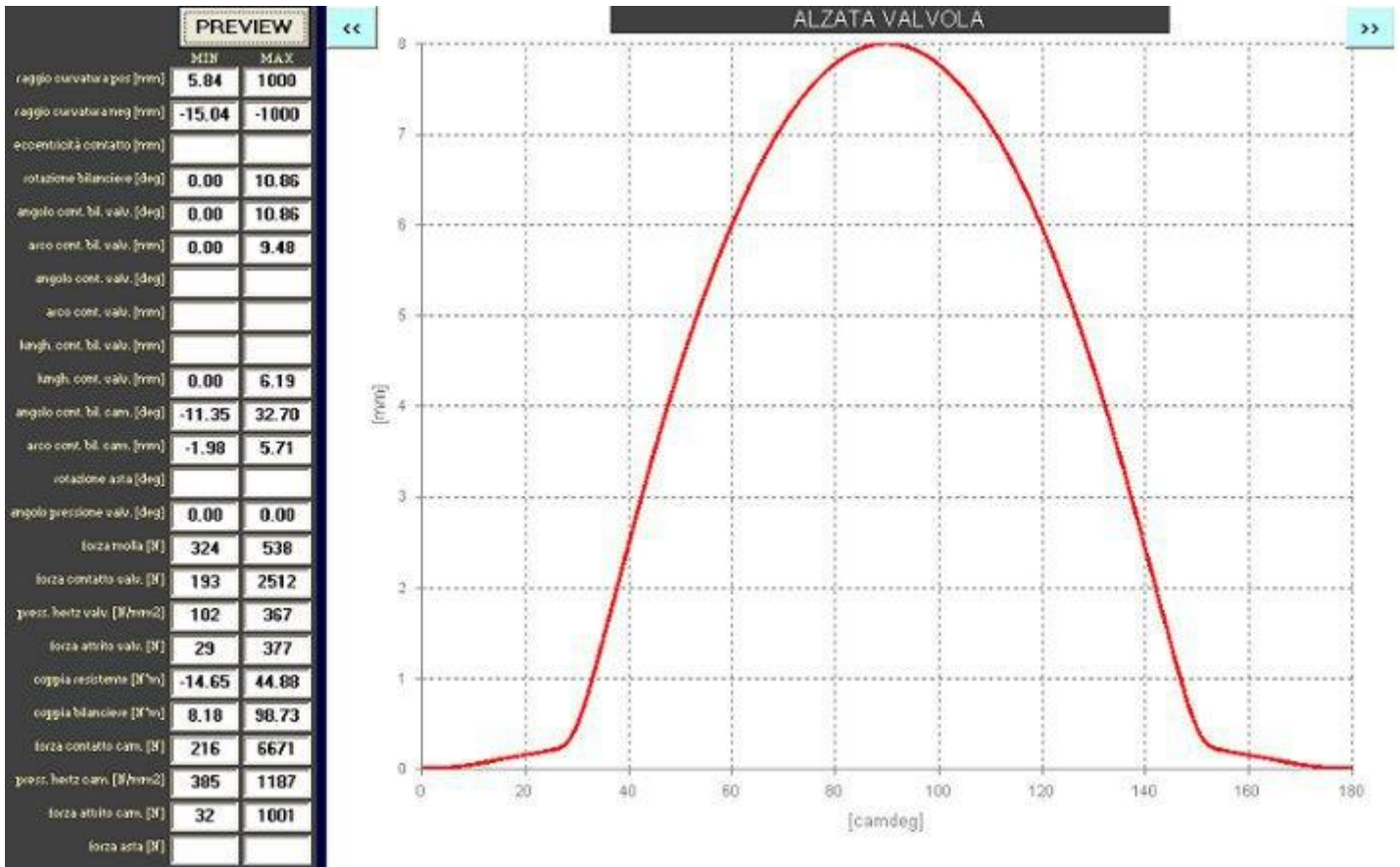
PREVIEW	
angolo motore [cad]	336.0
alzata valvola [mm]	0.75
angolo pressione valvola [deg]	0.00
forza molla [N]	184
forza contatto valvola [N]	794
pressione hertziana valvola [MPa]	333
forza attrito valvola [N]	79
coppia resistente [N*m]	8.95
coppia bilanciante [N*m]	23.17
forza contatto camma [N]	1240
pressione hertziana camma [MPa]	354
forza attrito camma [N]	124
forza sull'asta [N]	



PROFESSIONAL CAM PRO - *grafici*

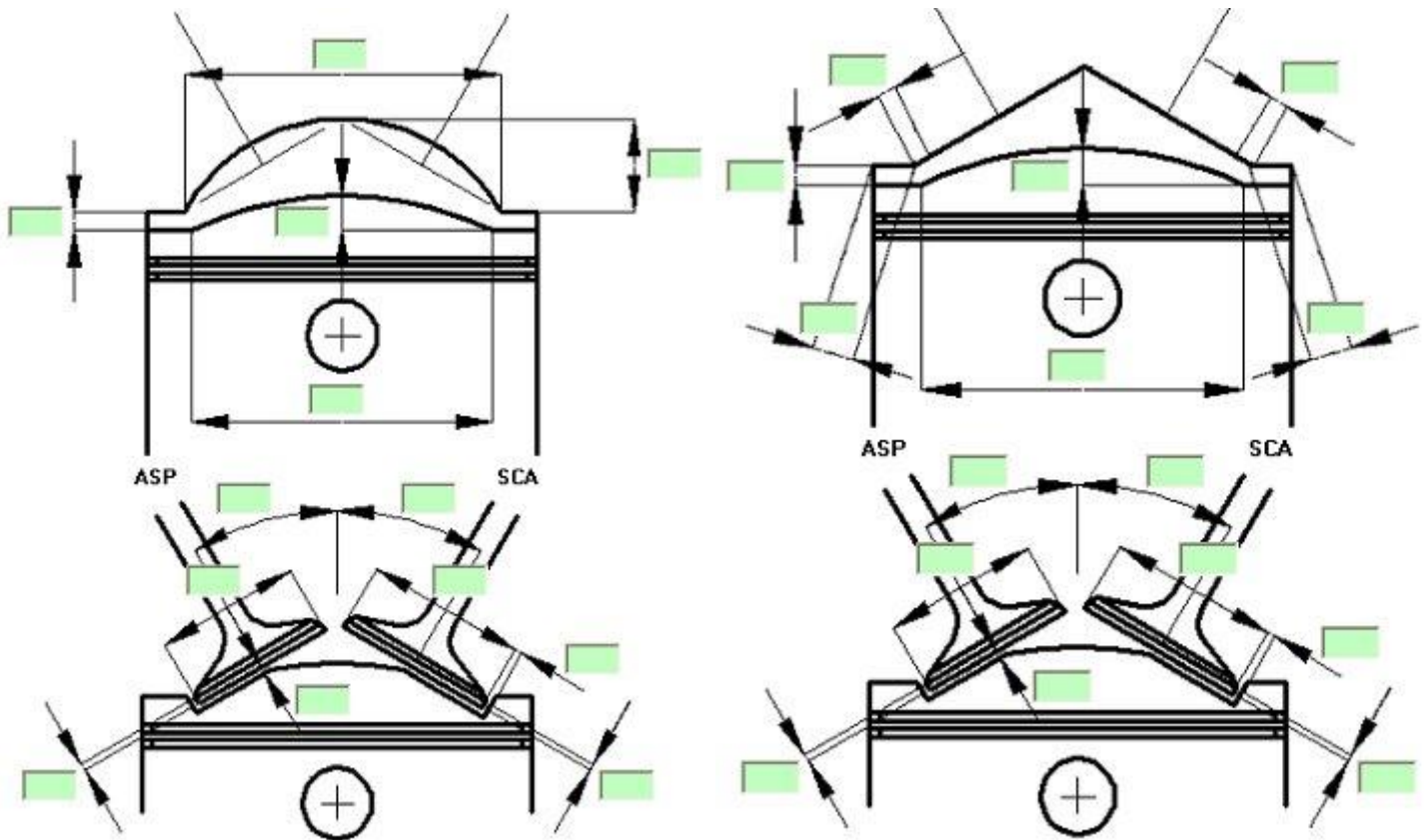
L'ultima sottoarea delle aree di ASPIRAZIONE e SCARICO è quella riassuntiva di tutti i risultati ottenuti in relazione alle scelte fatte per la legge d'alzata, e alle caratteristiche geometriche e dinamiche del sistema di distribuzione inserito.

Questa sottoarea mostra i valori minimi e massimi di tutte le grandezze significative calcolate, da quelle relative al profilo camma, sino a quelle cinematiche e dinamiche. Inoltre vengono mostrati i grafici di tutte le grandezze calcolate.



PROFESSIONAL CAM PRO - motore

Dopo aver progettato le leggi d'alzata e le relative camme, il software PROFESSIONAL CAM PRO offre la possibilità di verificare eventuali interferenze tra le valvole e il pistone. Per fare ciò il software consente di inserire i dati per definire la geometria di due delle camere di combustione più utilizzate, quella a tetto e quella emisferica.



Il software oltre ad utilizzare i dati inseriti per verificare le interferenze, calcola anche le caratteristiche principali della camera di combustione (rapporto di compressione, rapporto area/volume, diametro massimo delle valvole di aspirazione e scarico), ciò può essere pertanto utile anche in fase di progettazione della camera di combustione.

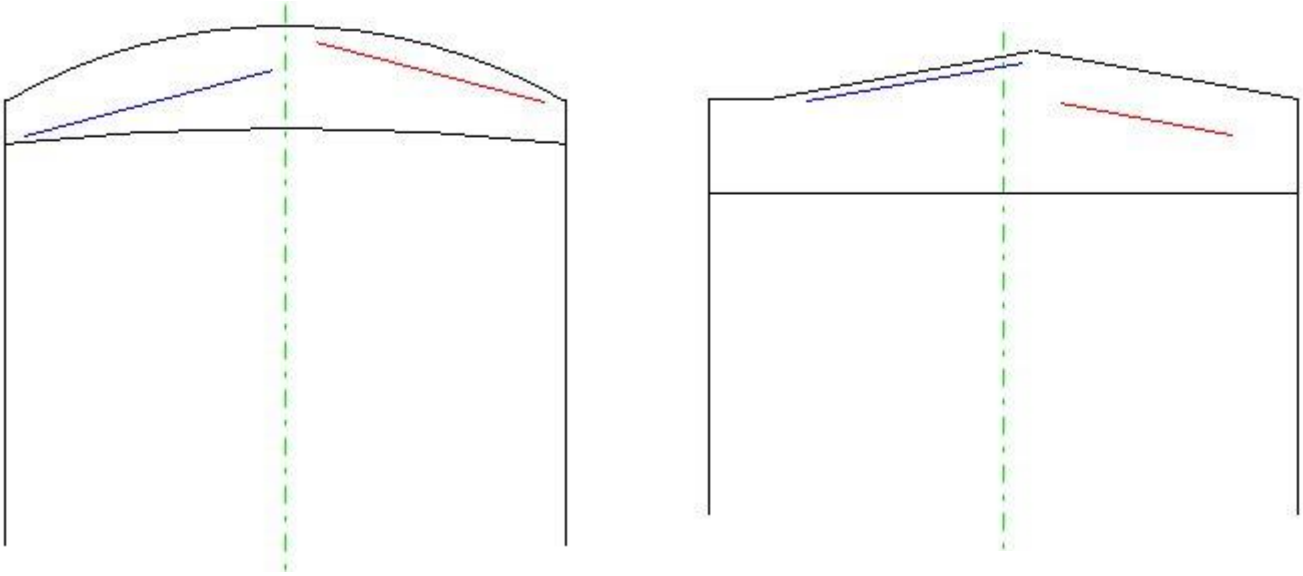
Oltre a questo inserendo la geometria del manovellismo (corsa, alesaggio, lunghezza biella), il numero di valvole ed il numero di cilindri, il software calcola la potenza e la coppia spesi per mantenere in movimento la distribuzione.

diam max valv asp [mm]	29.71
diam max valv sca [mm]	25.71
rapporto compressione	13.12
area / volume [l/cm]	5.53

coppia tot spesa distr [Nm]	1.84
potenza tot spesa distr [kW]	0.87

PROFESSIONAL CAM PRO - motore

Inserendo unitamente ai dati delle camera di combustione anche quelli del motore il software PROFESSIONAL CAM PRO può effettuare la simulazione del movimento delle valvole e del pistone nell'intero ciclo motore, in tal modo sarà possibile vedere in tempo reale se vi sono eventuali interferenze ed i margini di contatto che vi sono.

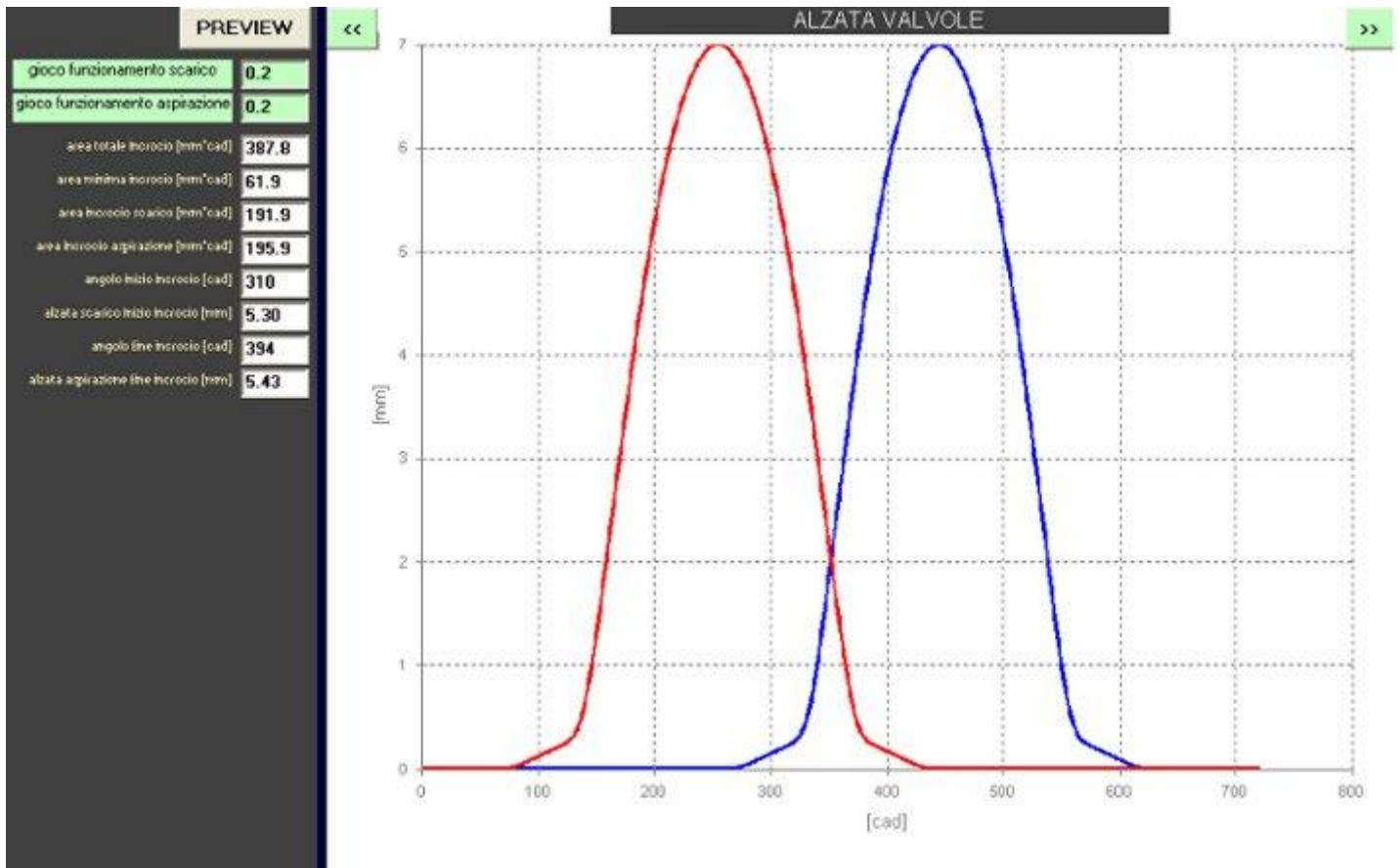


		ang.mot.	pos.pis.	alz.asp.	alz.sca.
interf max v asp [mm]	-1.31	367	0.27	3.16	1.87
interf max v sca [mm]	-0.48	353	0.27	2.08	2.93
interf max valve [mm2]					
posizione pistone [mm]	3.63				
alzata scarico [mm]	0.65			alzata aspirazione [mm]	4.51
interferenza valvole [mm2]	115.16			interferenza aspirazione [mm]	0.72
				interferenza scarico [mm]	5.14

Se si verificano interferenze tra le valvole, o tra le valvole e il pistone, il software memorizza la posizione angolare in cui avviene la massima interferenza, e l'entità di tale interferenza, in tal modo sarà possibile conoscere con precisione come dovranno essere fatte le eventuali nicchie sul pistone, o come si dovrà modificare la geometria della camera, o dello squish per avere un funzionamento ottimale.

PROFESSIONAL CAM PRO - motore

Anche per l'area MOTORE vi è una sottoarea dove vengono mostrati tutti i grafici delle grandezze calcolate, nello specifico sono mostrati i movimenti delle valvole e del pistone nel ciclo motore, potendo visualizzare le eventuali interferenze.



Oltre ai grafici vengono mostrate tutte le informazioni sul periodo di incrocio, quando inizia, quando finisce, le aree coinvolte e le posizioni delle valvole, in tal modo sarà possibile avere un quadro completo su questa importante fase del motore.

PROFESSIONAL CAM PRO - *file output*

Dopo aver effettuato il calcolo e salvato i risultati, il software memorizza in specifici file tutte le grandezze calcolate. Questi file sono in formato TXT quindi possono essere facilmente aperti ed elaborati con fogli elettronici, ecc. per poterli utilizzare al meglio a seconda delle proprie esigenze.

Questi file raccolgono tutti i risultati relativi alla legge d'alzata che è stata definita, alla simulazione cinematica, a quella dinamica e a quella del motore.

Oltre a questi file vengono creati opportuni file TXT con i dati relativi ai profili delle camme che sono stati calcolati.

Questi file contengono il profilo sia in coordinate cartesiane, sia in coordinate polari, in tal modo sarà possibile inserire facilmente il profilo delle camme per la realizzazione con macchine CNC.

Inoltre il profilo delle camme calcolate è anche salvato in file formato DXF pertanto può essere facilmente importato in qualsiasi sistema CAD-CAM per disegnare l'albero e procedere alla realizzazione con macchine CNC

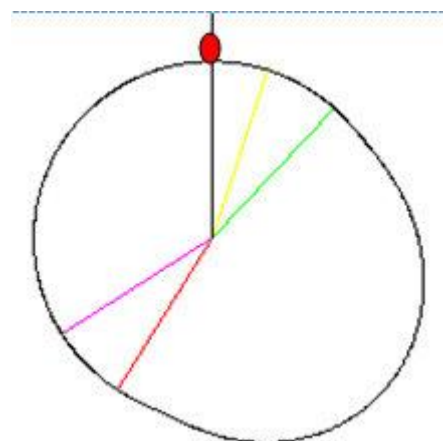
Nei disegni dxf oltre al disegno della camma sono tracciate le linee:

inizio rampa di salita (colore magenta)

inizio fase (colore rosso)

fine fase (colore verde)

fine rampa di discesa (colore giallo)



La camma è posizionata col motore al punto morto superiore in fase di scoppio.

Il punto di contatto col cedente (punteria, o bilanciere) è ipotizzato sulla verticale in alto (punto rosso in figura).

Il verso di rotazione considerato è quello che è stato inserito nel software (orario o antiorario).

PROFESSIONAL CAM PRO - *confronto risultati*

Oltre ai dati numerici il software PROFESSIONAL CAM PRO mette a confronto i grafici di tutte le grandezze calcolate, in tal modo si potranno apprezzare ancor più nel dettaglio le differenze tra le soluzioni confrontate.



PROFESSIONAL CAM PRO

Come avete visto da questa breve presentazione il software PROFESSIONAL CAM PRO è lo strumento ideale per ottenere una progettazione ottimale delle camme.

Consente di scegliere tra diverse tipologie di leggi d'alzata che possono essere manipolate in tempo reale in infiniti modi potendo individuare con estrema facilità e rapidità la legge che soddisfa le caratteristiche desiderate.

Calcola il profilo camma per tutti i principali sistemi di distribuzione, consentendo di verificare immediatamente le caratteristiche del profilo in relazione alla legge d'alzata scelta.

Effettua sia la simulazione cinematica, sia quella dinamica, in tal modo è possibile verificare il funzionamento del sistema di distribuzione in tutti i suoi aspetti e valutare archi e angoli di contatto, forze, attriti, pressioni superficiali, ecc.

Verifica eventuali interferenze tra le valvole e il pistone, e calcola le caratteristiche delle camere di combustione a tetto ed emisferiche.

Genera file di output con tutte le grandezze calcolate e con i profili camma in coordinate cartesiane, in coordinate polari e già inseriti in disegni in formato DXF, consentendo quindi un rapido utilizzo in macchine CNC o sistemi CAD-CAM

Consente di confrontare direttamente le soluzioni calcolate, aiutandovi nel valutare le differenze e quindi a fare la scelta migliore per le vostre esigenze.