

# 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-Polidyne

Questa tipologia è costituita da speciali leggi Polidyne opportunamente studiate per raccordarsi in maniera ottimale con le rampe e consentendo quindi di ridurre al minimo il Jerk e gli aspetti vibrazionali caratteristici delle fasi di apertura e di chiusura valvola.

NT-Spline-sym

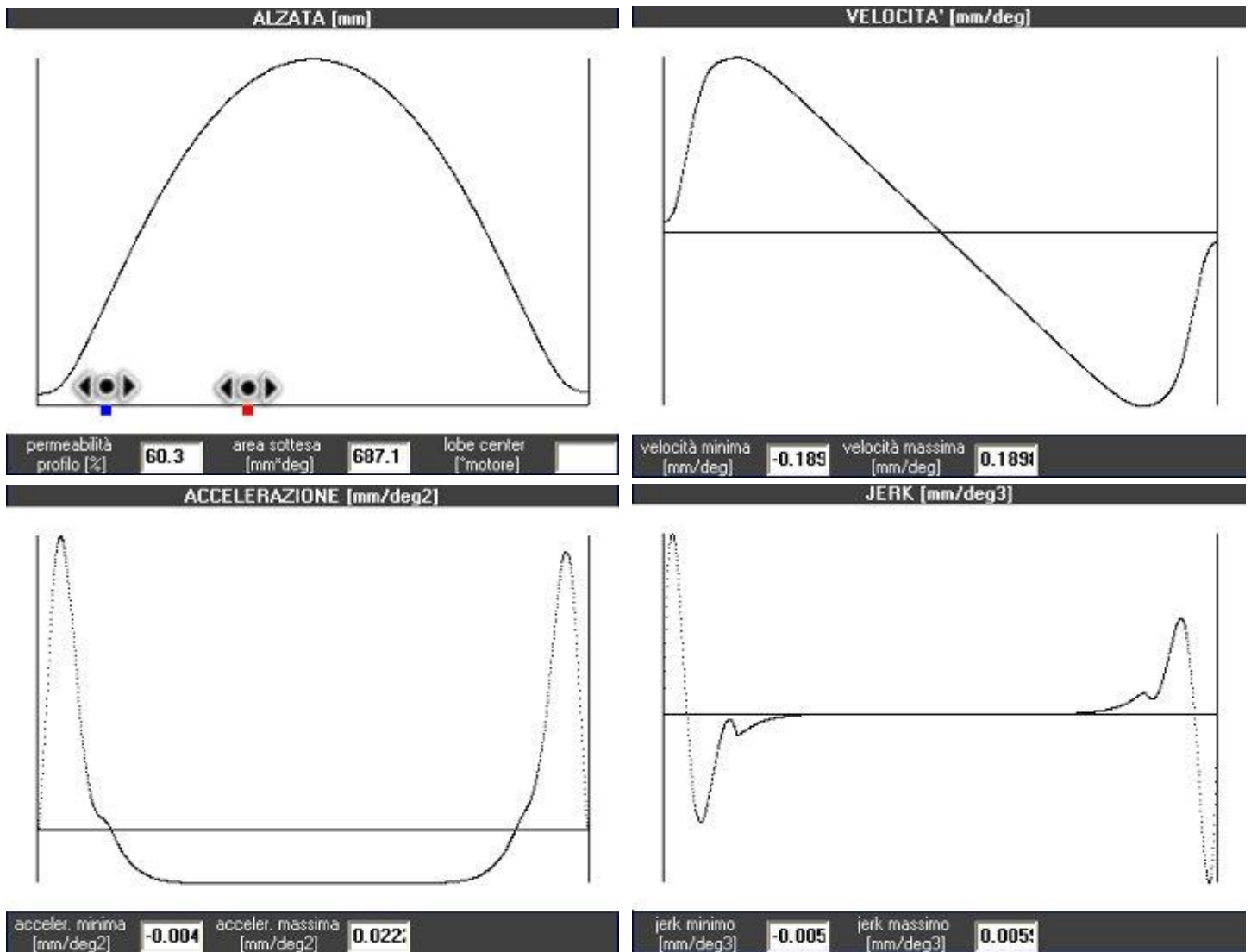
Questa tipologia è costituita da Spline che oltre a raccordarsi in maniera ottimale con le rampe, sono state studiate per ottenere andamenti della velocità e dell'accelerazioni ottimali per tutti i principali sistemi di distribuzione.

NT-Spline-asy

Questa tipologia riprende le caratteristiche della tipologia sopra descritta, ma aggiunge la potente possibilità di realizzare leggi d'alzata asimmetriche, ideali per ottenere accordatura con la fluidodinamica del motore ancora più efficaci.

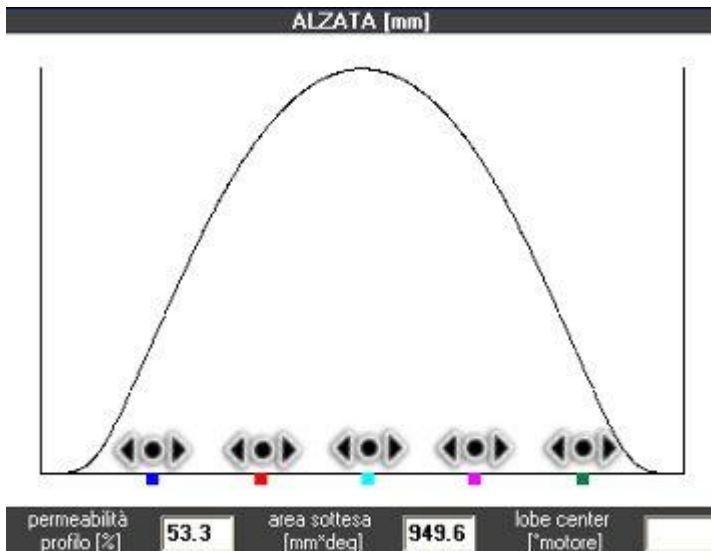
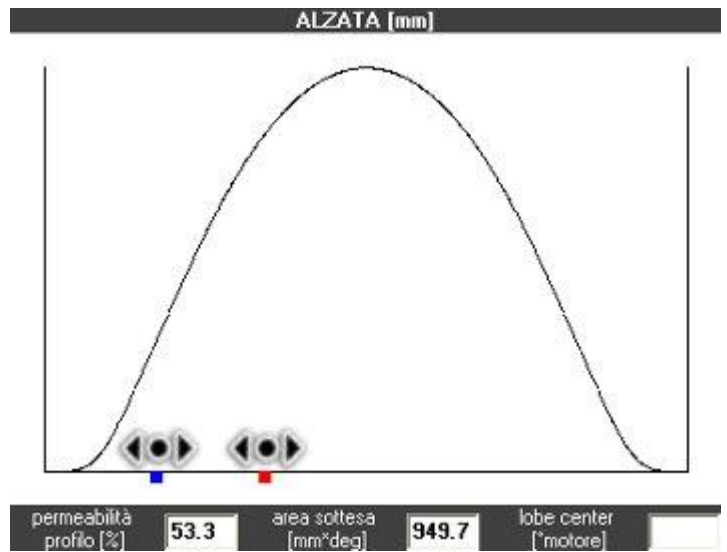
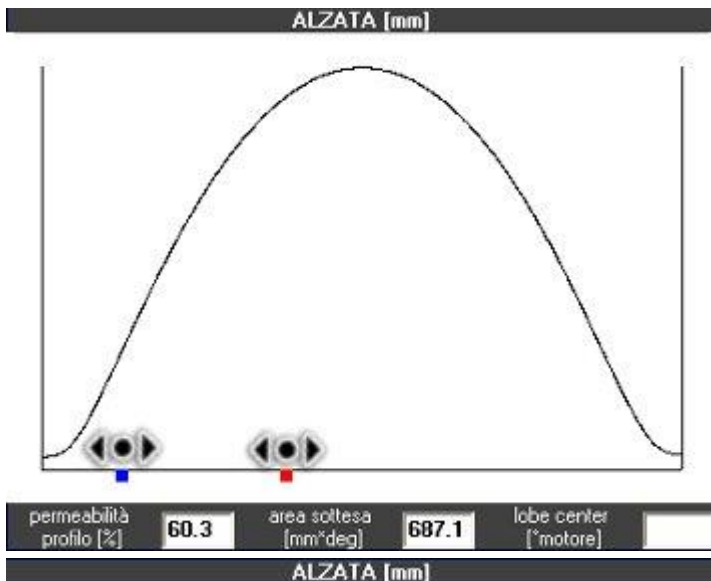
# PROFESSIONAL CAM PRO - legge d'alzata

La vera forza del software PROFESSIONAL CAM PRO è che ciascuna tipologia di legge d'alzata può essere manipolata in infiniti modi. E' sufficiente cliccare sui quadratini e muoverli con il mouse ed in tempo reale è possibile vedere come si modificano la velocità, l'accelerazione e il jerk



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).

# PROFESSIONAL CAM PRO - legge d'alzata



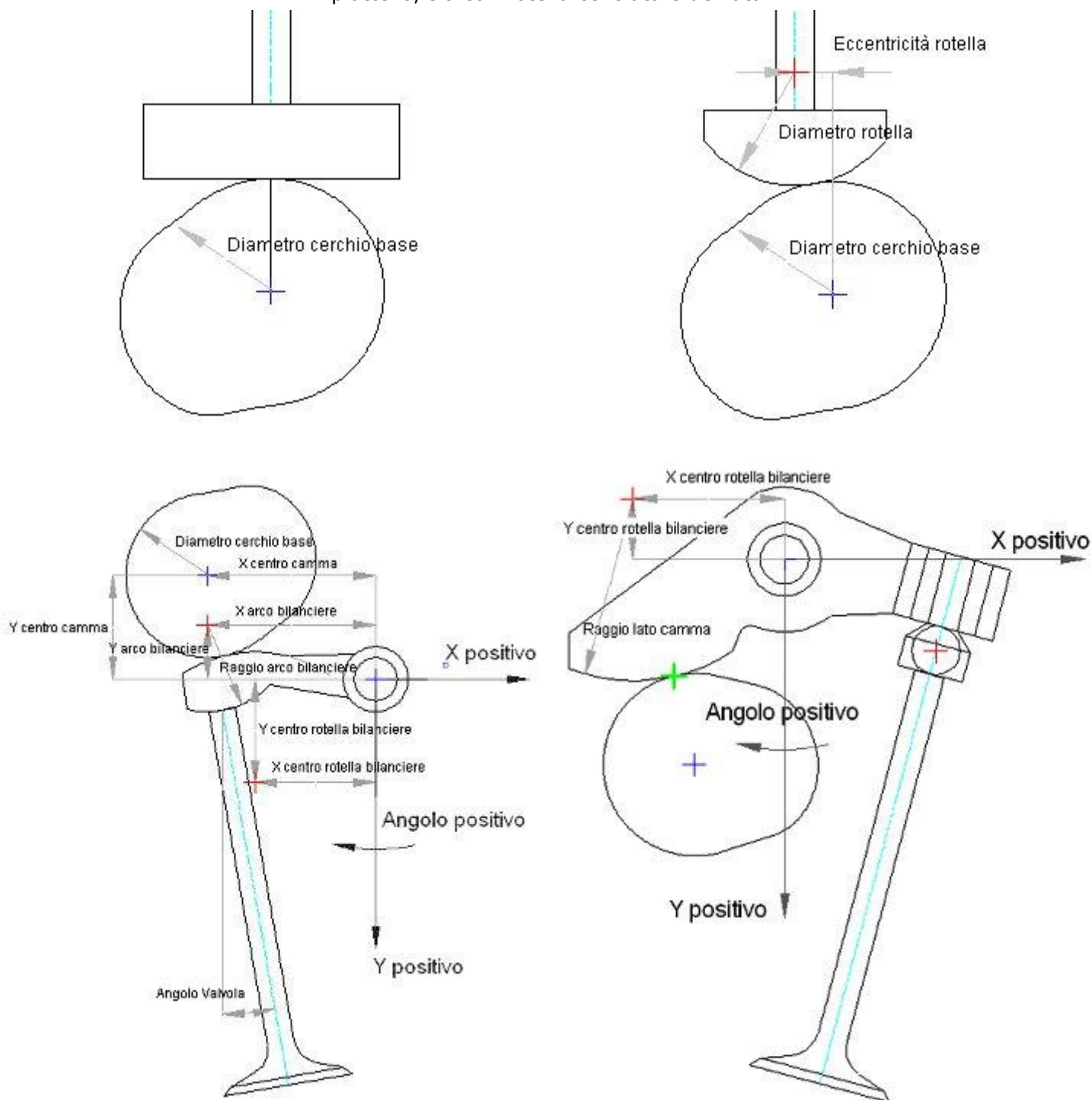
Questa possibilità di manipolazione delle leggi d'alzata in tempo reale è presente per tutte e tre le tipologie di leggi d'alzata. Nelle tipologie NT-Polyline e NT-Spline-sym è possibile intervenire su due quadratini, mentre sulla NT-Spline-asym, su cinque quadratini in quanto è possibile creare leggi d'alzata asimmetriche e se viene spostato il lobe center viene indicato in tempo reale il suo valore potendo quindi creare l'asimmetria nella maniera desiderata.

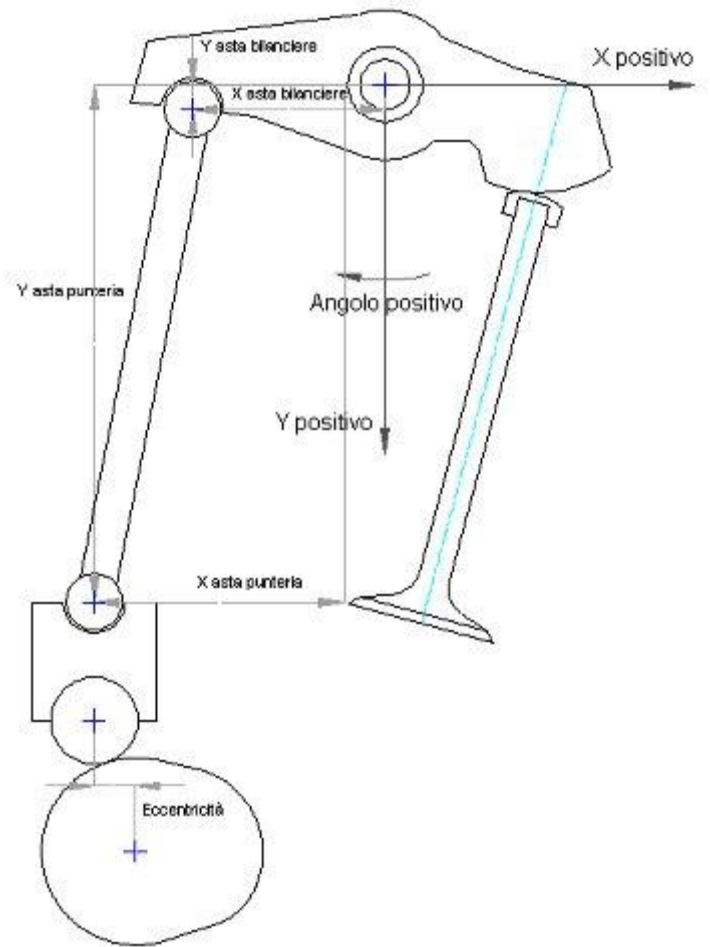
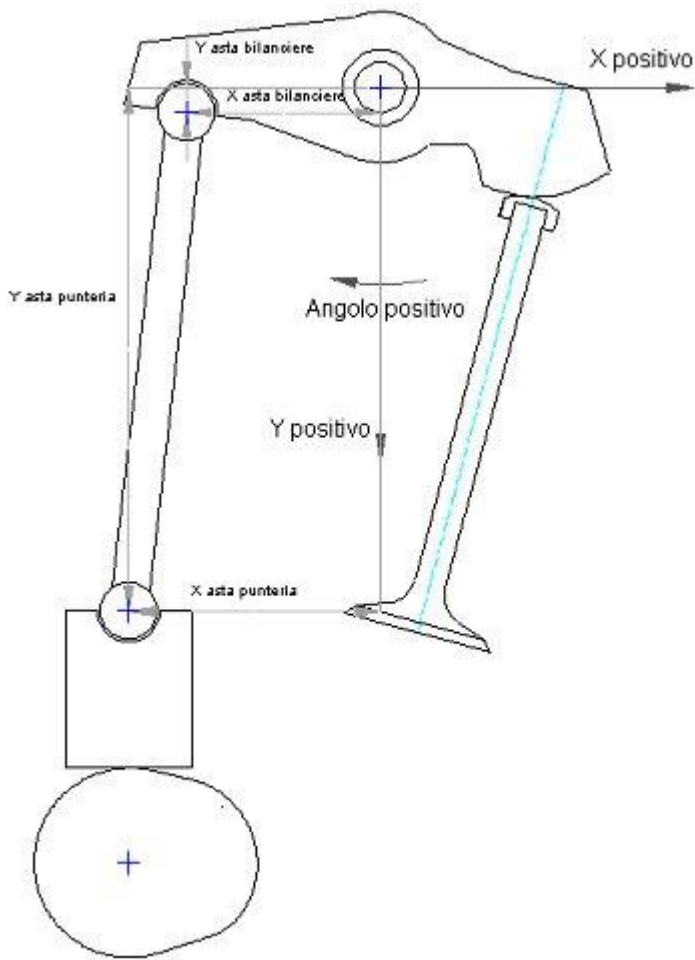
Il software PROFESSIONAL CAM PRO offre anche la possibilità di importare leggi d'alzata rilevate sperimentalmente, e consente di filtrare i dati importati in modo da correggere eventuali dati di misurazione e poter verificare la legge d'alzata importata in maniera ottimale.

IMPORTA ALZATA	
file alzata [°camma/mm]	<input type="text"/>
filtro	<input type="text"/>
range	<input type="text"/>
cicli	<input type="text"/>

# 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.



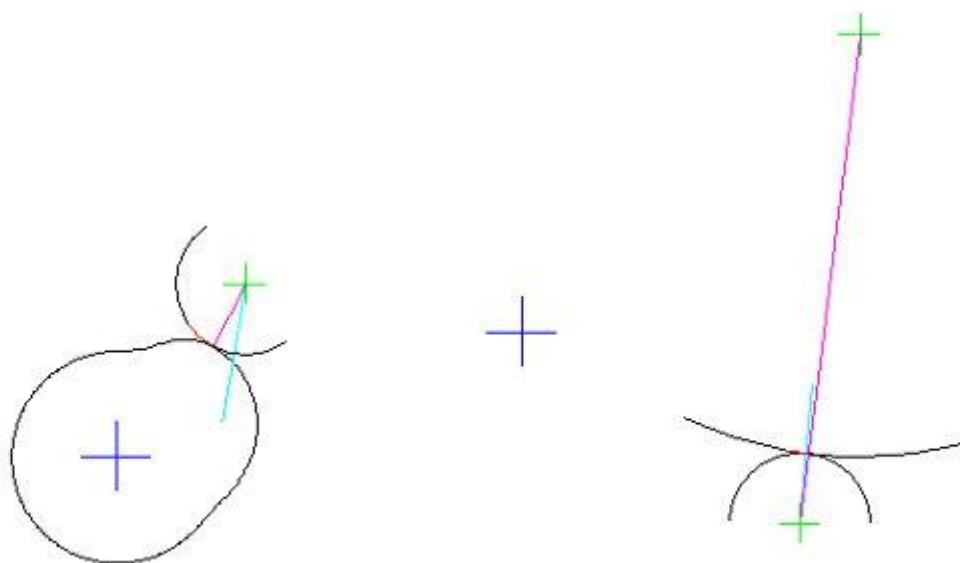




## PROFESSIONAL CAM PRO - *cinematica sistema*

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 cinematicismo 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 vingoli di ingombro o di accoppiamento tra i diversi elementi.

PREVIEW	
angolo motore [cad]	<b>490.0</b>
alzata valvola [mm]	<b>7.11</b>
raggio curvatura [mm]	<b>10.46</b>
eccentricità contatto [mm]	
rotazione bilanciere [deg]	<b>9.89</b>
ang. contatto sul bilanciere [deg]	<b>2.82</b>
arco contatto sul bilanciere [deg]	<b>2.95</b>
angolo contatto sulla valvola [deg]	<b>-7.07</b>
arco contatto sulla valvola [deg]	<b>-1.23</b>
lungh. contat. sul bilanciere [mm]	
lungh. contat. sulla valvola [mm]	
ang. contatto sul bil-cam [deg]	<b>26.82</b>
arco contatto sul bil-cam [deg]	<b>4.68</b>
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]	<input type="text"/>
DISTRIBUZIONE	
massa valvola e accessori [gr]	<input type="text"/>
massa molle [gr]	<input type="text"/>
massa punteria [gr]	<input type="text"/>
momento inerzia bilanciere [Kg*m2]	<input type="text"/>
massa asta [gr]	<input type="text"/>
larghezza camma [mm]	<input type="text"/>
coefficiente attrito strisciamento [-]	<input type="text"/>

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.

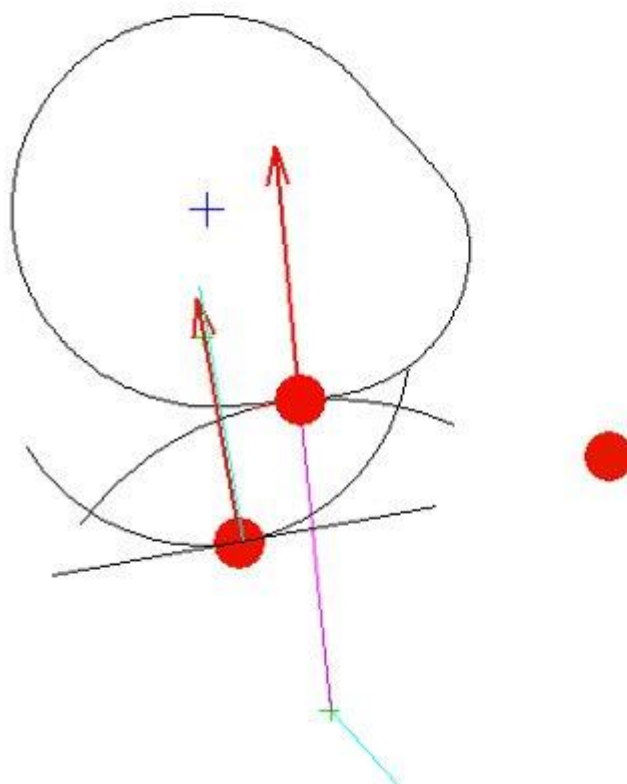
MOLLE	
ESTERNA o SINGOLA	
n° spire attive	<input type="text"/>
lunghezza precarico [mm]	<input type="text"/>
lunghezza totale [mm]	<input type="text"/>
diametro medio spira [mm]	<input type="text"/>
diametro filo [mm]	<input type="text"/>
modulo elasticità [N/mm2]	<input type="text"/>
INTERNA	
n° spire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



## 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.

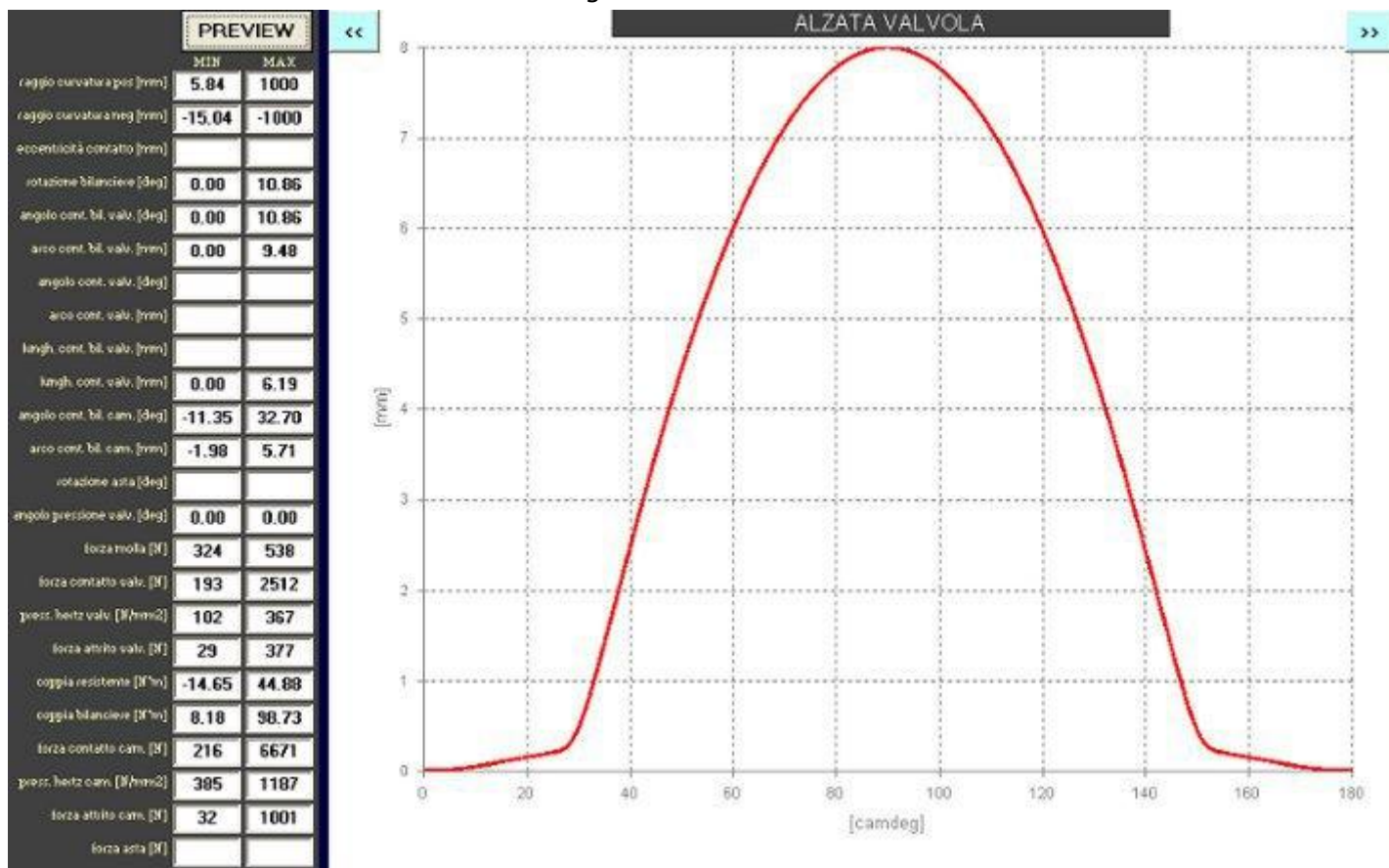
PREVIEW	
angolo motore [cad]	336.0
alzata valvola [mm]	0.75
angolo pressione valvola [deg]	0.00
forza molla [N]	184
forza contatto valvola [N]	794
pressione hertziana valvola [MPa]	333
forza attrito valvola [N]	79
coppia resistente [N*m]	8.95
coppia bilanciante [N*m]	23.17
forza contatto camma [N]	1240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



## PROFESSIONAL CAM PRO - grafici

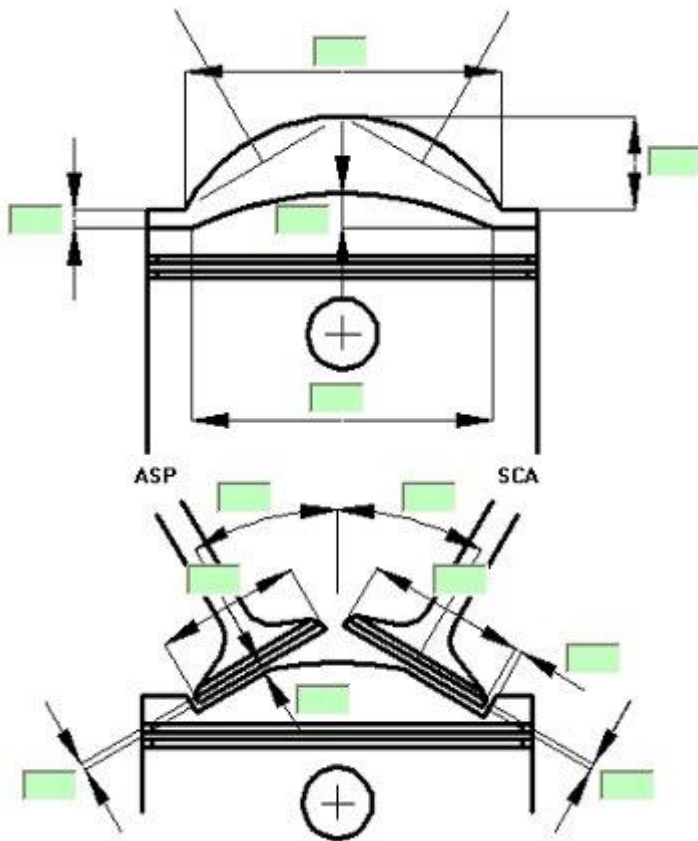
L'ultima sottoarea delle aree di ASPIRAZIONE e SCARICO è quella riassuntiva di tutti i risultati ottenuti in relazione alle scelte fatte per la legge d'alzata, e alle caratteristiche geometriche e dinamiche del sistema di distribuzione inserito.

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.



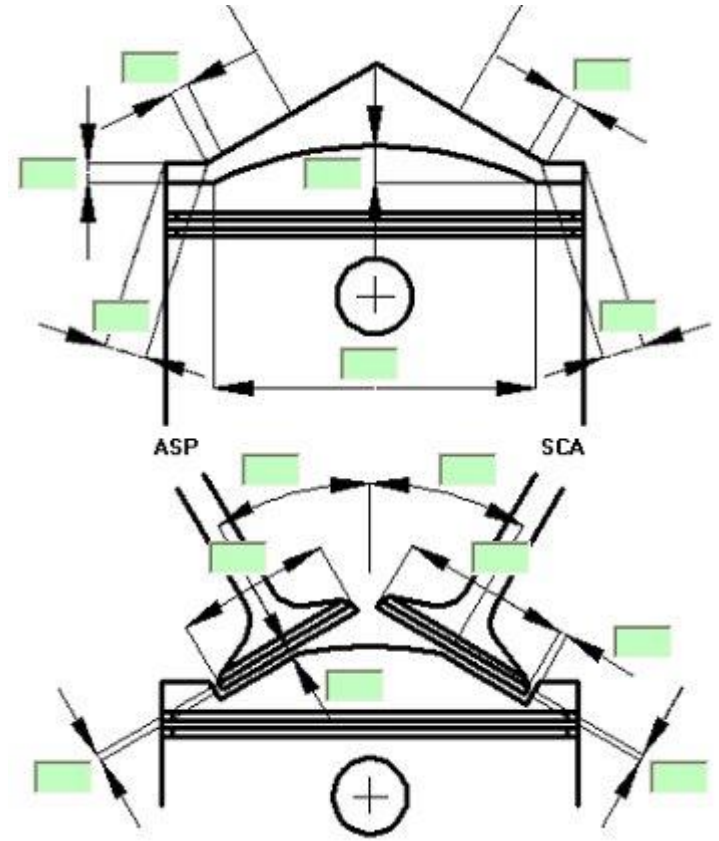
## PROFESSIONAL CAM PRO - motore

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.

diam max valv asp [mm]	<b>29.71</b>
diam max valv sca [mm]	<b>25.71</b>
rapporto compressione	<b>13.12</b>
area / volume [1/cm]	<b>5.53</b>

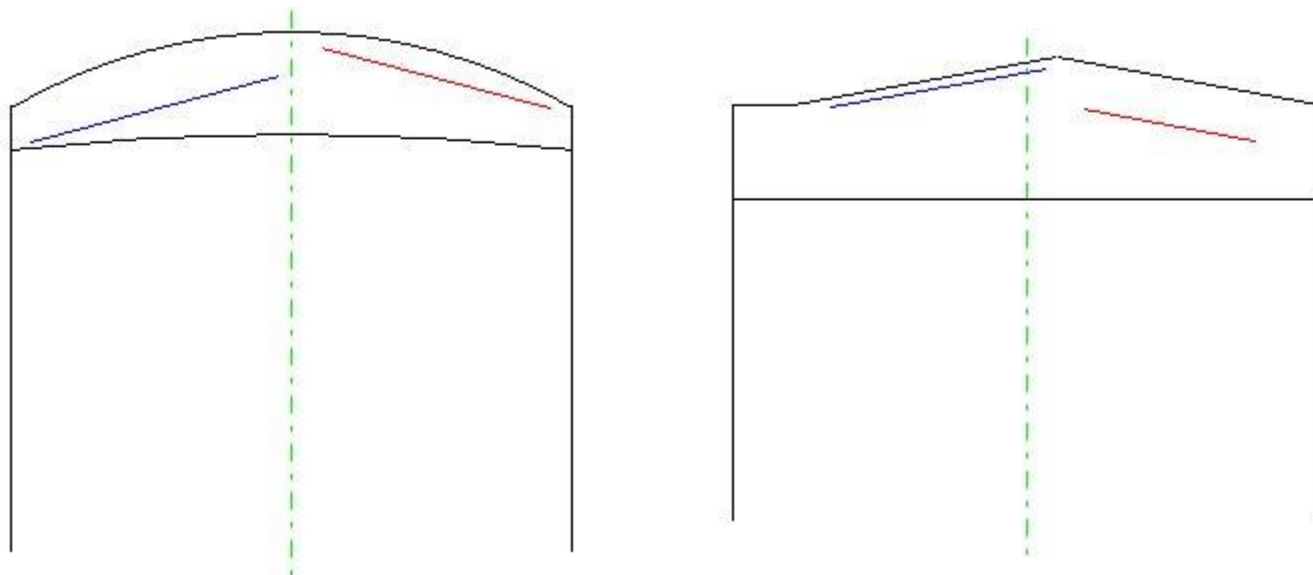


Oltre a questo inserendo la geometria del manovellismo (corsa, alesaggio, lunghezza biella), il numero di valvole ed il numero di cilindri, il software calcola la potenza e la coppia spesi per mantenere in movimento la distribuzione.

coppia tot spesa distr [Nfm]	<b>1.84</b>
potenza tot spesa distr [kW]	<b>0.87</b>

## 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.

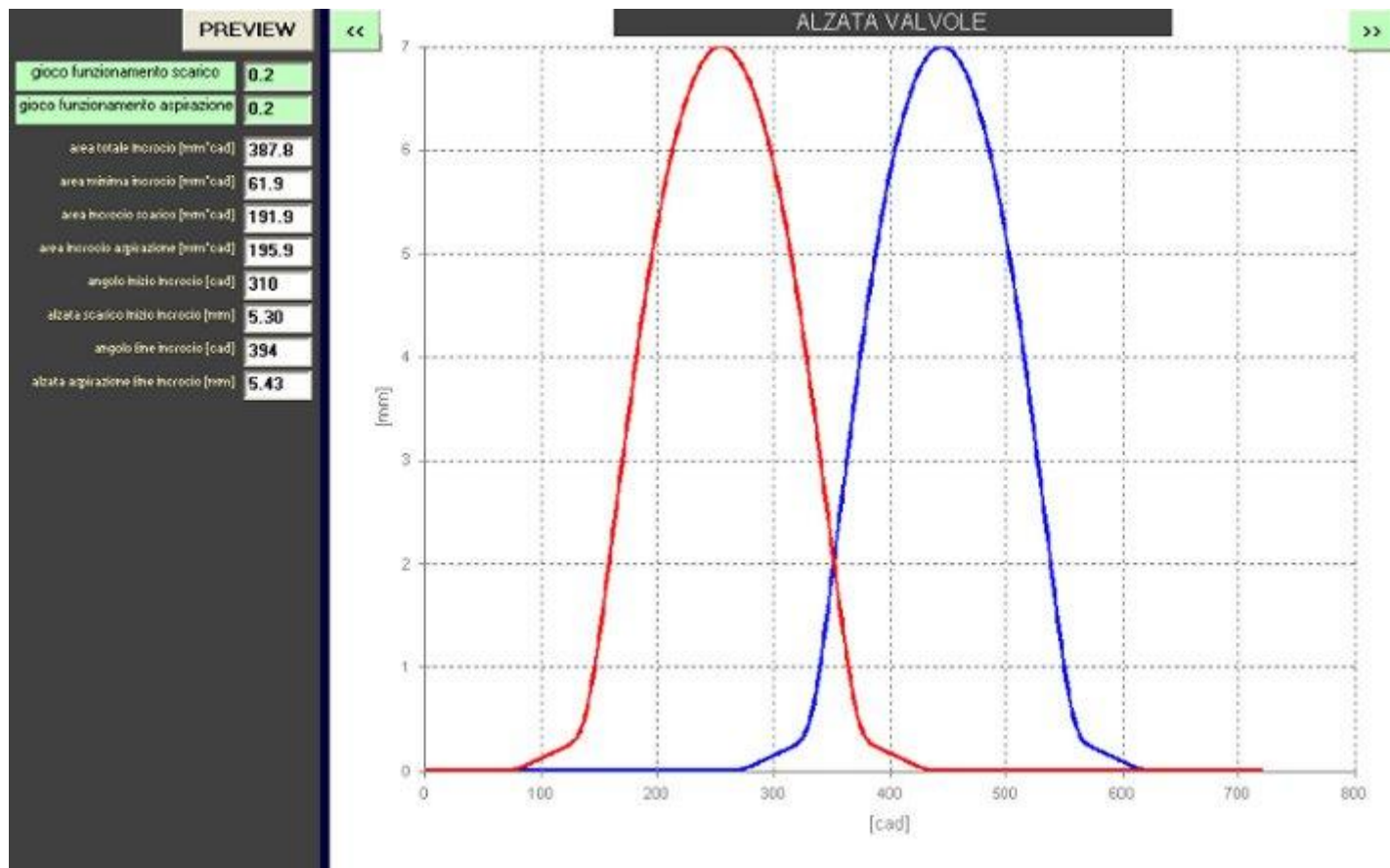


		ang.mot.	pos.pis.	alz.asp.	alz.sca.
interf max v asp [mm]	-1.31	367	0.27	3.16	1.87
interf max v sca [mm]	-0.48	353	0.27	2.08	2.93
interf max valve [mm2]					
posizione pistone [mm]	3.63				
interferenza valvole [mm2]	115.16				
alzata scarico [mm]	0.65			alzata aspirazione [mm]	4.51
interferenza aspirazione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



# PROFESSIONAL CAM PRO - confronto risultati

Il software PROFESSIONAL CAM PRO presenta inoltre un'altra importante funzionalità che è quella del confronto di due soluzioni calcolate. Infatti se dopo aver studiato due soluzioni si vuole vedere nel dettaglio come si differenziano nei diversi aspetti un confronto diretto è la miglior cosa per fare le scelte più opportune.

CONFRONTO SOLUZIONI												
OUTPUT					GRAFICI							
ALZATA	MIN	MAX	MIN	MAX	ALZATA	MIN	MAX	MIN	MAX		MAX	MIN
permeabilità profilo [%]	58.9		55.3		56.9		55.3			diam max valv asp [mm]	38.63	29.71
area soffiata [mm²/deg]	618.5		522.2		597.3		541.8			diam max valv sca [mm]	38.63	25.71
lobe center [°motore]										rapporto compressione	11.79	13.12
velocità [mm/deg]	-0.1558	0.1558	-0.1780	0.1780	velocità [mm/deg]	-0.1535	0.1535	-0.1715	0.1715	area / volume [l/cm]	4.32	5.53
accelerazione [mm/deg²]	-0.0034	0.0148	-0.0048	0.0185	accelerazione [mm/deg²]	-0.0037	0.0118	-0.0045	0.0171	coppia tot spesa distr [Nm]	0.00	1.84
jerk [mm/deg³]	-0.0034	0.0034	-0.0029	0.0029	jerk [mm/deg³]	-0.0023	0.0023	-0.0026	0.0026	potenza tot spesa distr [kW]		0.87
<b>CINEMATICA</b>					<b>CINEMATICA</b>					<b>MOTORE</b>		
raggio curvatura pos [mm]	9.69	1000	6.85	1000	raggio curvatura pos [mm]	9.56	167.99	7.57	1000	interf max v asp [mm]	-1.31	-1.23
raggio curvatura neg [mm]			-91.85	-1000	raggio curvatura neg [mm]			-110.12	-1000	ang.mot.	367	368
eccentricità contatto [mm]					eccentricità contatto [mm]					pos.pil.	0.27	0.32
rotazione bilanciata [deg]	0.00	15.04	-13.24	0.00	rotazione bilanciata [deg]	-15.04	0.00	0.00	13.24	alz.asp.	3.16	3.46
angolo cont. bil. valv. [deg]	0.00	15.04	-13.24	0.00	angolo cont. bil. valv. [deg]	-15.04	0.00	0.00	13.24	alz.sca.	1.87	0.75
arco cont. bil. valv. [mm]	0.00	1.05	-3.70	0.00	arco cont. bil. valv. [mm]	-1.05	0.00	0.00	3.70	interf max v sca [mm]	-0.48	
angolo cont. valv. [deg]					angolo cont. valv. [deg]					ang.mot.	353	
arco cont. valv. [mm]					arco cont. valv. [mm]					pos.pil.	0.27	
lunghezza cont. bil. valv. [mm]					lunghezza cont. bil. valv. [mm]					alz.asp.	2.08	
lunghezza cont. valv. [mm]	-0.42	0.00	0.00	2.72	lunghezza cont. valv. [mm]	-0.42	0.00	0.00	2.72	alz.sca.	2.93	
angolo cont. bil. cam. [deg]	-7.14	12.32	-14.07	11.51	angolo cont. bil. cam. [deg]	-12.54	6.60	-10.95	13.76	interf max valve [mm²]		
arco cont. bil. cam. [mm]	-3.75	6.48	-5.91	4.83	arco cont. bil. cam. [mm]	-5.59	3.47	-4.60	5.78	ang.mot.		
rotazione asta [deg]					rotazione asta [deg]					pos.pil.		
<b>DINAMICA</b>					<b>DINAMICA</b>					<b>MOTORE</b>		
angolo pressione valv. [deg]			0.00	0.00	angolo pressione valv. [deg]			0.00	0.00	area totale incrocio [mm²/cad]	1153.6	387.8
forza molla [N]			160	383	forza molla [N]			160	383	area minima incrocio	103.5	61.9
forza contatto valv. [N]			150	861	forza contatto valv. [N]			160	777	area incrocio scarico	566.2	191.9
press. hertz valv. [N/mm²]			145	347	press. hertz valv. [N/mm²]			149	329	area incrocio aspirazione	587.4	195.9
forza attrito valv. [N]			15	86	forza attrito valv. [N]			16	78	angolo inizio incrocio [cad]	263	310
coppia resistente [N·m]			-4.72	8.95	coppia resistente [N·m]			-4.60	6.41	alzata scarico inizio incrocio	6.99	5.30
coppia bilanciata [N·m]			4.60	25.04	coppia bilanciata [N·m]			4.60	22.60	angolo fine incrocio [cad]	458	394
forza contatto cam. [N]			192	1288	forza contatto cam. [N]			201	1152	alzata aspirazione fine	6.99	5.43
press. hertz cam. [N/mm²]			221	362	press. hertz cam. [N/mm²]			221	349			
forza attrito cam. [N]			19	129	forza attrito cam. [N]			20	115			
forza asta [N]					forza asta [N]							

In primo luogo vengono confrontati tutti i valori minimi e massimi delle grandezze calcolate per l'ALZATA, il PROFILO CAMMA, la simulazione CINEMATICA, quella DINAMICA e quella del MOTORE.

## 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.