

VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE AERODINAMICHE DEI PROFILI ALARI PER VOLO LIBERO

Ettore Vasques

Per illustrare lo studio condotto sull'argomento in oggetto, occorre distinguere due situazioni:

- 1) Studio di profili già noti.
- 2) Studio di profili generati con opportune formulazioni matematiche.

PROFILI GIÀ NOTI

Si intende che di tali profili è nota la geometria mediante una funzione $y(x)$ definita per punti.

L'ascissa x varia, ovviamente, da 0% a 100% lungo la corda, mentre l'ordinata y sarà y_s se relativa al dorso, mentre sarà y_i se relativa al ventre.

La geometria del profilo può essere quindi rappresentata con una tabella del tipo seguente:

| <u>x</u> | <u>y_s</u> | <u>y_i</u> |
|----------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | y_{s0} | y_{i0} |
| . | . | . |
| . | . | . |
| . | . | . |
| 100 | y_{s100} | y_{i100} |

Per la necessaria continuità deve essere $y_{s0} = y_{i0}$.

Un altro modo per rappresentare la geometria del profilo utilizza una tabella del tipo seguente:

| <u>x</u> | <u>y</u> |
|----------|------------|
| 100 | y_{s100} |
| . | . |
| . | . |
| . | . |
| 0 | y_0 |
| . | . |
| . | . |
| . | . |
| 100 | y_{i100} |

Questo secondo modo di rappresentare la geometria del profilo è quello usato di norma nel file di input per il programma XFOIL.

Smoothing

Può avvenire che i dati disponibili della funzione $y(x)$ siano imprecisi o insufficienti. In questo caso si impone la necessità di “lisciare” le linee imprecise ed eventualmente completarle utilizzando una tecnica detta di smoothing.

Lo smoothing può essere eseguito secondo due diverse modalità:

- Ricavando le linee del body e della mean camber line e operando separatamente su ciascuna di esse.
- Operando separatamente sulle linee del dorso e del ventre.

In entrambi i casi lo smoothing viene quindi eseguito separatamente su due linee.

La scelta fra i due criteri è legata alla tipologia del profilo: è preferibile il criterio che realizza lo smoothing con le minori alterazioni rispetto al profilo di origine.

Occorre rilevare però che, a differenza del primo criterio, il secondo non garantisce la continuità del raggio di curvatura del naso.

Lo smoothing viene eseguito ridisegnando le linee da “lisciare” con le seguenti equazioni:

- Per la mean camber line:

$$y_c = x(1-x) \sum_{i=0}^n c_i x^i \quad 0 \leq x \leq 1 \quad 0 \leq n \leq 15$$

- Per il body e le linee di dorso e di ventre:

$$y_b = \sqrt{x} \sum_{i=0}^m b_i x^i \quad 0 \leq x \leq 1 \quad 1 \leq m \leq 15$$

In ciascuna delle formule, per ogni valore del grado del polinomio considerato, i coefficienti c_i e b_i sono calcolati in maniera classica, minimizzando lo scarto quadratico fra le linee polinomiali e le linee da “lisciare”.

Ovviamente, se i dati geometrici sono corretti e sufficienti, lo smoothing non viene eseguito.

Trasformazioni

Può essere utile applicare al profilo (originale o già assoggettato a smoothing) le seguenti trasformazioni:

- Modifica in affinità dello spessore del body.
- Modifica in affinità della mean camber line.
- Modifica dello spessore del bordo d'uscita. Questa modifica viene eseguita variando lo spessore del body in ogni punto proporzionalmente al quadrato dell'ascissa.

Normalizzazione

Serve a rendere la geometria del profilo compatibile con XFOIL. Si pone:

Per $x = 0$ $y = 0$ bordo d'entrata

Per $x = 1$ $y = \pm \frac{1}{2}$ (spessore b.u.) bordo d'uscita

Se necessario, il profilo deve essere quindi riposizionato in accordo con le condizioni suddette che fissano un preciso riferimento.

GENERAZIONE MATEMATICA DI NUOVI PROFILI

Viene realizzata mediante la combinazione di un body e di una mean camber line.

Body

Viene generato utilizzando le seguenti formule:

$$y_b = \sqrt{x} F(x) \sum_{i=0}^3 b_i x^i$$

$$F(x) = 1 + k (\xi - x)^4 \quad \text{per } 0 \leq x \leq \xi$$

$$F(x) = 1 \quad \text{per } x \geq \xi$$

Dove ξ è l'ascissa di massimo spessore.

Il body è quindi caratterizzato da cinque gradi di libertà (b_0, b_1, b_2, b_3, k) che vengono utilizzati per imporre le condizioni:

- ascissa di spessore massimo
- spessore massimo
- raggio di curvatura del naso
- spessore del bordo d'uscita
- pendenza del bordo d'uscita.

Mean camber line

Considerando l'ascissa corrispondente all'ordinata massima del camber, la corda risulta suddivisa in due parti di diversa lunghezza.

La linea del camber per la parte più lunga è costituita da una parabola di grado $m \geq 2$; quella per la parte più breve, da una parabola di grado $2m$.

La linea del camber è quindi definita con tre gradi di libertà e cioè:

- ascissa di ordinata massima
- ordinata massima
- esponente m che determina le pendenze per $x = 0$ e per $x = 1$.

E' evidente che, nel caso di generazione matematica del profilo, non son richieste le attività di smoothing, di trasformazione e di normalizzazione.

ELABORAZIONE CON XFOIL

Per l'esecuzione di questa elaborazione occorre prescrivere i seguenti parametri:

- numero di Reynolds
- numero critico N_{cr} , che precisa il livello di turbolenza a monte del profilo e influisce quindi sulla nascita della transizione libera (spontanea) da deflusso laminare a turbolento sulle due facce del profilo. In generale si usa $N_{cr} = 9$
- numero di Mach che, riguardando l'ala, si pone uguale a zero.

Transizione del flusso da laminare a turbolento

Di norma si esegue un primo calcolo dei coefficienti aerodinamici del profilo in condizione di transizione libera. In funzione dell'angolo di incidenza, si ottengono così i coefficienti di portanza, di resistenza e di momento in un intervallo di incidenze che varia da un minimo, a cui corrispondono valori negativi del coefficiente di portanza, ad un massimo di poco oltre lo stallo.

Sappiamo che il volo in planata dei modelli, nel campo degli usuali numeri di Reynolds, risulta notevolmente avvantaggiato da una opportuna transizione sul dorso, il che si può ottenere mediante l'uso di un turbolatore che serve a forzare la transizione.

XFOIL consente di forzare la transizione in varie posizioni e si pone quindi il problema di individuare la posizione più vantaggiosa.

Tale posizione va ricercata fra quelle che forniscono valori dei coefficienti aerodinamici tali da rendere massimo il fattore di potenza

$$W = \frac{C_l^{3/2}}{C_d}$$

Essendo prevalente il contributo aerodinamico dell'ala su quello del modello completo, il massimo fattore di potenza W dell'ala corrisponde in pratica alla minima velocità di discesa del modello.

Così, dopo il primo calcolo con transizione libera, si procede per tentativi eseguendone altri con transizione forzata in varie posizioni, purché sufficientemente a monte della più avanzata fra le transizioni libere osservate nel primo calcolo.

Si ritiene opportuno scegliere come posizione ottimale per la transizione forzata (e quindi per il turbolatore) quella che presenta il massimo valore del fattore di potenza W in un intervallo di incidenze di 2° che non contenga il punto di stallo.

Altezza del turbolatore

Il problema di determinare l'altezza del turbolatore è questione controversa perché si incontrano notevoli difficoltà teoriche e sperimentali. In termini qualitativi si può dire che tale altezza deve essere minima per evitare un eccessivo aumento del coefficiente di resistenza, ma deve poter garantire la voluta transizione in corrispondenza del turbolatore.

Limitatamente alle applicazioni che ci interessano (bassissimi numeri di Reynolds) e in attesa di più approfondite conoscenze, sono state condotte alcune indagini sui dati sperimentali forniti da Althaus e da Selig, Donovan e Fraser, istituendo un confronto fra profili con e senza turbolatore. Ricostruendo mediante XFOIL le caratteristiche dello strato limite nel punto di applicazione del turbolatore, si è potuto definire un rapporto minimo fra altezza del turbolatore e spessore di spostamento dello strato limite. Per questo rapporto si è assunto il valore di $2/3$.

L'argomento comunque necessita di approfondimenti.

Infatti, secondo alcuni autori, sembra che il rapporto di cui si è detto sia in realtà funzione a sua volta del numero di Reynolds locale della corrente, opinione condivisibile perché in accordo con la constatazione sperimentale della transizione spontanea, al di sopra di un certo numero di Reynolds, da deflusso laminare a turbolento in una lastra piana ad incidenza nulla e quindi in assenza di gradiente di pressione.

Con l'ipotesi fatta circa l'altezza minima di turbolatore che produce la transizione forzata, è possibile, per ogni incidenza, confrontare l'altezza di turbolatore prescelta con la minima richiesta. Se il rapporto fra le due altezze è ≥ 1 , la transizione è garantita mentre i coefficienti di portanza e di momento sono quelli forniti da XFOIL in condizione di transizione forzata.

Se il rapporto è < 1 , si ha la transizione ritardata e i coefficienti di portanza e di momento saranno intermedi fra i casi di transizione libera e forzata, e calcolati in relazione al rapporto fra le resistenze supplementari all'avanzamento opposte dal turbolatore reale e quello ideale.

Il contributo al coefficiente di resistenza dato dal turbolatore è calcolato in relazione al profilo di velocità nello strato limite ed al coefficiente di resistenza assunto pari a 0,88.

Infine è necessario osservare che i due gradi di libertà (posizione ed altezza del turbolatore) non sono sempre disponibili.

Per esempio può accadere che vincoli costruttivi (rivestimento flessibile) impediscano certe posizioni del turbolatore, oppure che l'uso del profilo in due diverse condizioni di volo imponga un compromesso (motomodelli con profilo non variabile).

OUTPUT

La prima parte rappresenta la geometria del profilo, eventualmente corretta e normalizzata, presentata secondo i due tipi di tabulazione già descritti.

Vi figurano anche altre informazioni come il raggio (o i raggi) di curvatura del naso del profilo, il coefficiente di portanza ideale ad incidenza nulla, calcolato secondo Glauert, ecc.

La seconda parte riguarda le caratteristiche aerodinamiche del profilo, riportate in una tabella di quattro colonne.

In funzione dei valori crescenti dell'incidenza espressi in gradi (1^a colonna) sono riportati i coefficienti di portanza, di resistenza e di momento (2^a, 3^a e 4^a colonna).

Allo scopo di evitare problemi di convergenza nel calcolo aerodinamico dell'ala completa, la funzione coefficiente di portanza è garantita monotona fino allo stallo.

Seguono in allegato i dati suddetti, con relativi diagrammi, per alcuni profili e precisamente:

- FINDAHL97
- Andriukov AA29R
- BGHKGMPG (generato matematicamente)
- Verbitsky VERB1 F1J

E' opportuno aggiungere alcune spiegazioni, limitatamente a dati e voci di non immediata comprensione.

Geometria

Alcuni dei profili, dati per punti, sono stati elaborati mediante regressione (smoothing) o trasformazione, altri non sono stati elaborati.

Per quanto riguarda il profilo generato matematicamente, sebbene il nome del profilo individui univocamente le sue caratteristiche geometriche, sono state aggiunte per chiarezza le seguenti informazioni:

- Spessore del body $\times 10^4$ (ad es. 600 pari al 6%)
- Indice di robustezza del body (ad es. 53)
- Coefficiente di portanza della m.c.l. (ad es. 77 pari a $Cl = 0,77$)
- I sette dati di input che hanno definito la generazione del profilo.

Grafici dei dati aerodinamici

Nel quadrante di sinistra è riportata la polare di Lilienthal.

Nel quadrante di destra sono riportati i diagrammi dei coefficienti di portanza, di resistenza e di momento, in funzione dell'incidenza.

E' riportata inoltre la retta di pendenza ideale secondo Glauert:

$$\frac{dCl}{d\alpha} = 2\pi \quad (\alpha \text{ in radianti})$$

Tanto sul diagramma della polare, quanto su quello del coefficiente di portanza, sono marcati i seguenti punti caratteristici:

- (+) $E65_{\max}$: valore massimo del rapporto $\frac{Cl^{0.65}}{Cd}$, abbastanza indicato per profili di eliche a numero di Reynolds molto basso.
- (X) $E10_{\max}$: valore massimo dell'efficienza.
- (O) $E15_{\max}$: valore massimo del fattore di potenza.

Commento sul profilo FINDAHL97

Per effetto del camber piuttosto alto ($\cong 7,4\%$) si hanno elevati valori del fattore di potenza massimo (39,757) e del coefficiente di portanza allo stallo (1,4508).

Si tratta di un tipico profilo per F1A.

La sua adozione in altri campi è sconsigliabile a causa dell'altissimo coefficiente di resistenza per $Cl = 0$ ($Cd \cong 0,086$).

Commento sul profilo Andriukov AA29R

Si tratta di un profilo di eccellenti prestazioni per modelli F1B in quanto ottiene, con un disegno costruttivamente non esasperato, un notevole compromesso fra prestazioni in salita (accettabili coefficienti di resistenza a bassi coefficienti di portanza) e prestazioni in planata (elevato fattore di potenza massimo).

E' importante osservare che, come risulta dai dati calcolati, il fattore di potenza massimo assume per lo stesso profilo valori tanto maggiori quanto più alto è il numero di Reynolds, e questa circostanza vale per ogni altro profilo.

Commento sul profilo Andriukov AA29R modificato

La modifica consiste nella riduzione dello spessore del body. Le prestazioni sono notevoli anche, se non direttamente confrontabili con quelle del profilo originale. Naturalmente la realizzazione è impegnativa dal punto di vista costruttivo.

Un'applicazione potrebbe essere tentata con ali di allungamento non elevato (ad es. FIG).

Commento sul profilo BGHKGMP

Si tratta di un profilo adatto a modelli F1B e quindi direttamente confrontabile con l'Andriukov AA29R, rispetto al quale presenta qualche vantaggio a pari numero di Reynolds (24000):

| | $C_d (C_l = 0)$ | E15 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| Andriukov AA29R | 0,065 | 29,416 |
| BGHKGMP | 0,063 (- 3 %) | 31,787 (+ 8 %) |

Commento sul profilo Verbitsky VERB1 F1J

I quattro casi trattati sono relativi all'applicazione su un motomodello F1J, come appare evidente dalla scelta dei numeri di Reynolds:

| | |
|---------|---------------|
| planata | $Re = 48000$ |
| salita | $Re = 120000$ |

Confrontando le due coppie di risultati, con e senza turbolatore, si conclude che l'opzione turbolatore presenta vantaggi trascurabili in planata:

| | | |
|--------|---------------|---------------------|
| PRO173 | turbolato | $E15_{mx} = 38,944$ |
| PRO174 | non turbolato | $E15_{mx} = 38,228$ |

contro svantaggi notevoli in salita veloce. Infatti, per coefficiente di portanza nullo, si ha:

| | | |
|--------|---------------|-------------------|
| PRO175 | turbolato | $C_d \cong 0,049$ |
| PRO176 | non turbolato | $C_d \cong 0,040$ |

In questo caso il profilo non turbolato appare complessivamente superiore.

BIBLIOGRAFIA

- D. ALTHAUS : Profilpolaren für den modellflug
Vol. 1 – 1980 Vol. 2 – 1985
Nekar – Verlag, Klosterring 1
7730 Villingen – Schwenningen
- M. HEPPERLE : Turbolators
- G. V. LACHMANN : Boundary Layer and Flow Control
Vol. 2 – 1961
Pergamon Press
- M. DRELA (M.I.T.) : XFOIL
Programma di calcolo delle caratteristiche
aerodinamiche dei profili.
Ottenibile mediante INTERNET.

Nome file origine: findah97

FINDAHL97: Vol Libre 136/2000

Caratteristiche geometriche Profilo ELABORATO:

Grado polinomio di regressione body grb = 9
 Grado polinomio di regressione m.c.l. grc = 13
 Coefficiente di affinità body cab = 1.00000
 Coefficiente di affinità m.c.l. cam = 1.00000
 Raggio naso profilo 100*rop = 0.32190
 Ascissa spessore massimo body 100*xbmx = 21.08087
 Spessore massimo body 100*spm = 6.42654
 Spessore bordo di uscita 100*eps = 0.3500
 Ascissa altezza massima camber 100*xcmx = 46.02004
 Altezza massima camber 100*ycmx = 7.44614
 Ascissa altezza massima profilo 100*xmx = 37.10866
 Altezza massima profilo 100*ymx = 9.73941
 Area profilo 100*Area = 3.60315
 Coordinate centro rivestimento
 (spessore costante): 100*xce = 49.61039
 100*yce = 4.98305

Coefficienti aerodinamici ideali:

Coeff. di portanza MCl (alfa=0) Clmcl = 0.91070
 Coeff. di momento MCL Cmmcl = -0.21541
 Incid. portanza nulla profilo (gradi) alfa0 = -8.30462
 Slope profilo (Cl/gradi) slope = 0.11495

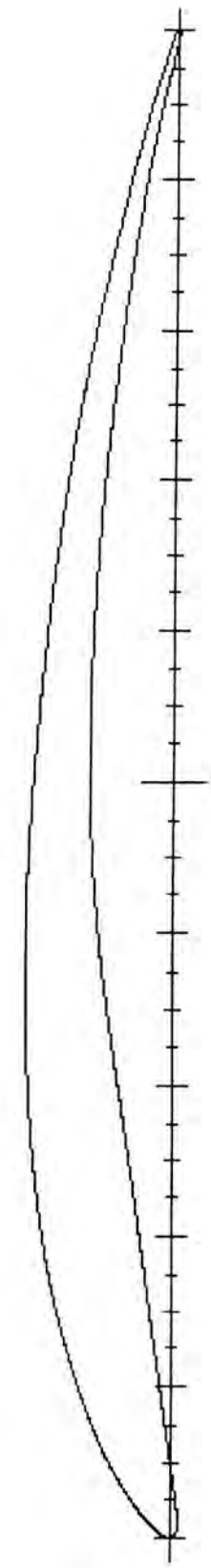
Coordinate Profilo 1° normalizzazione:

| 100*x | 100*y | 100*x | 100*y | 100*x | 100*y | 100*x | 100*y |
|----------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|---------|
| 100.0000 | 0.1750 | 29.2893 | 9.5269 | 0.0000 | 0.0000 | 29.2893 | 3.5144 |
| 94.7664 | 1.7638 | 25.6855 | 9.2620 | 0.1370 | -0.2838 | 33.0869 | 4.0675 |
| 89.5472 | 3.1329 | 22.2854 | 8.8921 | 0.5478 | -0.4299 | 37.0680 | 4.5949 |
| 84.3566 | 4.3544 | 19.0983 | 8.4196 | 1.2312 | -0.4515 | 41.2215 | 5.0452 |
| 79.2088 | 5.4431 | 16.1329 | 7.8508 | 2.1852 | -0.3691 | 45.5361 | 5.3683 |
| 74.1181 | 6.3861 | 13.3975 | 7.1964 | 3.4074 | -0.2059 | 50.0000 | 5.5292 |
| 69.0983 | 7.1835 | 10.8993 | 6.4706 | 4.8943 | 0.0165 | 54.6010 | 5.5189 |
| 64.1632 | 7.8531 | 8.6455 | 5.6899 | 6.6420 | 0.2810 | 59.3263 | 5.3543 |
| 59.3263 | 8.4155 | 6.6420 | 4.8719 | 8.6455 | 0.5759 | 64.1632 | 5.0667 |
| 54.6010 | 8.8821 | 4.8943 | 4.0357 | 10.8993 | 0.8955 | 69.0983 | 4.6823 |
| 50.0000 | 9.2530 | 3.4074 | 3.2023 | 13.3975 | 1.2397 | 74.1181 | 4.2062 |
| 45.5361 | 9.5224 | 2.1852 | 2.3963 | 16.1329 | 1.6128 | 79.2088 | 3.6228 |
| 41.2215 | 9.6851 | 1.2312 | 1.6456 | 19.0983 | 2.0222 | 84.3566 | 2.9113 |
| 37.0680 | 9.7394 | 0.5478 | 0.9793 | 22.2854 | 2.4757 | 89.5472 | 2.0583 |
| 33.0869 | 9.6862 | 0.1370 | 0.4242 | 25.6855 | 2.9759 | 94.7664 | 1.0443 |
| | | | | | | 100.0000 | -0.1750 |

Coordinate Profilo 2° normalizzazione:

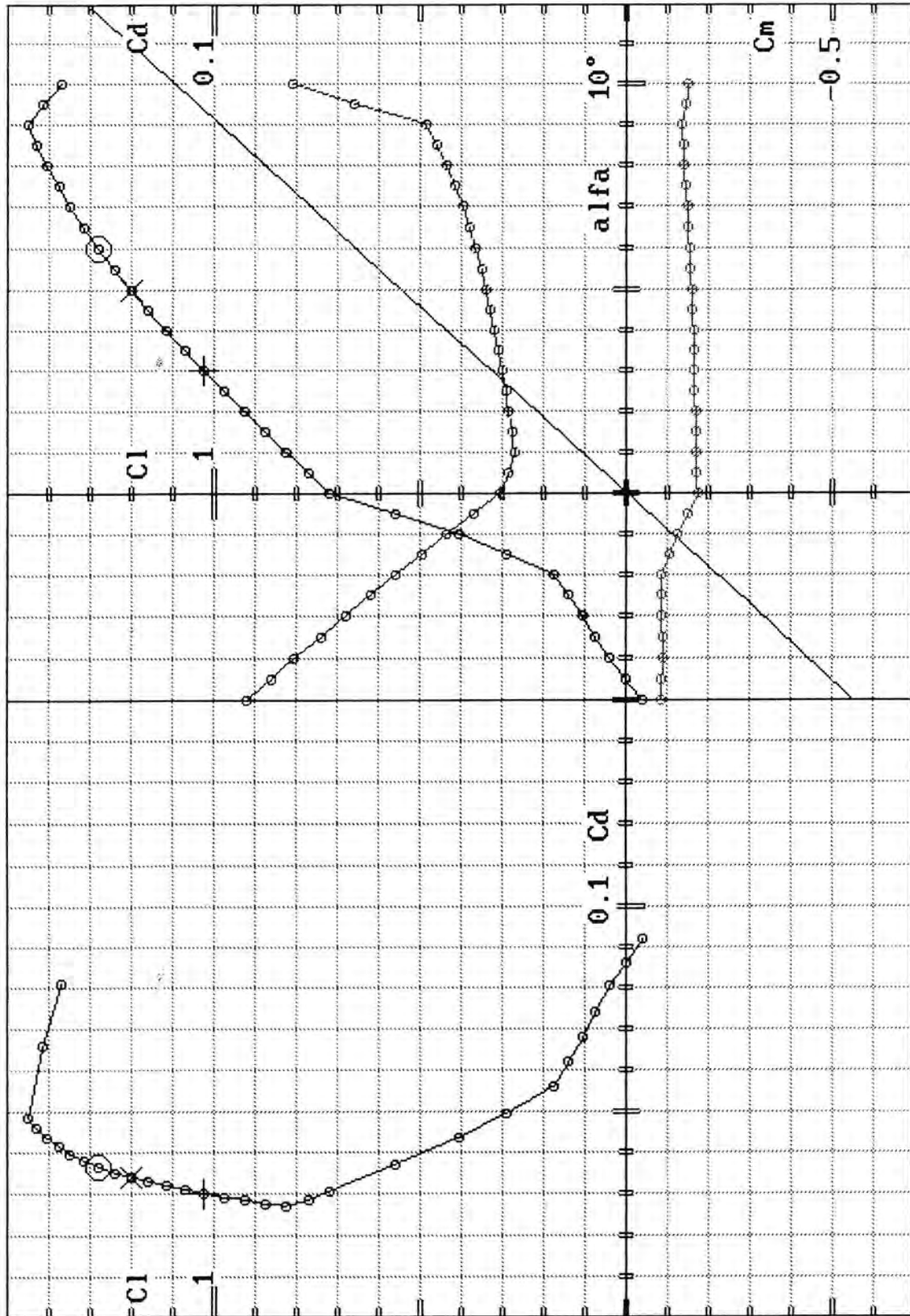
| 100*x | 100*ys | 100*yi | 100*x | 100*ys | 100*yi |
|-------|---------|----------|--------|---------|----------|
| 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 45.00 | 9.54809 | 5.33701 |
| 1.25 | 1.66199 | -0.45065 | 50.00 | 9.25301 | 5.52925 |
| 2.50 | 2.61731 | -0.33064 | 55.00 | 8.84595 | 5.51042 |
| 5.00 | 4.09018 | 0.03259 | 60.00 | 8.34234 | 5.32051 |
| 7.50 | 5.23842 | 0.40860 | 65.00 | 7.74673 | 5.00745 |
| 10.00 | 6.17475 | 0.76935 | 70.00 | 7.04946 | 4.60324 |
| 15.00 | 7.59607 | 1.45816 | 75.00 | 6.23262 | 4.11291 |
| 20.00 | 8.56692 | 2.14896 | 80.00 | 5.28427 | 3.52178 |
| 25.00 | 9.19750 | 2.87394 | 85.00 | 4.20953 | 2.81311 |
| 30.00 | 9.56551 | 3.61996 | 90.00 | 3.02039 | 1.97697 |
| 35.00 | 9.72542 | 4.33012 | 95.00 | 1.69815 | 0.99461 |
| 40.00 | 9.71201 | 4.92565 | 100.00 | 0.17500 | -0.17500 |

FINDAHL97: Vol Libre 136/2000
 Grado polinomio di regr. body 9
 Grado polinomio di regr. m.c.l. 13
 Coefficiente di affinità body 1
 Coefficiente di affinità m.c.l. 1
 Spessore borau di uscita*100 .35



| ALFA | Cl | Cd | Cm |
|------|---------|--------|---------|
| -5.0 | -0.0395 | 0.0918 | -0.0849 |
| -4.5 | -0.0002 | 0.0861 | -0.0871 |
| -4.0 | 0.0392 | 0.0804 | -0.0893 |
| -3.5 | 0.0727 | 0.0742 | -0.0878 |
| -3.0 | 0.1062 | 0.0681 | -0.0864 |
| -2.5 | 0.1402 | 0.0620 | -0.0852 |
| -2.0 | 0.1743 | 0.0559 | -0.0839 |
| -1.5 | 0.2908 | 0.0497 | -0.1039 |
| -1.0 | 0.4073 | 0.0434 | -0.1239 |
| -0.5 | 0.5624 | 0.0369 | -0.1482 |
| 0.0 | 0.7176 | 0.0303 | -0.1726 |
| 0.5 | 0.7709 | 0.0286 | -0.1708 |
| 1.0 | 0.8241 | 0.0270 | -0.1690 |
| 1.5 | 0.8753 | 0.0277 | -0.1683 |
| 2.0 | 0.9266 | 0.0284 | -0.1677 |
| 2.5 | 0.9750 | 0.0292 | -0.1666 |
| 3.0 | 1.0234 | 0.0300 | -0.1655 |
| 3.5 | 1.0692 | 0.0309 | -0.1641 |
| 4.0 | 1.1151 | 0.0318 | -0.1627 |
| 4.5 | 1.1582 | 0.0329 | -0.1609 |
| 5.0 | 1.2013 | 0.0339 | -0.1591 |
| 5.5 | 1.2408 | 0.0352 | -0.1568 |
| 6.0 | 1.2804 | 0.0364 | -0.1546 |
| 6.5 | 1.3140 | 0.0380 | -0.1516 |
| 7.0 | 1.3476 | 0.0395 | -0.1486 |
| 7.5 | 1.3767 | 0.0415 | -0.1452 |
| 8.0 | 1.4058 | 0.0435 | -0.1419 |
| 8.5 | 1.4283 | 0.0461 | -0.1383 |
| 9.0 | 1.4508 | 0.0487 | -0.1347 |
| 9.5 | 1.4168 | 0.0658 | -0.1436 |
| 10.0 | 1.3714 | 0.0812 | -0.1517 |
| 10.5 | 1.2842 | 0.1018 | -0.1647 |
| 11.0 | 1.2216 | 0.1158 | -0.1720 |

PRO209: FINDAHL97 sm9/13 Vol Libre 136/00 Re=40000 Turb 2.5/150 3/1/03
 E65mx= 33.865 E10mx= 35.427 E15mx= 39.757



Nome file origine: AA29R

AA29R: Andriukov Vol Libre 8184

Caratteristiche geometriche Profilo di BASE:

Coefficiente di affinità body cab = 1.00000
 Coefficiente di affinità m.c.l. cam = 1.00000
 Raggio naso profilo 100*rop = 0.97869
 Ascissa spessore massimo body 100*xbmx = 18.82221
 Spessore massimo body 100*spm = 6.56556
 Spessore bordo di uscita 100*eps = 0.4220
 Ascissa altezza massima camber 100*xcmx = 42.37103
 Altezza massima camber 100*ycmx = 5.62401
 Ascissa altezza massima profilo 100*xmx = 32.23536
 Altezza massima profilo 100*ymx = 8.37613
 Area profilo 100*Area = 3.92768
 Coordinate centro rivestimento
 (spessore costante): 100*xce = 49.46286
 100*yce = 3.91428

Coefficienti aerodinamici ideali:

Coeff. di portanza MCl (alfa=0) Clmcl = 0.72350
 Coeff. di momento MCL Cmmcl = -0.16885
 Incid. portanza nulla profilo (gradi) alfa0 = -6.59750
 Slope profilo (Cl/gradi) slope = 0.11506

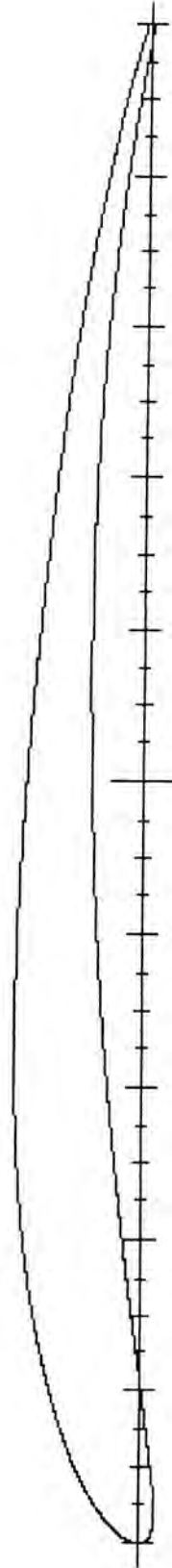
Coordinate Profilo 1° normalizzazione:

| 100*x | 100*y | 100*x | 100*y | 100*x | 100*y | 100*x | 100*y |
|----------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|---------|
| 100.0000 | 0.2110 | 29.2893 | 8.3405 | 0.0000 | 0.0000 | 29.2893 | 2.2097 |
| 94.7664 | 1.6126 | 25.6855 | 8.2068 | 0.1370 | -0.5075 | 33.0869 | 2.5433 |
| 89.5472 | 2.7449 | 22.2854 | 7.9789 | 0.5478 | -0.8211 | 37.0680 | 2.8269 |
| 84.3566 | 3.7172 | 19.0983 | 7.6610 | 1.2312 | -0.9667 | 41.2215 | 3.0787 |
| 79.2088 | 4.5533 | 16.1329 | 7.2503 | 2.1852 | -1.0132 | 45.5361 | 3.2661 |
| 74.1181 | 5.2548 | 13.3975 | 6.7614 | 3.4074 | -0.9248 | 50.0000 | 3.3999 |
| 69.0983 | 5.8698 | 10.8993 | 6.2066 | 4.8943 | -0.7430 | 54.6010 | 3.4692 |
| 64.1632 | 6.4187 | 8.6455 | 5.5947 | 6.6420 | -0.5165 | 59.3263 | 3.4665 |
| 59.3263 | 6.8986 | 6.6420 | 4.9243 | 8.6455 | -0.2510 | 64.1632 | 3.3882 |
| 54.6010 | 7.3080 | 4.8943 | 4.2293 | 10.8993 | 0.0410 | 69.0983 | 3.2227 |
| 50.0000 | 7.6524 | 3.4074 | 3.4514 | 13.3975 | 0.3725 | 74.1181 | 2.9663 |
| 45.5361 | 7.9418 | 2.1852 | 2.7249 | 16.1329 | 0.7291 | 79.2088 | 2.6014 |
| 41.2215 | 8.1638 | 1.2312 | 1.9985 | 19.0983 | 1.0958 | 84.3566 | 2.1044 |
| 37.0680 | 8.3051 | 0.5478 | 1.3102 | 22.2854 | 1.4662 | 89.5472 | 1.4663 |
| 33.0869 | 8.3737 | 0.1370 | 0.6352 | 25.6855 | 1.8414 | 94.7664 | 0.6705 |
| | | | | | | 100.0000 | -0.2110 |

Coordinate Profilo 2° normalizzazione:

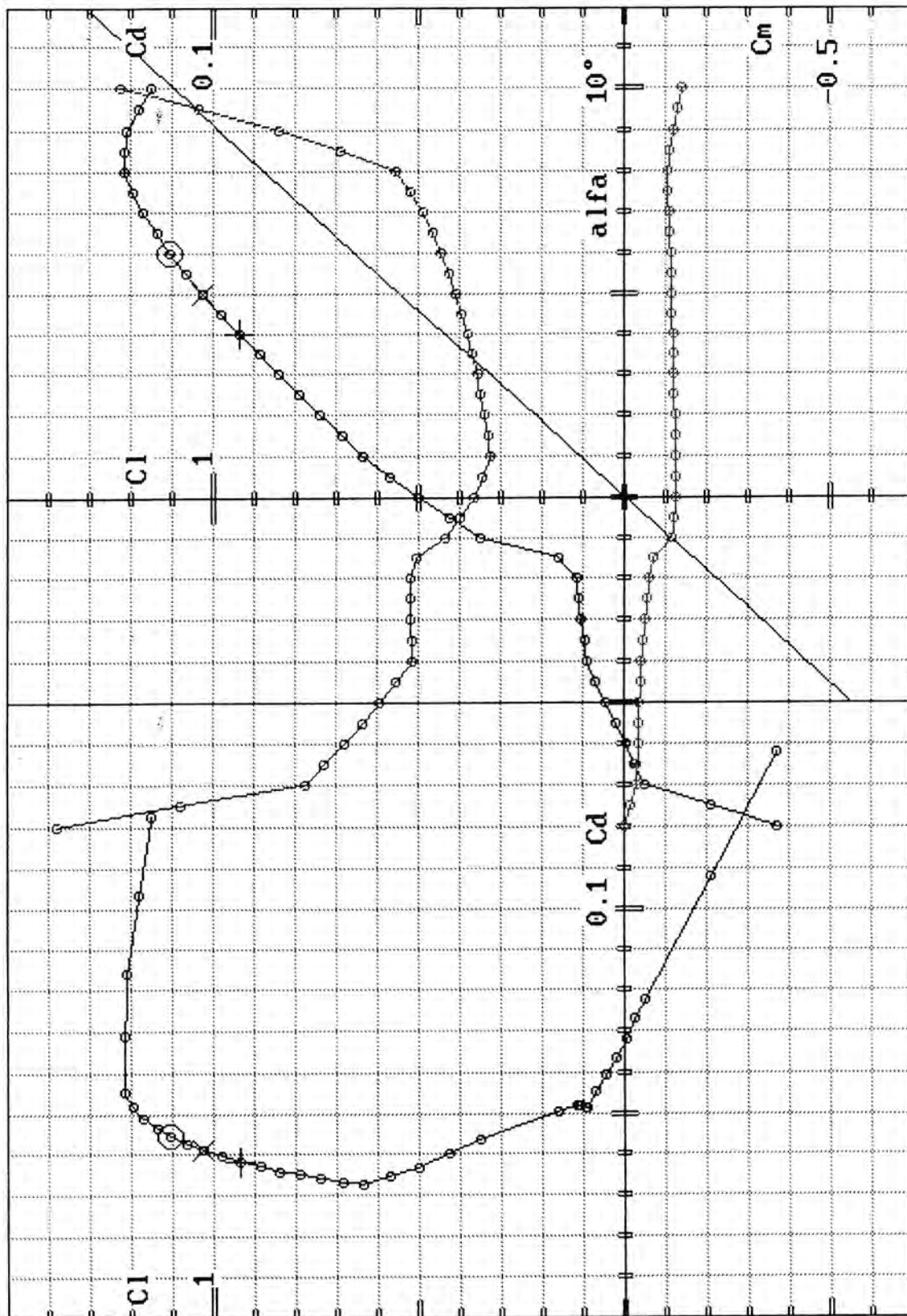
| 100*x | 100*ys | 100*yi | 100*x | 100*ys | 100*yi |
|-------|---------|----------|--------|---------|----------|
| 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 45.00 | 7.97303 | 3.24660 |
| 1.25 | 2.01472 | -0.96871 | 50.00 | 7.65238 | 3.39988 |
| 2.50 | 2.92589 | -0.99850 | 55.00 | 7.27598 | 3.47163 |
| 5.00 | 4.27951 | -0.72859 | 60.00 | 6.83485 | 3.46053 |
| 7.50 | 5.22634 | -0.40267 | 65.00 | 6.33034 | 3.36623 |
| 10.00 | 5.97861 | -0.07286 | 70.00 | 5.76213 | 3.18306 |
| 15.00 | 7.06185 | 0.58467 | 75.00 | 5.14200 | 2.91182 |
| 20.00 | 7.76389 | 1.20519 | 80.00 | 4.43179 | 2.53317 |
| 25.00 | 8.16929 | 1.76726 | 85.00 | 3.60484 | 2.03325 |
| 30.00 | 8.35544 | 2.27751 | 90.00 | 2.65261 | 1.40343 |
| 35.00 | 8.35080 | 2.68563 | 95.00 | 1.55594 | 0.63283 |
| 40.00 | 8.21280 | 3.01096 | 100.00 | 0.21100 | -0.21100 |

AA29R: Andriukov Vol Libre 8184
Coefficiente di affinità body 1
Coefficiente di affinità m.c.l. 1
Spessore bordo di uscita*100 .422



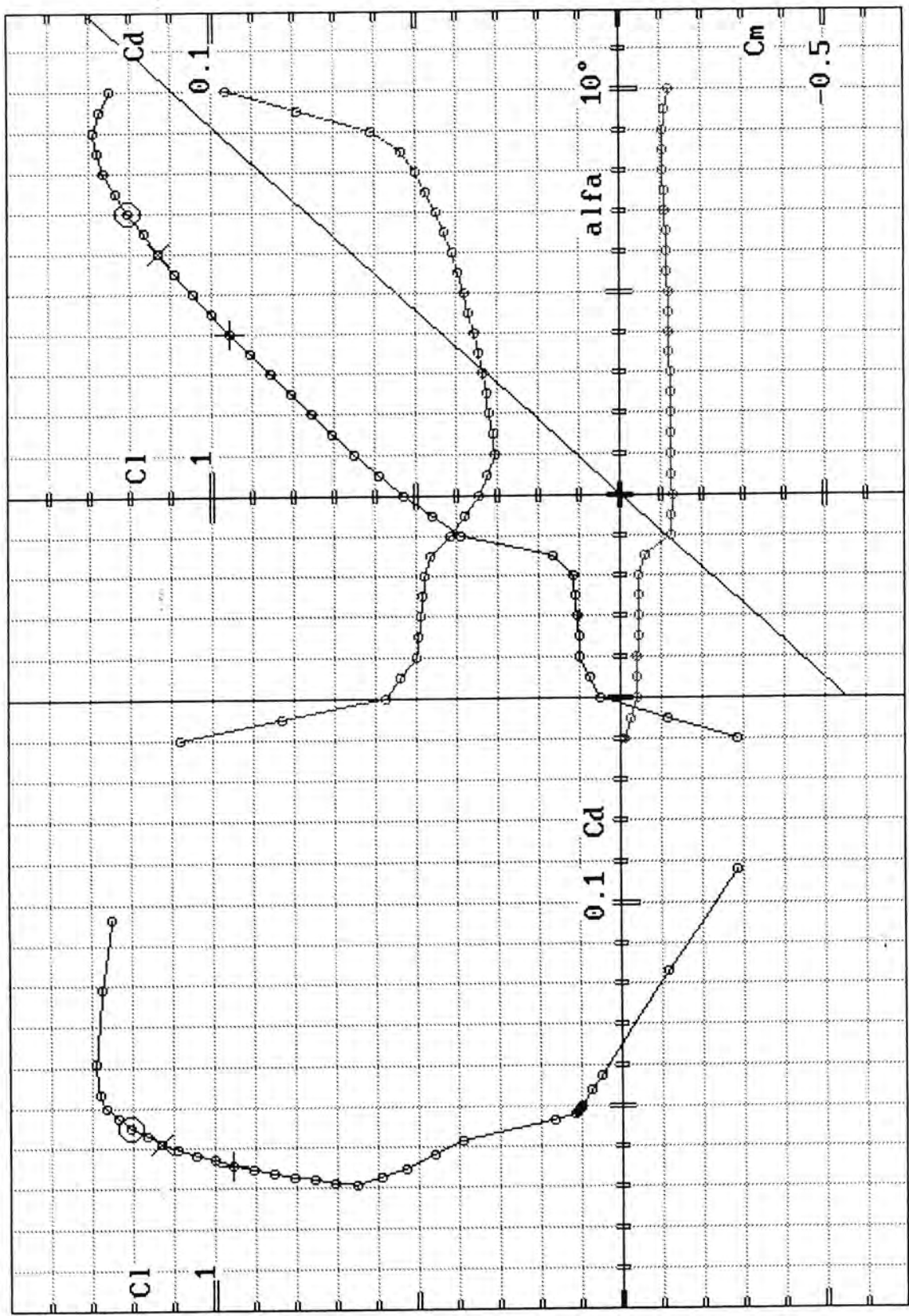
| ALFA | C1 | Cd | Cm |
|------|---------|--------|---------|
| -8.0 | -0.3678 | 0.1379 | -0.0018 |
| -7.5 | -0.2081 | 0.1078 | -0.0154 |
| -7.0 | -0.0484 | 0.0776 | -0.0289 |
| -6.5 | -0.0257 | 0.0728 | -0.0310 |
| -6.0 | -0.0029 | 0.0680 | -0.0331 |
| -5.5 | 0.0204 | 0.0637 | -0.0351 |
| -5.0 | 0.0438 | 0.0593 | -0.0370 |
| -4.5 | 0.0676 | 0.0555 | -0.0388 |
| -4.0 | 0.0913 | 0.0517 | -0.0406 |
| -3.5 | 0.0973 | 0.0517 | -0.0450 |
| -3.0 | 0.1033 | 0.0518 | -0.0494 |
| -2.5 | 0.1093 | 0.0519 | -0.0538 |
| -2.0 | 0.1153 | 0.0520 | -0.0582 |
| -1.5 | 0.1581 | 0.0507 | -0.0705 |
| -1.0 | 0.3476 | 0.0437 | -0.1142 |
| -0.5 | 0.4245 | 0.0400 | -0.1184 |
| 0.0 | 0.5013 | 0.0364 | -0.1226 |
| 0.5 | 0.5677 | 0.0344 | -0.1234 |
| 1.0 | 0.6340 | 0.0323 | -0.1241 |
| 1.5 | 0.6867 | 0.0331 | -0.1234 |
| 2.0 | 0.7394 | 0.0339 | -0.1227 |
| 2.5 | 0.7893 | 0.0348 | -0.1218 |
| 3.0 | 0.8393 | 0.0357 | -0.1209 |
| 3.5 | 0.8867 | 0.0369 | -0.1198 |
| 4.0 | 0.9341 | 0.0380 | -0.1187 |
| 4.5 | 0.9784 | 0.0394 | -0.1173 |
| 5.0 | 1.0227 | 0.0408 | -0.1159 |
| 5.5 | 1.0629 | 0.0425 | -0.1142 |
| 6.0 | 1.1031 | 0.0443 | -0.1126 |
| 6.5 | 1.1371 | 0.0466 | -0.1106 |
| 7.0 | 1.1710 | 0.0488 | -0.1086 |
| 7.5 | 1.1934 | 0.0521 | -0.1060 |
| 8.0 | 1.2158 | 0.0553 | -0.1035 |
| 8.5 | 1.2163 | 0.0692 | -0.1114 |
| 9.0 | 1.2087 | 0.0838 | -0.1185 |
| 9.5 | 1.1813 | 0.1036 | -0.1294 |
| 10.0 | 1.1517 | 0.1223 | -0.1382 |

PRO213:AA29R Andriukov radice Re=20000 Turb 3.9/150 9/1/03
 E65mx= 25.187 E10mx= 25.096 E15mx= 26.174



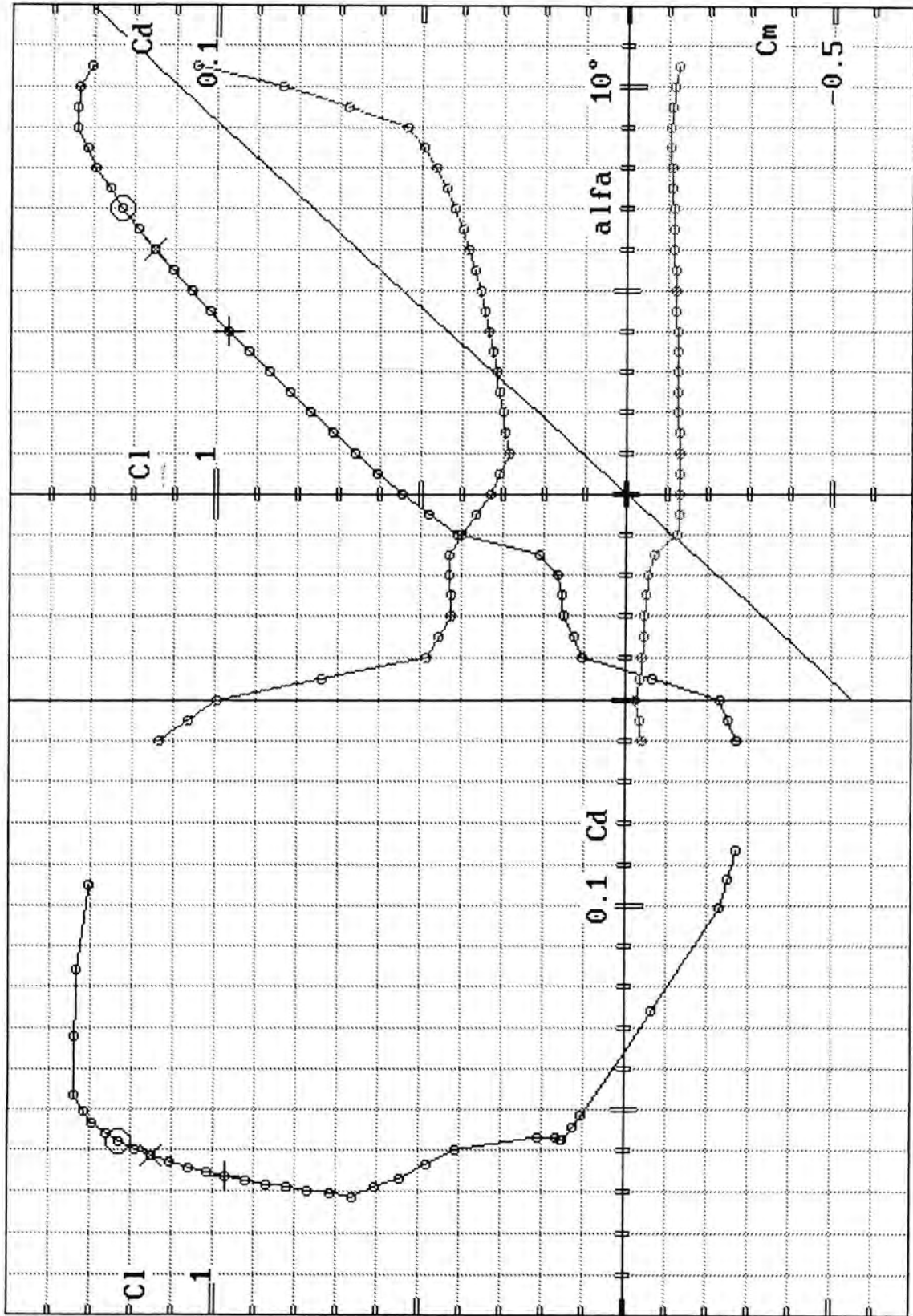
| ALFA | C _l | C _d | C _m |
|------|----------------|----------------|----------------|
| -6.0 | -0.2827 | 0.1081 | -0.0088 |
| -5.5 | -0.1169 | 0.0829 | -0.0232 |
| -5.0 | 0.0490 | 0.0577 | -0.0375 |
| -4.5 | 0.0733 | 0.0539 | -0.0394 |
| -4.0 | 0.0975 | 0.0501 | -0.0413 |
| -3.5 | 0.1020 | 0.0495 | -0.0428 |
| -3.0 | 0.1066 | 0.0490 | -0.0443 |
| -2.5 | 0.1111 | 0.0484 | -0.0459 |
| -2.0 | 0.1157 | 0.0479 | -0.0474 |
| -1.5 | 0.1641 | 0.0465 | -0.0610 |
| -1.0 | 0.3882 | 0.0416 | -0.1231 |
| -0.5 | 0.4582 | 0.0381 | -0.1255 |
| 0.0 | 0.5282 | 0.0347 | -0.1278 |
| 0.5 | 0.5890 | 0.0325 | -0.1271 |
| 1.0 | 0.6498 | 0.0304 | -0.1264 |
| 1.5 | 0.7028 | 0.0311 | -0.1257 |
| 2.0 | 0.7557 | 0.0318 | -0.1250 |
| 2.5 | 0.8062 | 0.0326 | -0.1241 |
| 3.0 | 0.8568 | 0.0335 | -0.1232 |
| 3.5 | 0.9051 | 0.0345 | -0.1221 |
| 4.0 | 0.9535 | 0.0355 | -0.1210 |
| 4.5 | 0.9994 | 0.0368 | -0.1197 |
| 5.0 | 1.0452 | 0.0380 | -0.1184 |
| 5.5 | 1.0876 | 0.0395 | -0.1168 |
| 6.0 | 1.1300 | 0.0410 | -0.1152 |
| 6.5 | 1.1672 | 0.0430 | -0.1132 |
| 7.0 | 1.2044 | 0.0449 | -0.1112 |
| 7.5 | 1.2340 | 0.0475 | -0.1088 |
| 8.0 | 1.2636 | 0.0501 | -0.1063 |
| 8.5 | 1.2808 | 0.0537 | -0.1033 |
| 9.0 | 1.2919 | 0.0610 | -0.1038 |
| 9.5 | 1.2728 | 0.0789 | -0.1125 |
| 10.0 | 1.2482 | 0.0967 | -0.1198 |
| 10.5 | 1.2063 | 0.1202 | -0.1307 |
| 11.0 | 1.1654 | 0.1415 | -0.1389 |
| 11.5 | 1.1104 | 0.1688 | -0.1506 |
| 12.0 | 1.0644 | 0.1905 | -0.1576 |
| 12.5 | 1.0103 | 0.2141 | -0.1654 |
| 13.0 | 0.9690 | 0.2324 | -0.1696 |

PRO214:AA29R Andriukou radice Re=24000 Turb 3.9/150 6/1/03
 E65mx= 27.296 E10mx= 27.532 E15mx= 29.416



| ALFA | Cl | Cd | Cm |
|------|---------|--------|---------|
| -6.0 | -0.2697 | 0.1134 | -0.0385 |
| -5.5 | -0.2501 | 0.1064 | -0.0327 |
| -5.0 | -0.2304 | 0.0993 | -0.0268 |
| -4.5 | -0.0638 | 0.0740 | -0.0344 |
| -4.0 | 0.1028 | 0.0487 | -0.0419 |
| -3.5 | 0.1253 | 0.0455 | -0.0431 |
| -3.0 | 0.1479 | 0.0423 | -0.0443 |
| -2.5 | 0.1561 | 0.0427 | -0.0485 |
| -2.0 | 0.1643 | 0.0431 | -0.0527 |
| -1.5 | 0.2106 | 0.0429 | -0.0679 |
| -1.0 | 0.4096 | 0.0398 | -0.1271 |
| -0.5 | 0.4784 | 0.0364 | -0.1291 |
| 0.0 | 0.5471 | 0.0329 | -0.1311 |
| 0.5 | 0.6048 | 0.0308 | -0.1297 |
| 1.0 | 0.6625 | 0.0287 | -0.1283 |
| 1.5 | 0.7157 | 0.0293 | -0.1276 |
| 2.0 | 0.7689 | 0.0300 | -0.1270 |
| 2.5 | 0.8199 | 0.0308 | -0.1261 |
| 3.0 | 0.8710 | 0.0316 | -0.1252 |
| 3.5 | 0.9202 | 0.0325 | -0.1242 |
| 4.0 | 0.9694 | 0.0334 | -0.1231 |
| 4.5 | 1.0159 | 0.0346 | -0.1218 |
| 5.0 | 1.0625 | 0.0357 | -0.1205 |
| 5.5 | 1.1060 | 0.0371 | -0.1189 |
| 6.0 | 1.1495 | 0.0384 | -0.1173 |
| 6.5 | 1.1889 | 0.0402 | -0.1154 |
| 7.0 | 1.2284 | 0.0419 | -0.1134 |
| 7.5 | 1.2615 | 0.0441 | -0.1110 |
| 8.0 | 1.2947 | 0.0464 | -0.1085 |
| 8.5 | 1.3168 | 0.0494 | -0.1053 |
| 9.0 | 1.3390 | 0.0536 | -0.1031 |
| 9.5 | 1.3425 | 0.0682 | -0.1086 |
| 10.0 | 1.3331 | 0.0841 | -0.1144 |
| 10.5 | 1.3044 | 0.1049 | -0.1232 |
| 11.0 | 1.2701 | 0.1235 | -0.1299 |
| 11.5 | 1.2078 | 0.1542 | -0.1446 |
| 12.0 | 1.1589 | 0.1733 | -0.1508 |
| 12.5 | 1.1142 | 0.1888 | -0.1546 |
| 13.0 | 1.0756 | 0.2023 | -0.1568 |

PRO215:AA29R Andriukou radice Re=28000 Turb 3.7/150 9/1/03
 E65mx= 29.306 E10mx= 29.913 E15mx= 32.500



Nome file origine: AA29R

AA29R: Andriukov Vol Libre 8184

Caratteristiche geometriche Profilo di BASE:

Coefficiente di affinità body cab = 0.80000
 Coefficiente di affinità m.c.l. cam = 1.00000
 Raggio naso profilo 100*rop = 0.62636
 Ascissa spessore massimo body 100*xbmx = 19.00607
 Spessore massimo body 100*spm = 5.26272
 Spessore bordo di uscita 100*eps = 1.0000
 Ascissa altezza massima camber 100*xcmx = 42.37103
 Altezza massima camber 100*ycmx = 5.62401
 Ascissa altezza massima profilo 100*xmx = 33.75107
 Altezza massima profilo 100*ymx = 7.81285
 Area profilo 100*Area = 3.33140
 Coordinate centro rivestimento
 (spessore costante): 100*xce = 49.58714
 100*yce = 3.91866

Coefficienti aerodinamici ideali:

Coeff. di portanza MCl (alfa=0) Clmcl = 0.72350
 Coeff. di momento MCL Cmmcl = -0.16885
 Incid. portanza nulla profilo (gradi) alfa0 = -6.59750
 Slope profilo (Cl/gradi) slope = 0.11399

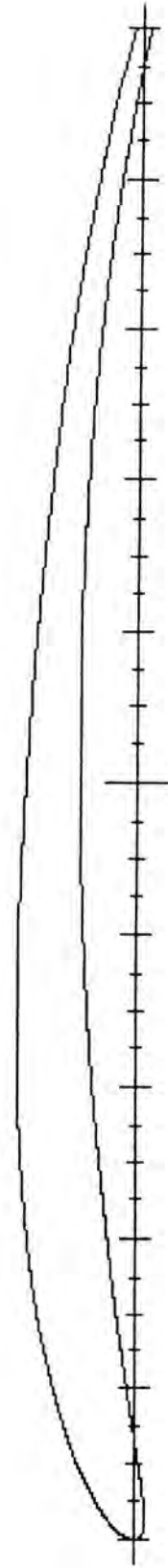
Coordinate Profilo 1° normalizzazione:

| 100*x | 100*y | 100*x | 100*y | 100*x | 100*y | 100*x | 100*y |
|----------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|---------|
| 100.0000 | 0.5000 | 29.2893 | 7.7428 | 0.0000 | 0.0000 | 29.2893 | 2.8074 |
| 94.7664 | 1.8079 | 25.6855 | 7.5813 | 0.1370 | -0.3933 | 33.0869 | 3.1055 |
| 89.5472 | 2.8684 | 22.2854 | 7.3354 | 0.5478 | -0.6080 | 37.0680 | 3.3470 |
| 84.3566 | 3.7724 | 19.0983 | 7.0097 | 1.2312 | -0.6701 | 41.2215 | 3.5511 |
| 79.2088 | 4.5431 | 16.1329 | 6.6017 | 2.1852 | -0.6394 | 45.5361 | 3.6873 |
| 74.1181 | 5.1826 | 13.3975 | 6.1246 | 3.4074 | -0.4873 | 50.0000 | 3.7666 |
| 69.0983 | 5.7366 | 10.8993 | 5.5913 | 4.8943 | -0.2459 | 54.6010 | 3.7801 |
| 64.1632 | 6.2249 | 8.6455 | 5.0109 | 6.6420 | 0.0272 | 59.3263 | 3.7199 |
| 59.3263 | 6.6452 | 6.6420 | 4.3806 | 8.6455 | 0.3329 | 64.1632 | 3.5821 |
| 54.6010 | 6.9471 | 4.8943 | 3.7322 | 10.8993 | 0.6563 | 69.0983 | 3.3560 |
| 50.0000 | 7.2857 | 3.4074 | 3.0139 | 13.3975 | 1.0092 | 74.1181 | 3.0385 |
| 45.5361 | 7.5206 | 2.1852 | 2.3511 | 16.1329 | 1.3777 | 79.2088 | 2.6117 |
| 41.2215 | 7.6915 | 1.2312 | 1.7020 | 19.0983 | 1.7471 | 84.3566 | 2.0492 |
| 37.0680 | 7.7850 | 0.5478 | 1.0971 | 22.2854 | 2.1097 | 89.5472 | 1.3429 |
| 33.0869 | 7.8116 | 0.1370 | 0.5210 | 25.6855 | 2.4668 | 94.7664 | 0.4751 |
| | | | | | | 100.0000 | -0.5000 |

Coordinate Profilo 2° normalizzazione:

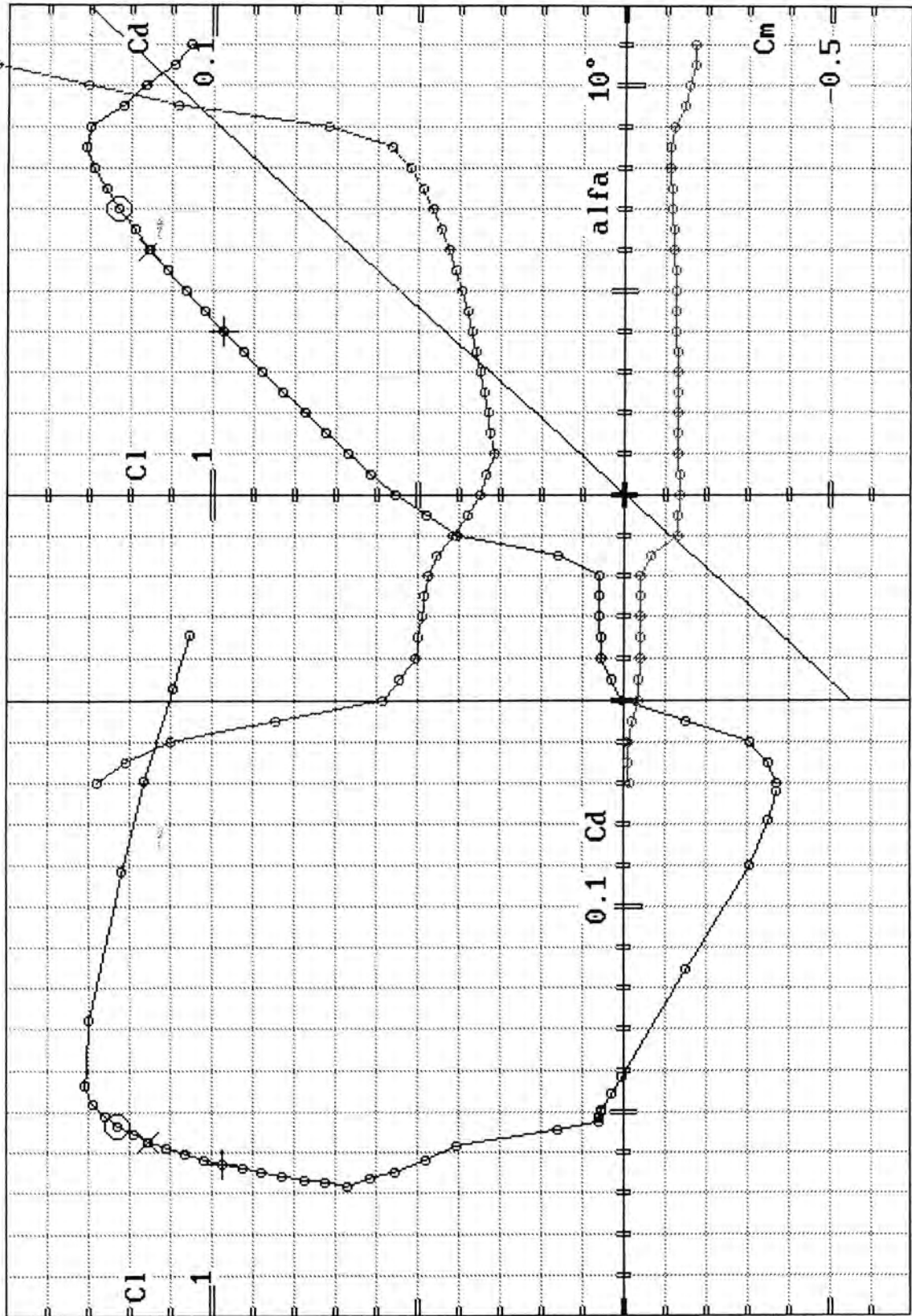
| 100*x | 100*ys | 100*yi | 100*x | 100*ys | 100*yi |
|-------|---------|----------|--------|---------|----------|
| 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 45.00 | 7.54538 | 3.67426 |
| 1.25 | 1.71638 | -0.67038 | 50.00 | 7.28568 | 3.76658 |
| 2.50 | 2.53349 | -0.60609 | 55.00 | 6.96985 | 3.77776 |
| 5.00 | 3.77889 | -0.22796 | 60.00 | 6.58977 | 3.70560 |
| 7.50 | 4.66394 | 0.15972 | 65.00 | 6.14675 | 3.54982 |
| 10.00 | 5.37451 | 0.53124 | 70.00 | 5.64000 | 3.30519 |
| 15.00 | 6.41702 | 1.22951 | 75.00 | 5.08032 | 2.97350 |
| 20.00 | 7.11395 | 1.85514 | 80.00 | 4.43151 | 2.53344 |
| 25.00 | 7.53943 | 2.39711 | 85.00 | 3.66829 | 1.96979 |
| 30.00 | 7.76398 | 2.86898 | 90.00 | 2.78220 | 1.27385 |
| 35.00 | 7.80828 | 3.22814 | 95.00 | 1.75497 | 0.43380 |
| 40.00 | 7.72613 | 3.49763 | 100.00 | 0.50000 | -0.50000 |

AA29R: Andriukov Vol Libre 8184
Coefficiente di affinità body .8
Coefficiente di affinità m.c.l. 1
Spessore bordo di uscita*100 1



| ALFA | Cl | Cd | Cm |
|------|---------|--------|---------|
| -7.0 | -0.3687 | 0.1280 | -0.0157 |
| -6.5 | -0.3521 | 0.1208 | -0.0098 |
| -6.0 | -0.3075 | 0.1099 | -0.0076 |
| -5.5 | -0.1503 | 0.0843 | -0.0208 |
| -5.0 | 0.0069 | 0.0586 | -0.0339 |
| -4.5 | 0.0312 | 0.0546 | -0.0360 |
| -4.0 | 0.0554 | 0.0506 | -0.0381 |
| -3.5 | 0.0570 | 0.0498 | -0.0380 |
| -3.0 | 0.0585 | 0.0491 | -0.0380 |
| -2.5 | 0.0601 | 0.0484 | -0.0379 |
| -2.0 | 0.0616 | 0.0476 | -0.0379 |
| -1.5 | 0.1607 | 0.0455 | -0.0639 |
| -1.0 | 0.4060 | 0.0414 | -0.1288 |
| -0.5 | 0.4800 | 0.0381 | -0.1318 |
| 0.0 | 0.5540 | 0.0348 | -0.1347 |
| 0.5 | 0.6130 | 0.0333 | -0.1336 |
| 1.0 | 0.6720 | 0.0317 | -0.1324 |
| 1.5 | 0.7247 | 0.0324 | -0.1317 |
| 2.0 | 0.7774 | 0.0331 | -0.1310 |
| 2.5 | 0.8279 | 0.0340 | -0.1302 |
| 3.0 | 0.8784 | 0.0348 | -0.1293 |
| 3.5 | 0.9268 | 0.0358 | -0.1283 |
| 4.0 | 0.9752 | 0.0369 | -0.1272 |
| 4.5 | 1.0213 | 0.0381 | -0.1259 |
| 5.0 | 1.0673 | 0.0394 | -0.1246 |
| 5.5 | 1.1101 | 0.0409 | -0.1230 |
| 6.0 | 1.1529 | 0.0425 | -0.1214 |
| 6.5 | 1.1910 | 0.0445 | -0.1194 |
| 7.0 | 1.2291 | 0.0465 | -0.1174 |
| 7.5 | 1.2600 | 0.0492 | -0.1147 |
| 8.0 | 1.2908 | 0.0519 | -0.1121 |
| 8.5 | 1.3101 | 0.0563 | -0.1096 |
| 9.0 | 1.2984 | 0.0722 | -0.1182 |
| 9.5 | 1.2221 | 0.1084 | -0.1446 |
| 10.0 | 1.1634 | 0.1305 | -0.1570 |
| 10.5 | 1.0934 | 0.1531 | -0.1692 |
| 11.0 | 1.0539 | 0.1656 | -0.1720 |

PRO228:AA29R811 Andriukov .8x1 bu 1% Re=22000 Turb 4.4/150 28/3/03
 E65mx= 26.679 E10mx= 27.131 E15mx= 29.299



BGHKGMPC 600.53.77

- 1-Ascissa spessore massimo body 100*csi = 18
- 2-Spessore massimo body 100*spm = 6
- 3-Spessore bordo di uscita 100*eps = 1
- 4-Coefficiente di forma b.u. ka = .6
- 5-Ascissa di camber massimo 100*csic = 44
- 6-Camber massimo 100*hm = 6
- 7-Esponente m.c.l. mm = 2.1
- Raggio naso profilo 100*rop = 0.77191
- Area profilo 100*Area = 3.61136
- Ascissa resistenza flessionale 100*xref = 81.00000
- Resistenza flessionale body 10^5*ref = 52.79200
- Coefficienti aerodinamici ideali:
- Coeff. di portanza MCl (alfa=0) Clmcl = 0.76808
- Coeff. di momento MCL Cmmcl = -0.17892
- Incid. portanza nulla profilo (gradi) alfa0 = -7.00402
- Slope profilo (Cl/gradi) slope = 0.11460

Coordinate Profilo 1° normalizzazione:

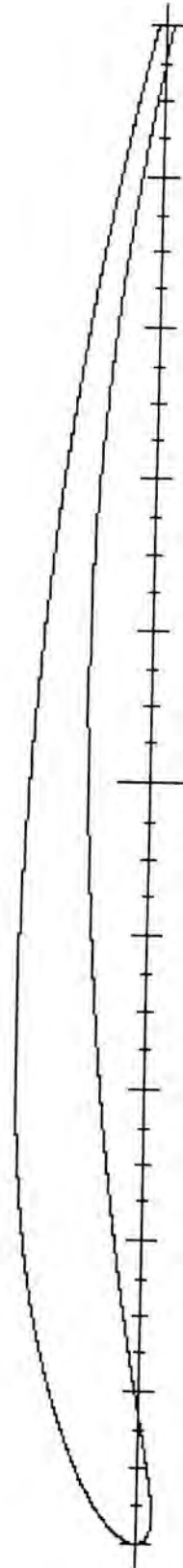
| 100*x | 100*y | 100*x | 100*y | 100*x | 100*y |
|----------|--------|---------|---------|----------|---------|
| 100.0000 | 0.5000 | 13.3975 | 6.7330 | 13.3975 | 0.8559 |
| 94.7664 | 1.7119 | 10.8993 | 6.1362 | 16.1329 | 1.2737 |
| 89.5472 | 2.8030 | 8.6455 | 5.4844 | 19.0983 | 1.6907 |
| 84.3566 | 3.7787 | 6.6420 | 4.7954 | 22.2854 | 2.0979 |
| 79.2088 | 4.6445 | 4.8943 | 4.0828 | 25.6855 | 2.4862 |
| 74.1181 | 5.4059 | 3.4074 | 3.3566 | 29.2893 | 2.8480 |
| 69.0983 | 6.0684 | 2.1852 | 2.6262 | 33.0869 | 3.1770 |
| 64.1632 | 6.6374 | 1.2312 | 1.9041 | 37.0680 | 3.4677 |
| 59.3263 | 7.1179 | 0.5478 | 1.2086 | 41.2215 | 3.7143 |
| 54.6010 | 7.5150 | 0.1370 | 0.5642 | 45.5361 | 3.9134 |
| 50.0000 | 7.8339 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 | 4.0560 |
| 45.5361 | 8.0803 | 0.1370 | -0.4550 | 54.6010 | 4.1209 |
| 41.2215 | 8.2638 | 0.5478 | -0.7764 | 59.3263 | 4.0925 |
| 37.0680 | 8.3811 | 1.2312 | -0.9499 | 64.1632 | 3.9580 |
| 33.0869 | 8.4224 | 2.1852 | -0.9741 | 69.0983 | 3.7070 |
| 29.2893 | 8.3797 | 3.4074 | -0.8611 | 74.1181 | 3.3318 |
| 25.6855 | 8.2460 | 4.8943 | -0.6340 | 79.2088 | 2.8270 |
| 22.2854 | 8.0153 | 6.6420 | -0.3221 | 84.3566 | 2.1901 |
| 19.0983 | 7.6847 | 8.6455 | 0.0451 | 89.5472 | 1.4210 |
| 16.1329 | 7.2548 | 10.8993 | 0.4433 | 94.7664 | 0.5226 |
| | | | | 100.0000 | -0.5000 |

Coordinate Profilo 2° normalizzazione:

| 100*x | 100*ys | 100*yi | 100*x | 100*ys | 100*yi |
|-------|---------|----------|--------|---------|----------|
| 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 45.00 | 8.10583 | 3.89161 |
| 1.25 | 1.92041 | -0.95209 | 50.00 | 7.83386 | 4.05596 |
| 2.50 | 2.83014 | -0.95550 | 55.00 | 7.48425 | 4.12228 |
| 5.00 | 4.12964 | -0.61601 | 60.00 | 7.05551 | 4.08024 |
| 7.50 | 5.10485 | -0.16433 | 65.00 | 6.54656 | 3.92360 |
| 10.00 | 5.89304 | 0.28714 | 70.00 | 5.95572 | 3.64859 |
| 15.00 | 7.05431 | 1.10471 | 75.00 | 5.28056 | 3.25330 |
| 20.00 | 7.79088 | 1.81019 | 80.00 | 4.51781 | 2.73734 |
| 25.00 | 8.20837 | 2.41162 | 85.00 | 3.66348 | 2.10158 |
| 30.00 | 8.39470 | 2.91352 | 90.00 | 2.71280 | 1.34798 |
| 35.00 | 8.41230 | 3.32346 | 95.00 | 1.66034 | 0.47951 |
| 40.00 | 8.30518 | 3.64760 | 100.00 | 0.50000 | -0.50000 |

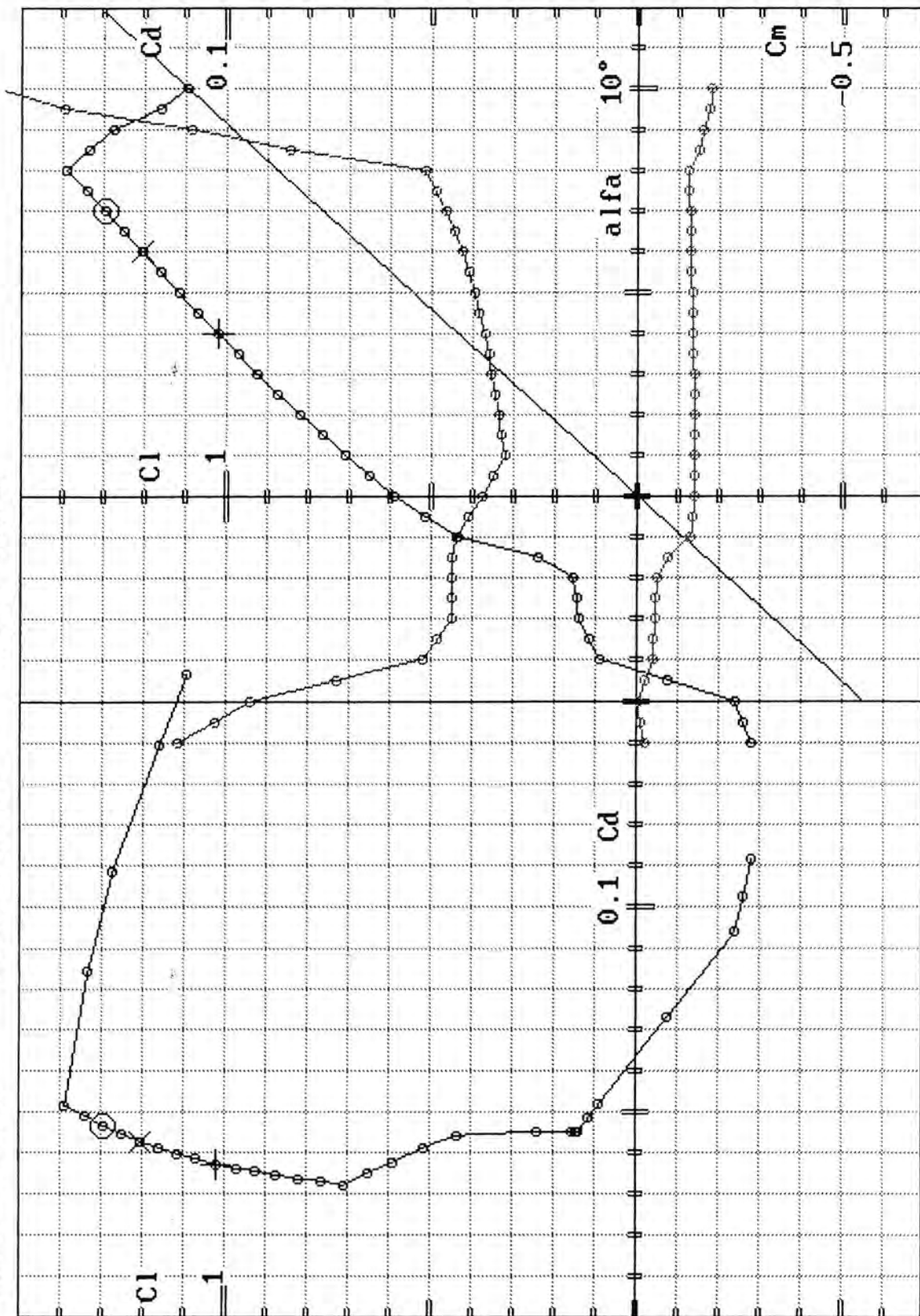
Generato file BGHKGMP.C.SEQ

BGHKGMPG 600.53.77 18 6 1 .6 44 6 2.1



| | ALFA | Cl | Cd | Cm |
|------|---------|--------|---------|----|
| -6.0 | -0.2776 | 0.1116 | -0.0206 | |
| -5.5 | -0.2600 | 0.1027 | -0.0125 | |
| -5.0 | -0.2423 | 0.0938 | -0.0043 | |
| -4.5 | -0.0772 | 0.0728 | -0.0221 | |
| -4.0 | 0.0878 | 0.0518 | -0.0399 | |
| -3.5 | 0.1138 | 0.0483 | -0.0420 | |
| -3.0 | 0.1398 | 0.0449 | -0.0441 | |
| -2.5 | 0.1471 | 0.0450 | -0.0465 | |
| -2.0 | 0.1544 | 0.0451 | -0.0489 | |
| -1.5 | 0.2382 | 0.0448 | -0.0737 | |
| -1.0 | 0.4368 | 0.0440 | -0.1323 | |
| -0.5 | 0.5136 | 0.0408 | -0.1368 | |
| 0.0 | 0.5904 | 0.0377 | -0.1413 | |
| 0.5 | 0.6511 | 0.0350 | -0.1410 | |
| 1.0 | 0.7119 | 0.0322 | -0.1408 | |
| 1.5 | 0.7672 | 0.0329 | -0.1402 | |
| 2.0 | 0.8225 | 0.0336 | -0.1396 | |
| 2.5 | 0.8731 | 0.0344 | -0.1387 | |
| 3.0 | 0.9238 | 0.0353 | -0.1378 | |
| 3.5 | 0.9725 | 0.0362 | -0.1367 | |
| 4.0 | 1.0212 | 0.0372 | -0.1357 | |
| 4.5 | 1.0682 | 0.0384 | -0.1345 | |
| 5.0 | 1.1153 | 0.0396 | -0.1333 | |
| 5.5 | 1.1609 | 0.0411 | -0.1320 | |
| 6.0 | 1.2066 | 0.0426 | -0.1307 | |
| 6.5 | 1.2511 | 0.0445 | -0.1294 | |
| 7.0 | 1.2956 | 0.0464 | -0.1281 | |
| 7.5 | 1.3419 | 0.0490 | -0.1272 | |
| 8.0 | 1.3881 | 0.0516 | -0.1263 | |
| 8.5 | 1.3334 | 0.0844 | -0.1490 | |
| 9.0 | 1.2736 | 0.1087 | -0.1621 | |
| 9.5 | 1.1579 | 0.1395 | -0.1764 | |
| 10.0 | 1.0950 | 0.1563 | -0.1809 | |

PRO231:BGHKGMP 600.53.77 Re=24000 Turb 9.1/330 B/7/03
 E65mx= 27.239 E10mx= 28.331 E15mx= 31.787



Nome file origine: verb1
 VERB1: Verbitsky F1J Vol Libre n° 128 11/11/01
 Caratteristiche geometriche Profilo ELABORATO:
 Grado polinomio di regressione body grb = 14
 Grado polinomio di regressione m.c.l. grc = 12
 Coefficiente di affinità body cab = 1.00000
 Coefficiente di affinità m.c.l. cam = 1.00000
 Raggio naso profilo 100*rop = 0.47405
 Ascissa spessore massimo body 100*xbmx = 21.46831
 Spessore massimo body 100*spm = 6.52699
 Spessore bordo di uscita 100*eps = 0.5500
 Ascissa altezza massima camber 100*xcmx = 39.70705
 Altezza massima camber 100*ycmx = 4.48376
 Ascissa altezza massima profilo 100*xmx = 30.52161
 Altezza massima profilo 100*ymx = 7.42995
 Area profilo 100*Area = 4.14817
 Coordinate centro rivestimento
 (spessore costante): 100*xce = 49.56577
 100*yce = 3.06073

Coefficienti aerodinamici ideali:
 Coeff. di portanza MCl (alfa=0) Clmcl = 0.48604
 Coeff. di momento MCL Cmmcl = -0.10573
 Incid. portanza nulla profilo (gradi) alfa0 = -4.43213
 Slope profilo (Cl/gradi) slope = 0.11503

Coordinate Profilo 1° normalizzazione:

| 100*x | 100*y | 100*x | 100*y | 100*x | 100*y | 100*x | 100*y |
|----------|--------|---------|--------|---------|---------|----------|---------|
| 100.0000 | 0.2750 | 29.2893 | 7.4254 | 0.0000 | 0.0000 | 29.2893 | 1.1798 |
| 94.7664 | 1.1733 | 25.6855 | 7.3561 | 0.1370 | -0.3472 | 33.0869 | 1.4128 |
| 89.5472 | 2.0693 | 22.2854 | 7.1907 | 0.5478 | -0.6026 | 37.0680 | 1.6145 |
| 84.3566 | 2.9444 | 19.0983 | 6.9172 | 1.2312 | -0.7707 | 41.2215 | 1.7821 |
| 79.2088 | 3.7375 | 16.1329 | 6.5381 | 2.1852 | -0.8502 | 45.5361 | 1.9108 |
| 74.1181 | 4.4589 | 13.3975 | 6.0713 | 3.4074 | -0.8396 | 50.0000 | 1.9887 |
| 69.0983 | 5.0809 | 10.8993 | 5.5415 | 4.8943 | -0.7455 | 54.6010 | 2.0036 |
| 64.1632 | 5.5950 | 8.6455 | 4.9673 | 6.6420 | -0.5882 | 59.3263 | 1.9558 |
| 59.3263 | 6.0163 | 6.6420 | 4.3553 | 8.6455 | -0.3962 | 64.1632 | 1.8589 |
| 54.6010 | 6.3739 | 4.8943 | 3.7041 | 10.8993 | -0.1948 | 69.0983 | 1.7225 |
| 50.0000 | 6.6888 | 3.4074 | 3.0176 | 13.3975 | 0.0046 | 74.1181 | 1.5329 |
| 45.5361 | 6.9613 | 2.1852 | 2.3137 | 16.1329 | 0.2074 | 79.2088 | 1.2665 |
| 41.2215 | 7.1790 | 1.2312 | 1.6260 | 19.0983 | 0.4263 | 84.3566 | 0.9278 |
| 37.0680 | 7.3311 | 0.5478 | 0.9933 | 22.2854 | 0.6681 | 89.5472 | 0.5536 |
| 33.0869 | 7.4140 | 0.1370 | 0.4465 | 25.6855 | 0.9254 | 94.7664 | 0.1500 |
| | | | | | | 100.0000 | -0.2750 |

Coordinate Profilo 2° normalizzazione:

| 100*x | 100*ys | 100*yi | 100*x | 100*ys | 100*yi |
|-------|---------|----------|--------|---------|----------|
| 0.00 | 0.00000 | 0.00000 | 45.00 | 6.99116 | 1.89748 |
| 1.25 | 1.64127 | -0.77352 | 50.00 | 6.68877 | 1.98868 |
| 2.50 | 2.51048 | -0.85626 | 55.00 | 6.34520 | 2.00184 |
| 5.00 | 3.74762 | -0.73697 | 60.00 | 5.96159 | 1.94473 |
| 7.50 | 4.63165 | -0.50552 | 65.00 | 5.51443 | 1.83846 |
| 10.00 | 5.32448 | -0.27254 | 70.00 | 4.97642 | 1.69287 |
| 15.00 | 6.35872 | 0.12431 | 75.00 | 4.33995 | 1.49250 |
| 20.00 | 7.00785 | 0.49411 | 80.00 | 3.61840 | 1.21822 |
| 25.00 | 7.33168 | 0.87436 | 85.00 | 2.82971 | 0.88249 |
| 30.00 | 7.42908 | 1.22642 | 90.00 | 1.99205 | 0.52009 |
| 35.00 | 7.38243 | 1.51502 | 95.00 | 1.13306 | 0.13082 |
| 40.00 | 7.23018 | 1.73716 | 100.00 | 0.27500 | -0.27500 |

VERB1: Verbitsky F1J Vol Libre n° 128 11/11/01

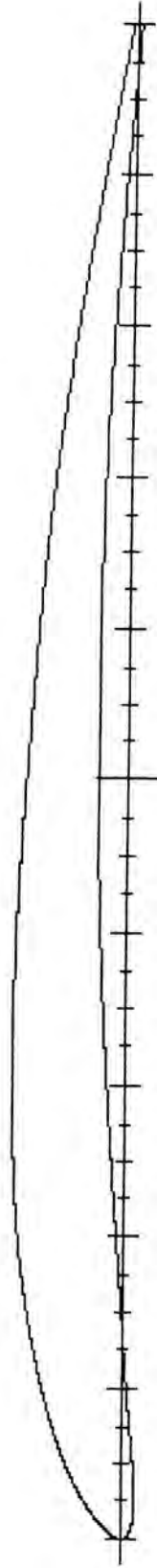
Grado polinomio di regr. body 14

Grado polinomio di regr. m.c.l. 12

Coefficiente di affinità body 1

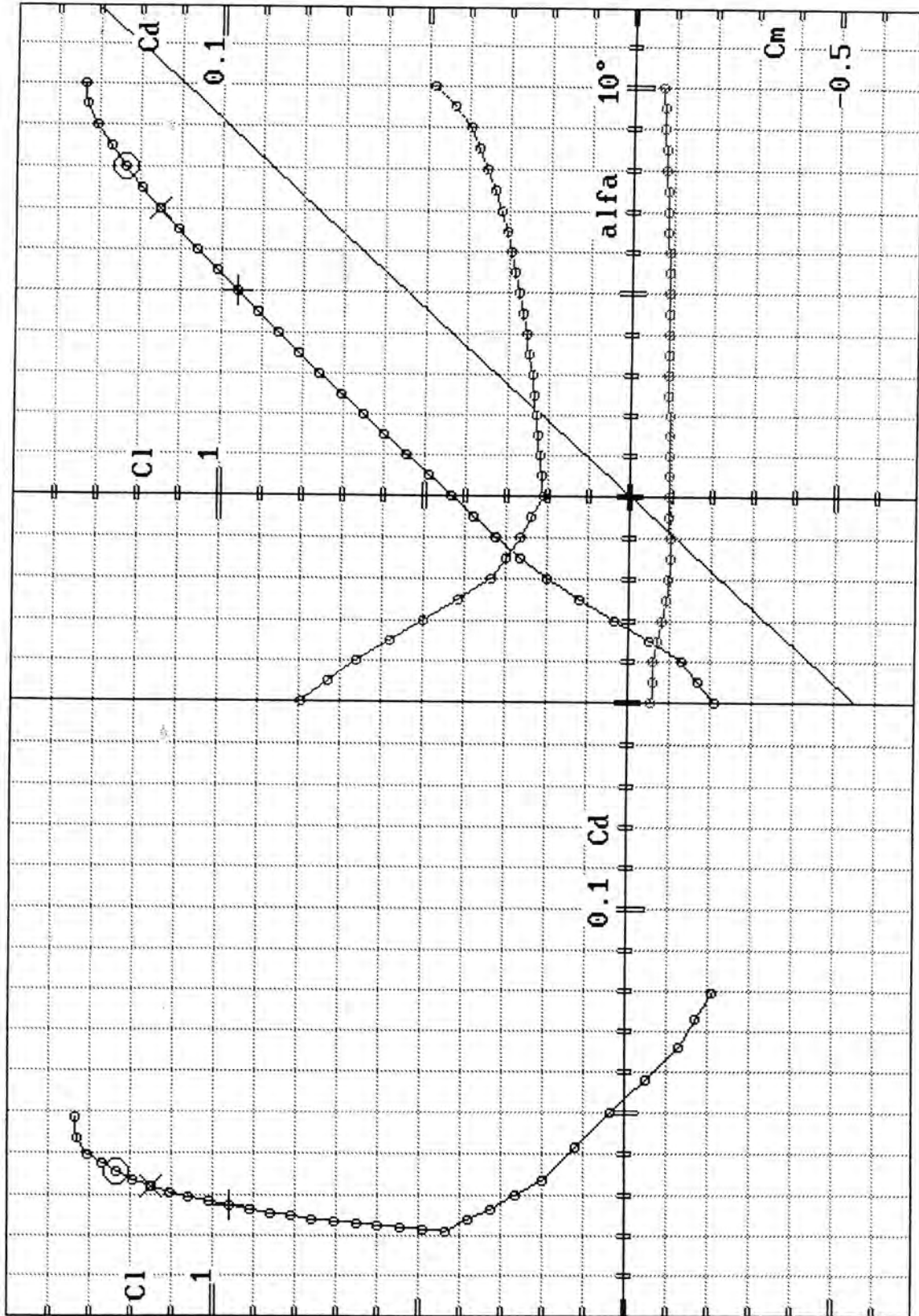
Coefficiente di affinità m.c.l. 1

Spessore bordo di uscita*100 .55



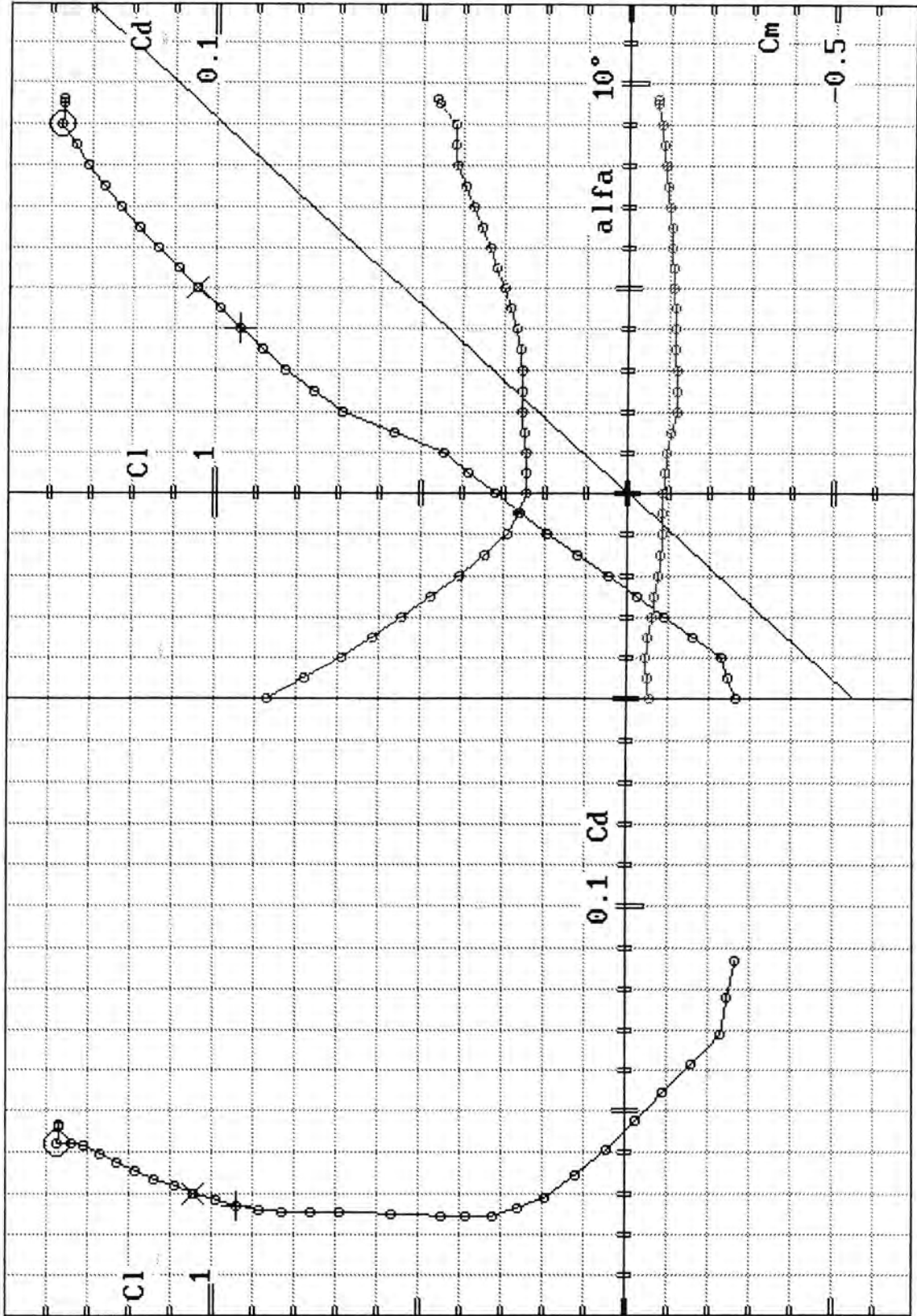
| | | | |
|------|---------|--------|---------|
| -5.0 | -0.2103 | 0.0795 | -0.0553 |
| -4.5 | -0.1705 | 0.0728 | -0.0582 |
| -4.0 | -0.1306 | 0.0661 | -0.0611 |
| -3.5 | -0.0476 | 0.0580 | -0.0701 |
| -3.0 | 0.0353 | 0.0498 | -0.0791 |
| -2.5 | 0.1183 | 0.0417 | -0.0881 |
| -2.0 | 0.2013 | 0.0336 | -0.0971 |
| -1.5 | 0.2637 | 0.0300 | -0.0976 |
| -1.0 | 0.3261 | 0.0264 | -0.0981 |
| -0.5 | 0.3811 | 0.0238 | -0.0963 |
| 0.0 | 0.4361 | 0.0211 | -0.0945 |
| 0.5 | 0.4908 | 0.0215 | -0.0940 |
| 1.0 | 0.5454 | 0.0220 | -0.0936 |
| 1.5 | 0.5989 | 0.0225 | -0.0931 |
| 2.0 | 0.6524 | 0.0230 | -0.0927 |
| 2.5 | 0.7052 | 0.0236 | -0.0922 |
| 3.0 | 0.7579 | 0.0242 | -0.0918 |
| 3.5 | 0.8096 | 0.0250 | -0.0913 |
| 4.0 | 0.8613 | 0.0257 | -0.0907 |
| 4.5 | 0.9117 | 0.0266 | -0.0900 |
| 5.0 | 0.9621 | 0.0274 | -0.0894 |
| 5.5 | 1.0108 | 0.0284 | -0.0885 |
| 6.0 | 1.0595 | 0.0295 | -0.0876 |
| 6.5 | 1.1056 | 0.0307 | -0.0865 |
| 7.0 | 1.1518 | 0.0320 | -0.0853 |
| 7.5 | 1.1937 | 0.0336 | -0.0837 |
| 8.0 | 1.2356 | 0.0353 | -0.0821 |
| 8.5 | 1.2699 | 0.0375 | -0.0798 |
| 9.0 | 1.3042 | 0.0397 | -0.0774 |
| 9.5 | 1.3317 | 0.0436 | -0.0732 |
| 10.0 | 1.3329 | 0.0484 | -0.0698 |

PR0173:VERB1:Verbitsky sm 14/12 Re=48000 Ncr=9 Turb 1.6/50 14/6/02
 E65mx= 35.576 E10mx= 35.985 E15mx= 38.944



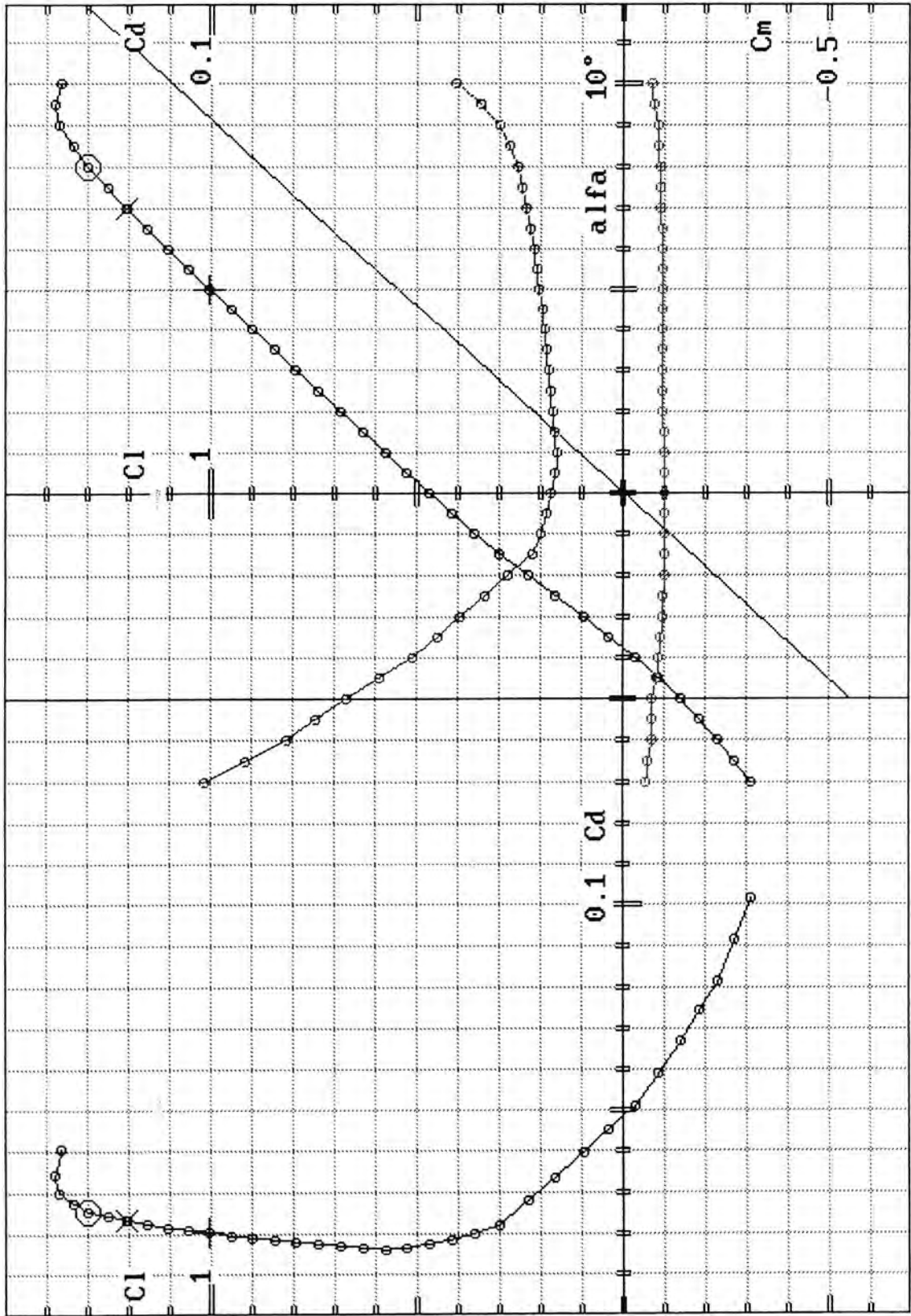
| | | | |
|------|---------|--------|---------|
| -5.0 | -0.2644 | 0.0871 | -0.0539 |
| -4.5 | -0.2467 | 0.0780 | -0.0484 |
| -4.0 | -0.2291 | 0.0689 | -0.0429 |
| -3.5 | -0.1606 | 0.0617 | -0.0507 |
| -3.0 | -0.0921 | 0.0546 | -0.0584 |
| -2.5 | -0.0235 | 0.0475 | -0.0662 |
| -2.0 | 0.0450 | 0.0404 | -0.0739 |
| -1.5 | 0.1208 | 0.0346 | -0.0783 |
| -1.0 | 0.1965 | 0.0288 | -0.0827 |
| -0.5 | 0.2592 | 0.0267 | -0.0843 |
| 0.0 | 0.3219 | 0.0247 | -0.0858 |
| 0.5 | 0.3832 | 0.0246 | -0.0892 |
| 1.0 | 0.4444 | 0.0245 | -0.0926 |
| 1.5 | 0.5666 | 0.0249 | -0.1051 |
| 2.0 | 0.6888 | 0.0254 | -0.1177 |
| 2.5 | 0.7596 | 0.0254 | -0.1180 |
| 3.0 | 0.8304 | 0.0253 | -0.1183 |
| 3.5 | 0.8857 | 0.0261 | -0.1166 |
| 4.0 | 0.9410 | 0.0270 | -0.1149 |
| 4.5 | 0.9920 | 0.0284 | -0.1131 |
| 5.0 | 1.0430 | 0.0299 | -0.1113 |
| 5.5 | 1.0905 | 0.0318 | -0.1088 |
| 6.0 | 1.1381 | 0.0337 | -0.1062 |
| 6.5 | 1.1834 | 0.0356 | -0.1028 |
| 7.0 | 1.2288 | 0.0374 | -0.0994 |
| 7.5 | 1.2687 | 0.0394 | -0.0953 |
| 8.0 | 1.3085 | 0.0414 | -0.0912 |
| 8.5 | 1.3407 | 0.0417 | -0.0856 |
| 9.0 | 1.3729 | 0.0421 | -0.0799 |
| 9.5 | 1.3707 | 0.0458 | -0.0721 |
| 9.6 | 1.3703 | 0.0465 | -0.0705 |

PR0174:VERB1:Verbitsky sm 14/12 Re=48000 Ncr=9 15/6/02
 E65mx= 35.641 E10mx= 34.918 E15mx= 38.228



| | | | |
|------|---------|--------|---------|
| -7.0 | -0.3116 | 0.1017 | -0.0541 |
| -6.5 | -0.2698 | 0.0917 | -0.0610 |
| -6.0 | -0.2280 | 0.0817 | -0.0679 |
| -5.5 | -0.1850 | 0.0745 | -0.0702 |
| -5.0 | -0.1420 | 0.0672 | -0.0724 |
| -4.5 | -0.0848 | 0.0592 | -0.0788 |
| -4.0 | -0.0276 | 0.0512 | -0.0852 |
| -3.5 | 0.0347 | 0.0452 | -0.0903 |
| -3.0 | 0.0970 | 0.0393 | -0.0953 |
| -2.5 | 0.1644 | 0.0336 | -0.0970 |
| -2.0 | 0.2319 | 0.0279 | -0.0986 |
| -1.5 | 0.2993 | 0.0222 | -0.1003 |
| -1.0 | 0.3576 | 0.0202 | -0.1002 |
| -0.5 | 0.4143 | 0.0187 | -0.1001 |
| 0.0 | 0.4710 | 0.0173 | -0.1001 |
| 0.5 | 0.5236 | 0.0167 | -0.0991 |
| 1.0 | 0.5763 | 0.0161 | -0.0980 |
| 1.5 | 0.6309 | 0.0166 | -0.0977 |
| 2.0 | 0.6855 | 0.0170 | -0.0974 |
| 2.5 | 0.7394 | 0.0175 | -0.0971 |
| 3.0 | 0.7932 | 0.0179 | -0.0968 |
| 3.5 | 0.8463 | 0.0185 | -0.0963 |
| 4.0 | 0.8994 | 0.0190 | -0.0959 |
| 4.5 | 0.9515 | 0.0196 | -0.0954 |
| 5.0 | 1.0036 | 0.0203 | -0.0949 |
| 5.5 | 1.0546 | 0.0210 | -0.0942 |
| 6.0 | 1.1055 | 0.0217 | -0.0936 |
| 6.5 | 1.1549 | 0.0225 | -0.0927 |
| 7.0 | 1.2042 | 0.0233 | -0.0919 |
| 7.5 | 1.2513 | 0.0243 | -0.0907 |
| 8.0 | 1.2984 | 0.0253 | -0.0895 |
| 8.5 | 1.3335 | 0.0277 | -0.0860 |
| 9.0 | 1.3686 | 0.0302 | -0.0826 |
| 9.5 | 1.3791 | 0.0346 | -0.0767 |
| 10.0 | 1.3647 | 0.0404 | -0.0681 |

PR0175:VERB1:Verbitsky sm 14/12 Re=120000 Ncr=9 Turb 1.6/50 15/6/02
 E65mx= 49.484 E10mx= 51.593 E15mx= 58.373



| | | | |
|------|---------|--------|---------|
| -5.0 | -0.2593 | 0.0726 | -0.0483 |
| -4.5 | -0.2031 | 0.0676 | -0.0562 |
| -4.0 | -0.1468 | 0.0627 | -0.0641 |
| -3.5 | -0.1080 | 0.0546 | -0.0650 |
| -3.0 | -0.0692 | 0.0465 | -0.0659 |
| -2.5 | 0.0042 | 0.0397 | -0.0725 |
| -2.0 | 0.0776 | 0.0330 | -0.0792 |
| -1.5 | 0.1831 | 0.0264 | -0.0869 |
| -1.0 | 0.2887 | 0.0198 | -0.0946 |
| -0.5 | 0.3859 | 0.0173 | -0.1023 |
| 0.0 | 0.4831 | 0.0148 | -0.1101 |
| 0.5 | 0.5513 | 0.0136 | -0.1107 |
| 1.0 | 0.6196 | 0.0123 | -0.1112 |
| 1.5 | 0.6729 | 0.0121 | -0.1085 |
| 2.0 | 0.7261 | 0.0119 | -0.1058 |
| 2.5 | 0.7771 | 0.0126 | -0.1040 |
| 3.0 | 0.8281 | 0.0133 | -0.1021 |
| 3.5 | 0.8805 | 0.0142 | -0.1013 |
| 4.0 | 0.9328 | 0.0152 | -0.1005 |
| 4.5 | 0.9843 | 0.0163 | -0.0997 |
| 5.0 | 1.0358 | 0.0174 | -0.0989 |
| 5.5 | 1.0869 | 0.0182 | -0.0980 |
| 6.0 | 1.1379 | 0.0190 | -0.0971 |
| 6.5 | 1.1869 | 0.0198 | -0.0958 |
| 7.0 | 1.2359 | 0.0205 | -0.0945 |
| 7.5 | 1.2799 | 0.0212 | -0.0925 |
| 8.0 | 1.3239 | 0.0219 | -0.0905 |
| 8.5 | 1.3463 | 0.0258 | -0.0865 |
| 9.0 | 1.3686 | 0.0296 | -0.0826 |
| 9.5 | 1.3791 | 0.0340 | -0.0767 |
| 10.0 | 1.3647 | 0.0399 | -0.0681 |

PR0176:VERB1:Verbitsky sm 14/12 Re=120000 Ncr=9 15/6/02
 E65mx= 68.538 E10mx= 62.216 E15mx= 69.430

