

VOCE E IDENTITÀ: RICONOSCIMENTO DELLE PERSONE ATTRAVERSO L'ANALISI DELLA VOCE

Ing. Raffaele PISANI - Perito fonico



Università degli Studi di Torino

Laboratorio di Fonetica Sperimentale Arturo Genre

GIORNATA MONDIALE DELLA VOCE

VOICE – The Original Social Media



WORLD VOICE DAY
16 APRILE 2015

Con il patrocinio di

CITTÀ DI TORINO, UNIVERSITÀ DI TORINO, ASSOCIAZIONE ITALIANA DI SCIENZE DELLA VOCE

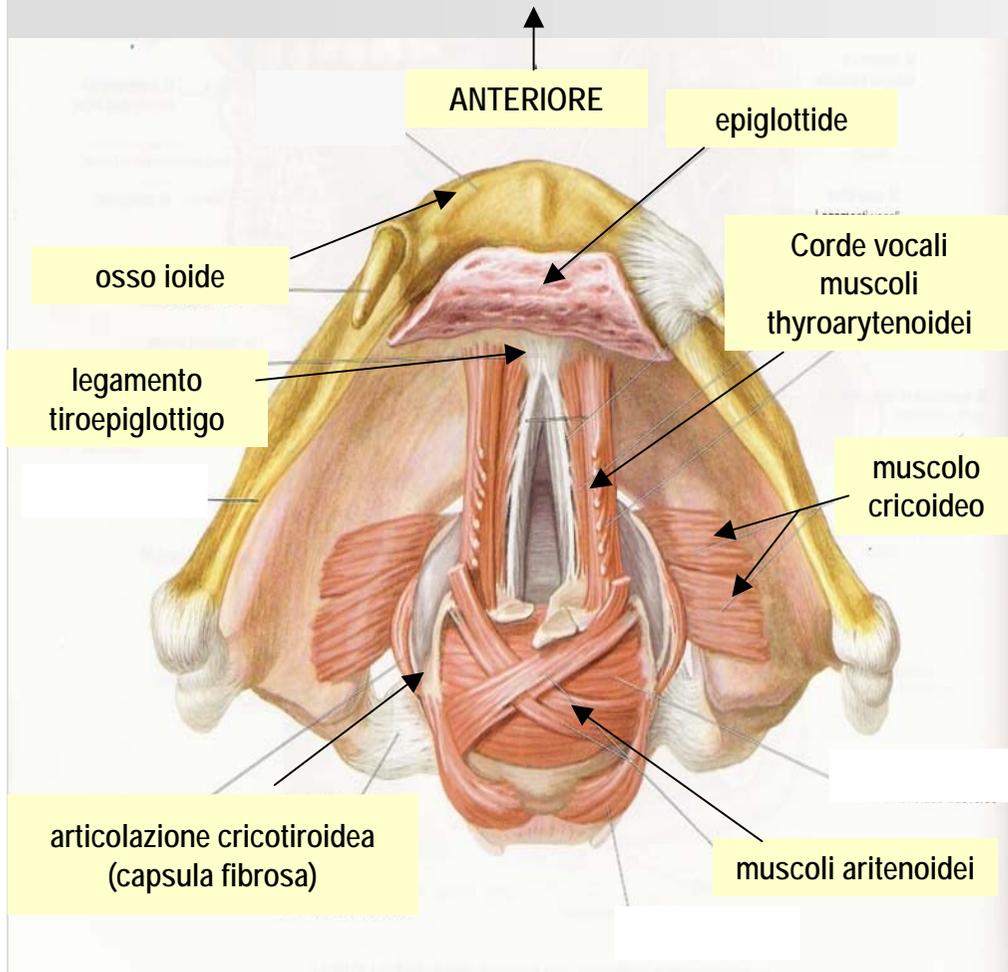


CITTA' DI TORINO

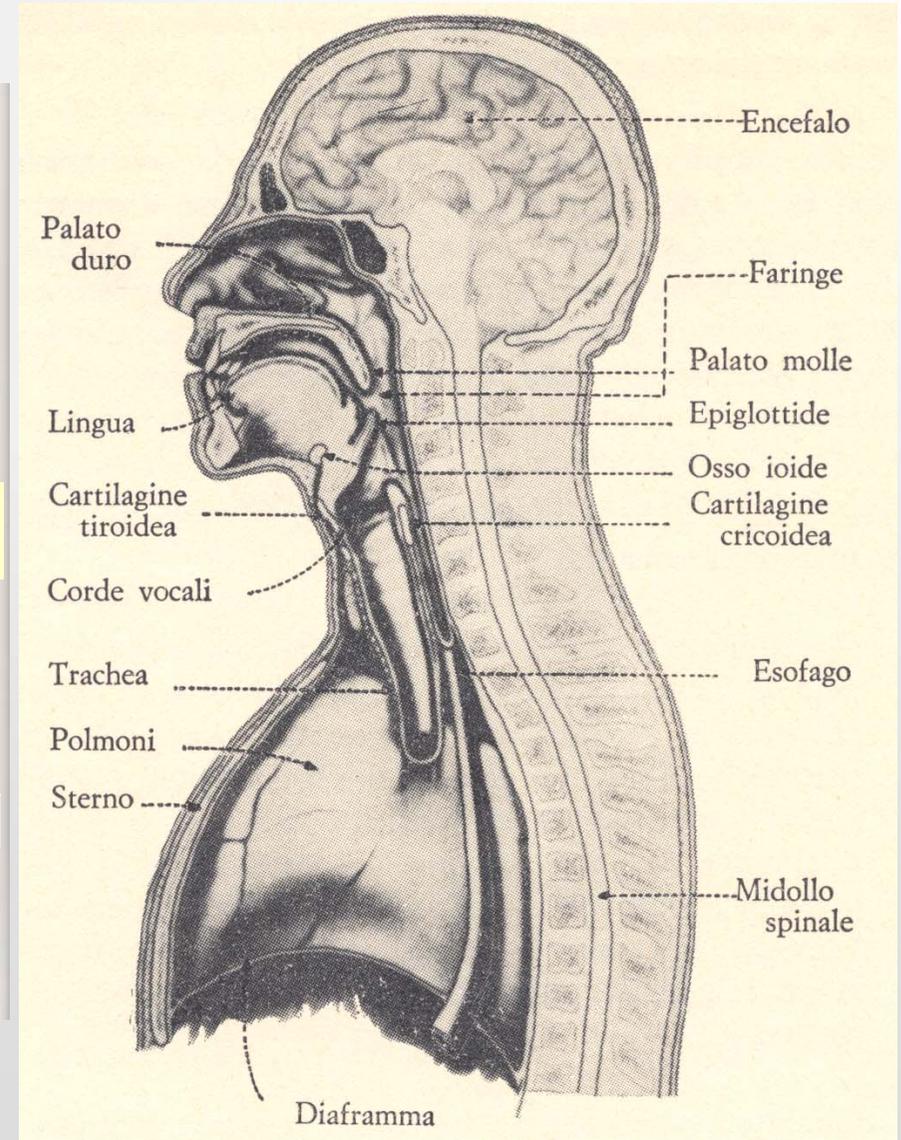




ANATOMIA DELL'APPARATO FONATORIO

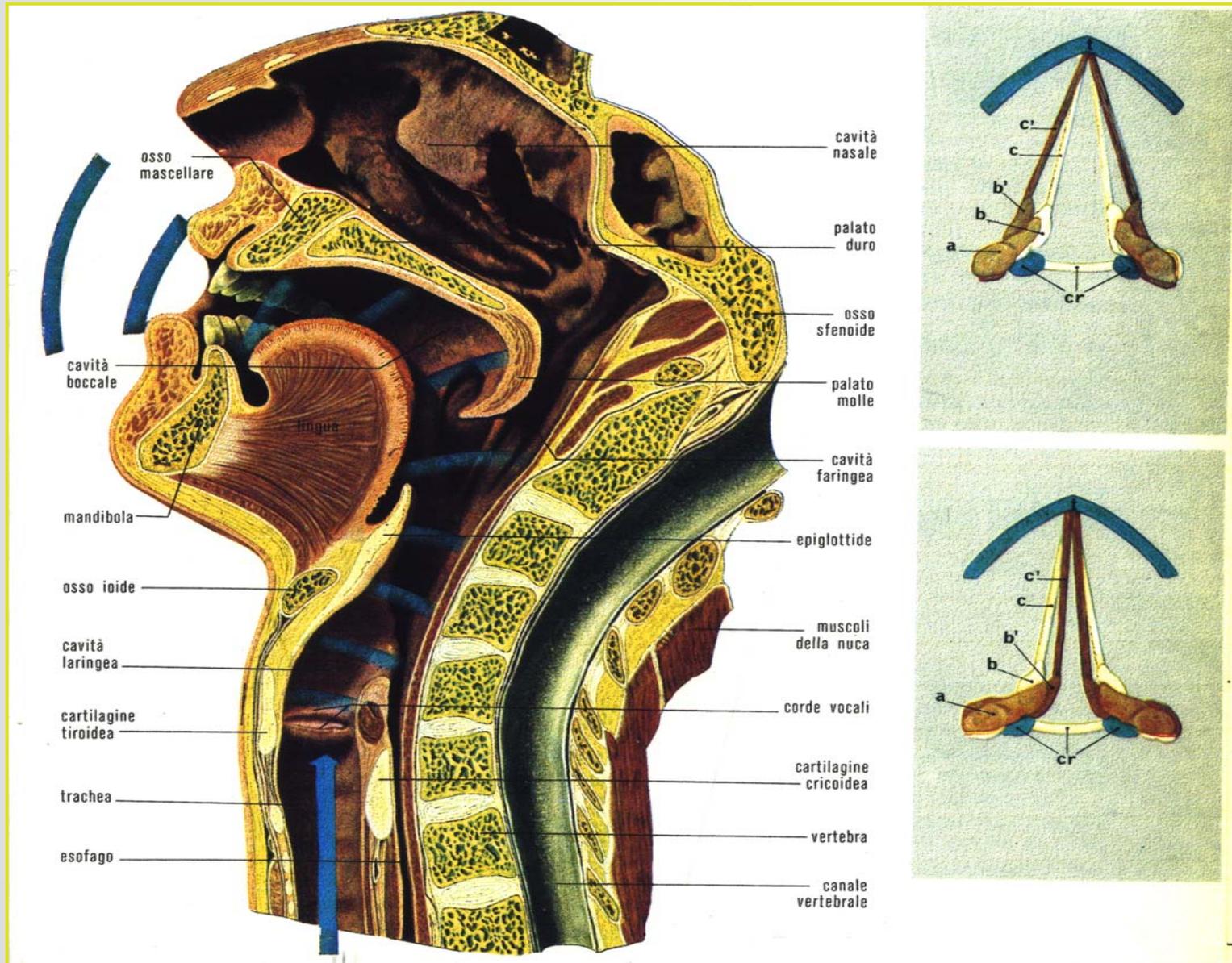


VEDUTA SUPERIORE





La produzione dei suoni vocalici trae origine dalle vibrazioni delle corde vocali che modulano il flusso d'aria continuo generato dal mantice polmonare

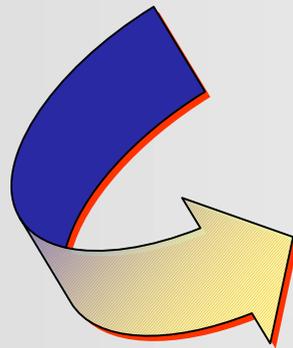




LA FREQUENZA FONDAMENTALE DELLA VOCE

La frequenza fondamentale della voce, prodotta dalle vibrazioni di chiusura ed apertura delle corde vocali, può essere dedotta dall'analisi del segnale registrato.

Nei laboratori di ricerca si quantifica meglio il comportamento delle corde vocali durante la loro vibrazione con altri sistemi quali il laringofono, il glottografo e l'accelerometro.

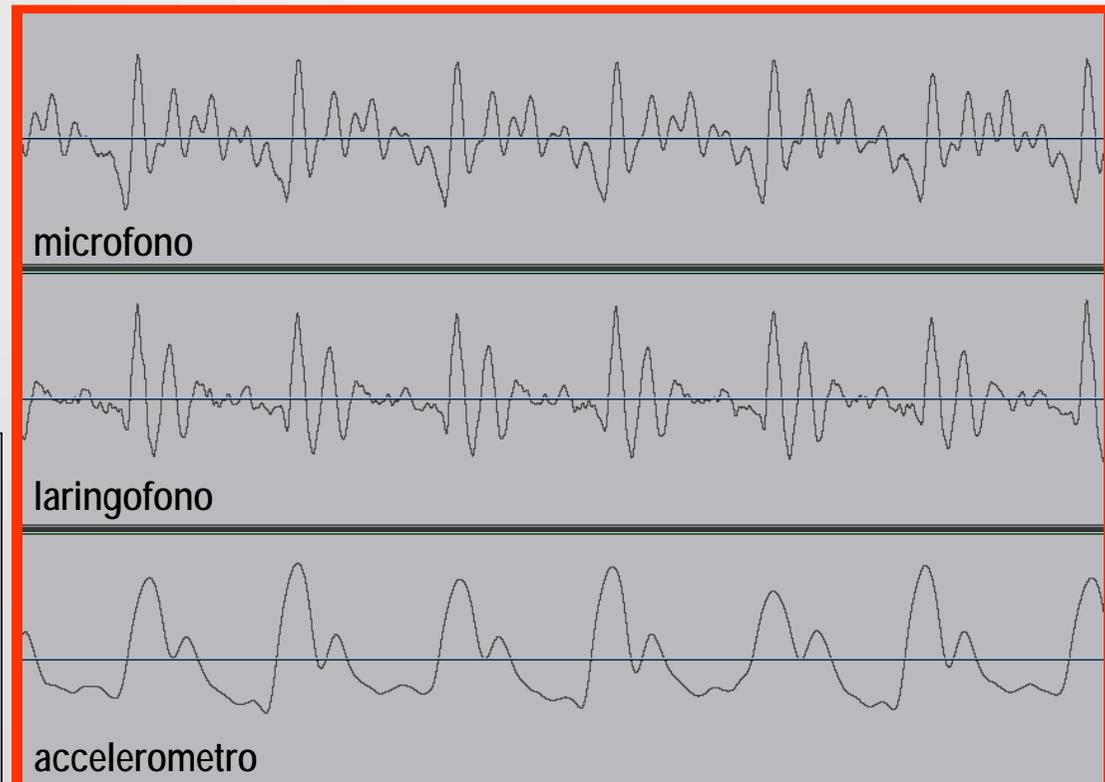


Confronto tra:

segnale microfonico

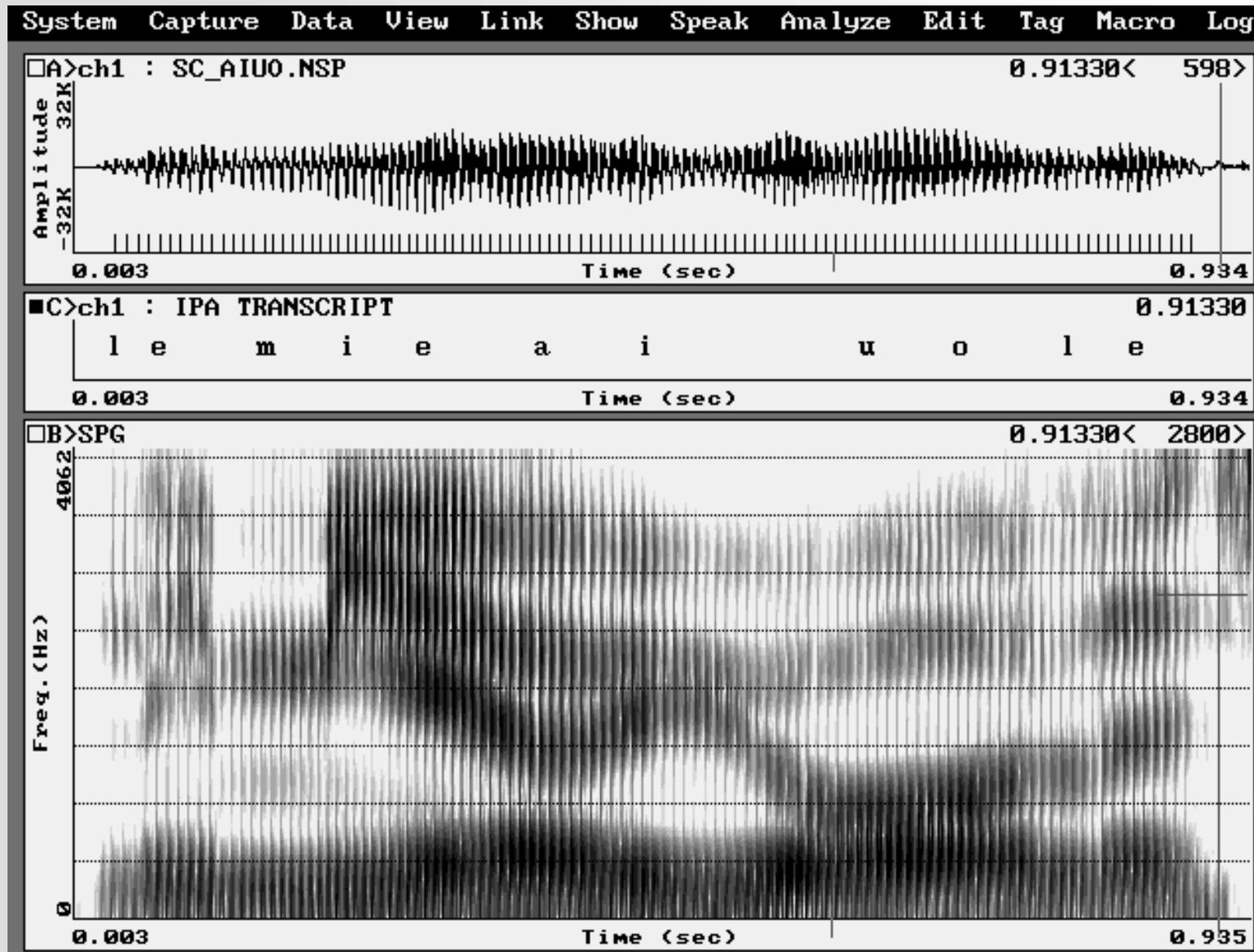
segnale del laringofono

segnale dell'accelerometro



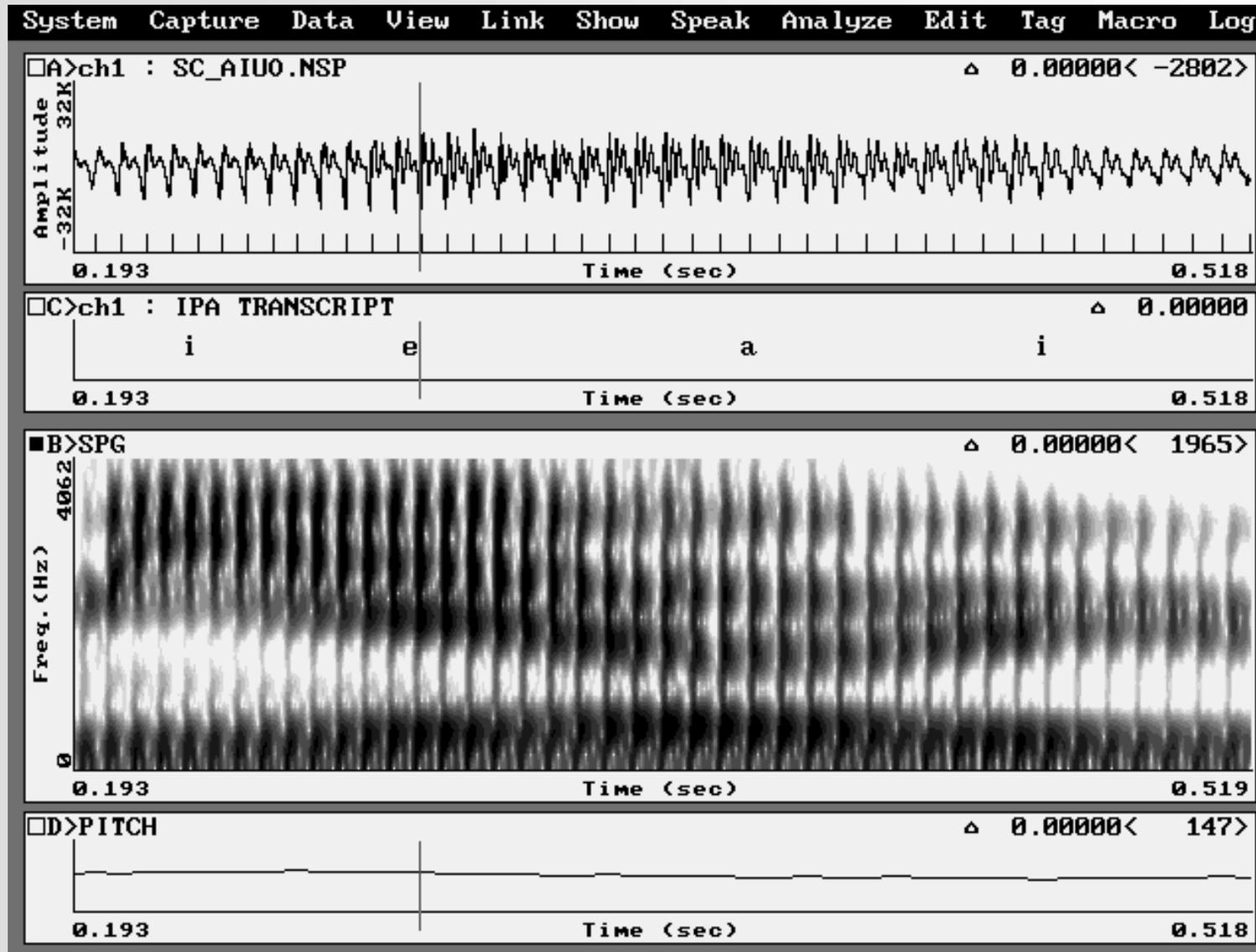


Voce maschile : sonagramma del segnale registrato



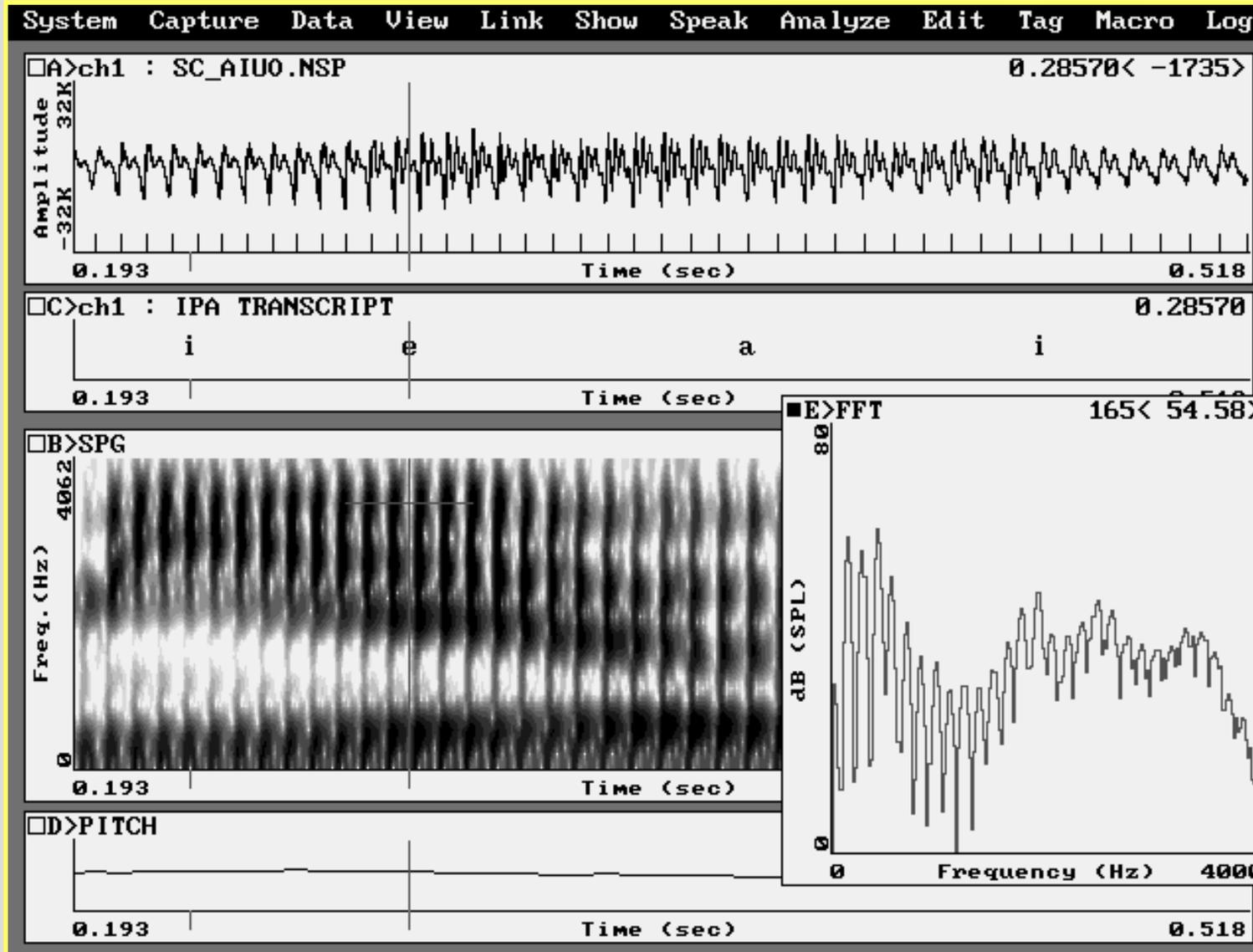


Voce maschile : frequenza fondamentale





Voce maschile : FFT per analisi dello spettro



Vocale /i/

F0= 147 Hz

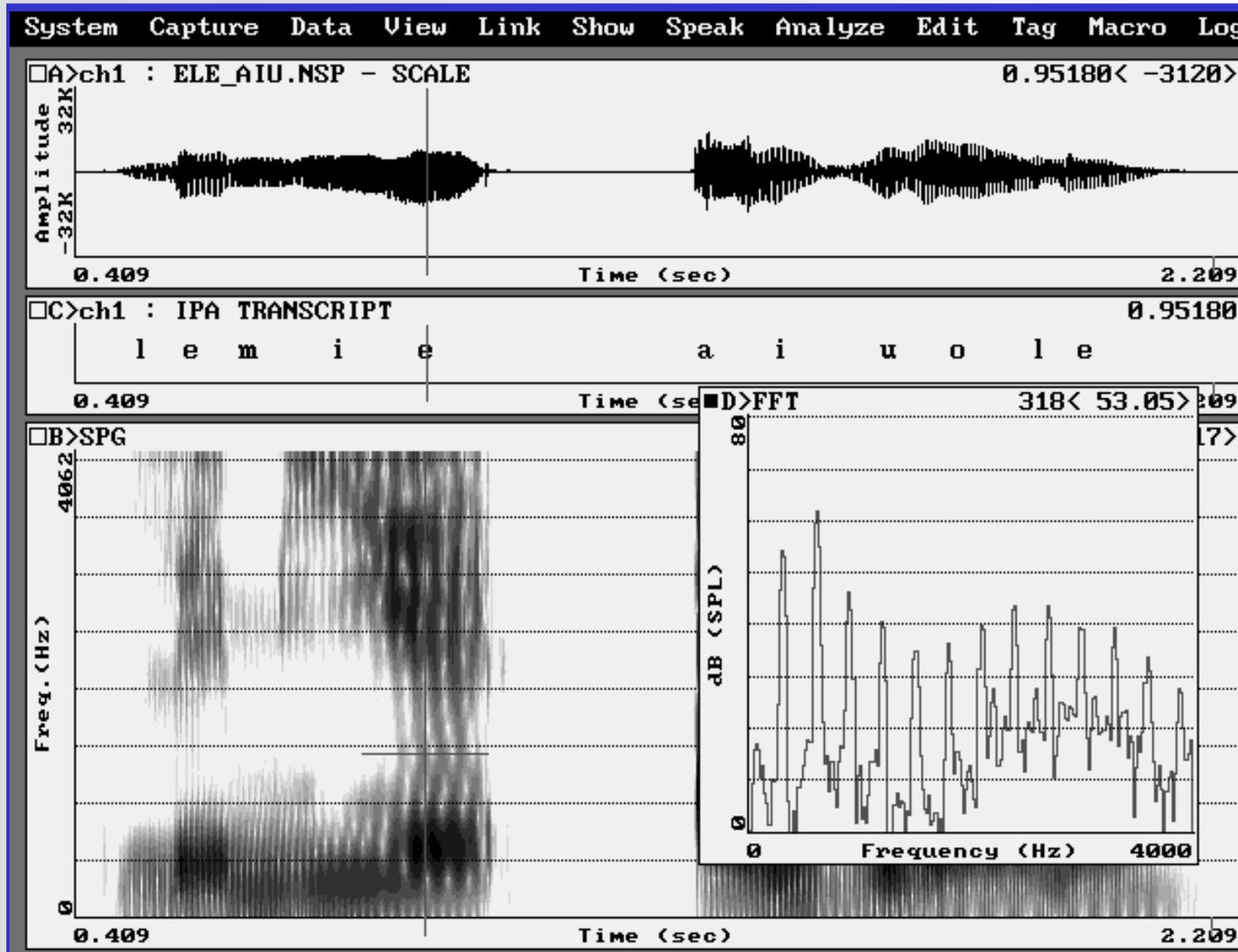
Vocale /e/

F0= 165 Hz

La frequenza fondamentale non dipende dalla vocale pronunciata



Voce femminile : FFT per analisi dello spettro



Vocale /e/
femminile

F0= 318 Hz

Vocale /e/
maschile

F0= 165 Hz

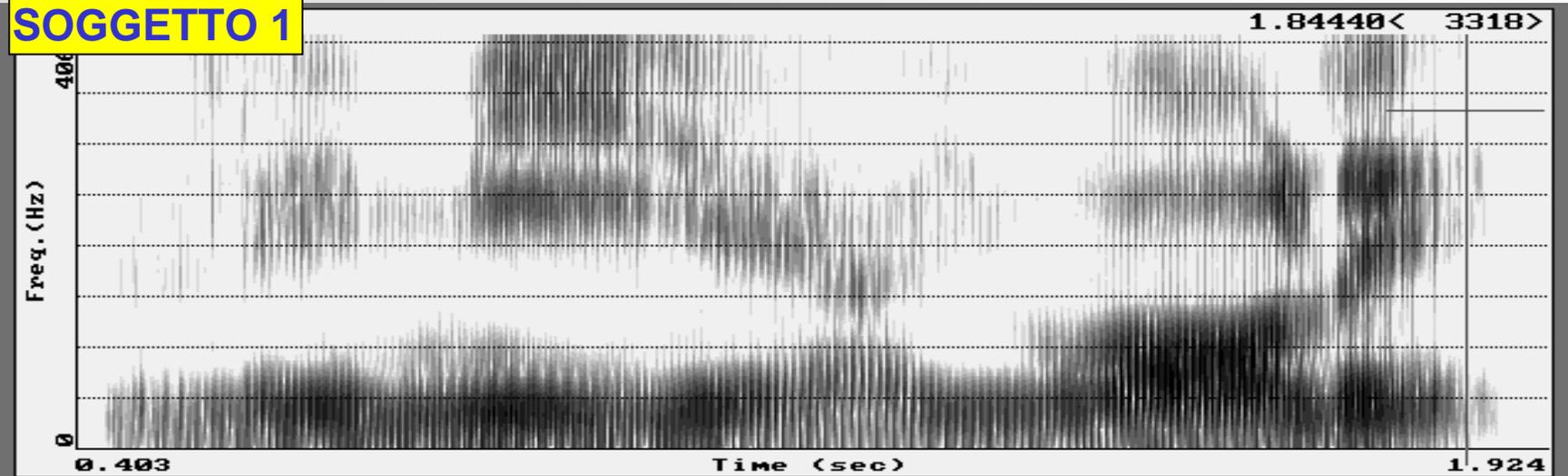
La frequenza
fondamentale
dipende dal
genere del
soggetto



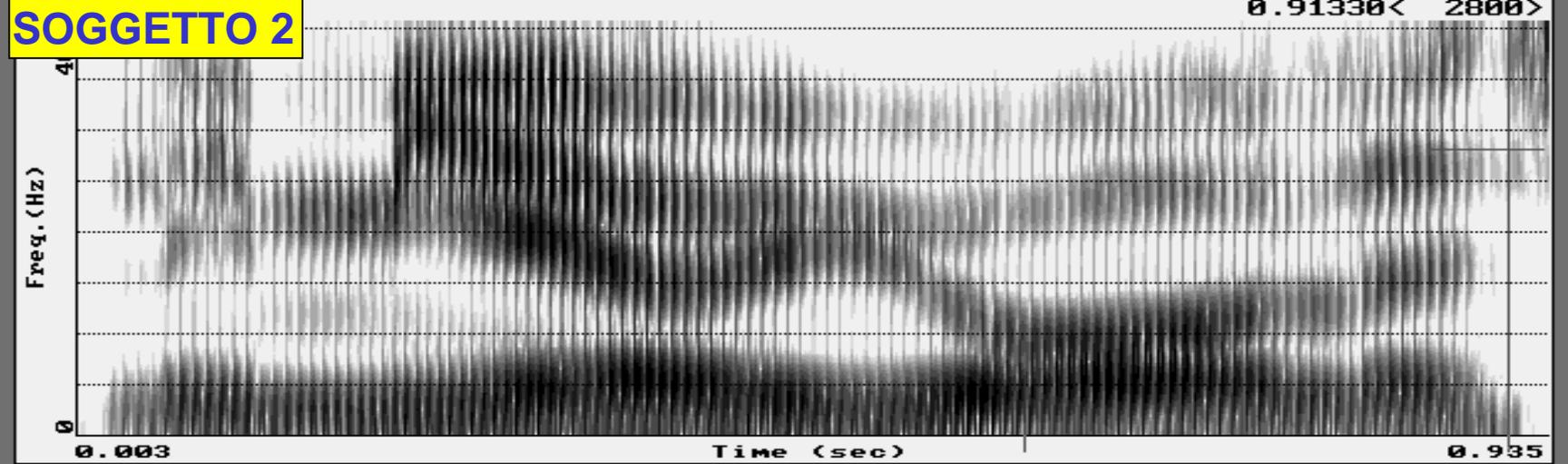
SONAGRAMMI DI SOGGETTI DIVERSI

Confronto voci maschili diverse che pronunciano la stessa frase: *"le mie aiuole"*

SOGGETTO 1



SOGGETTO 2

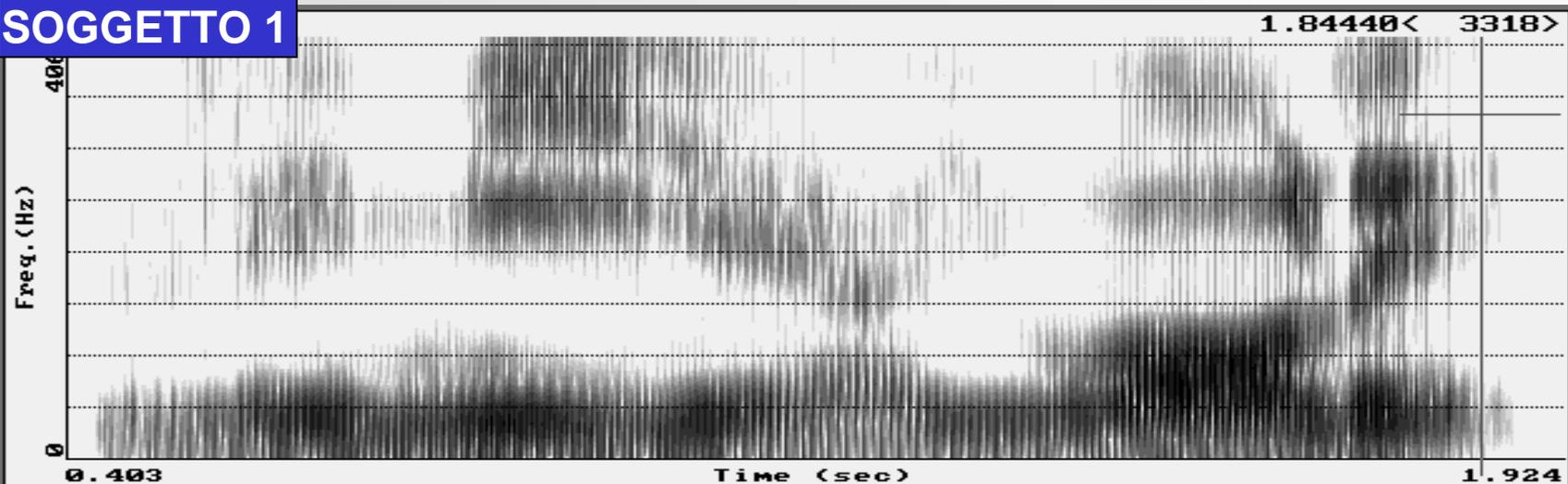




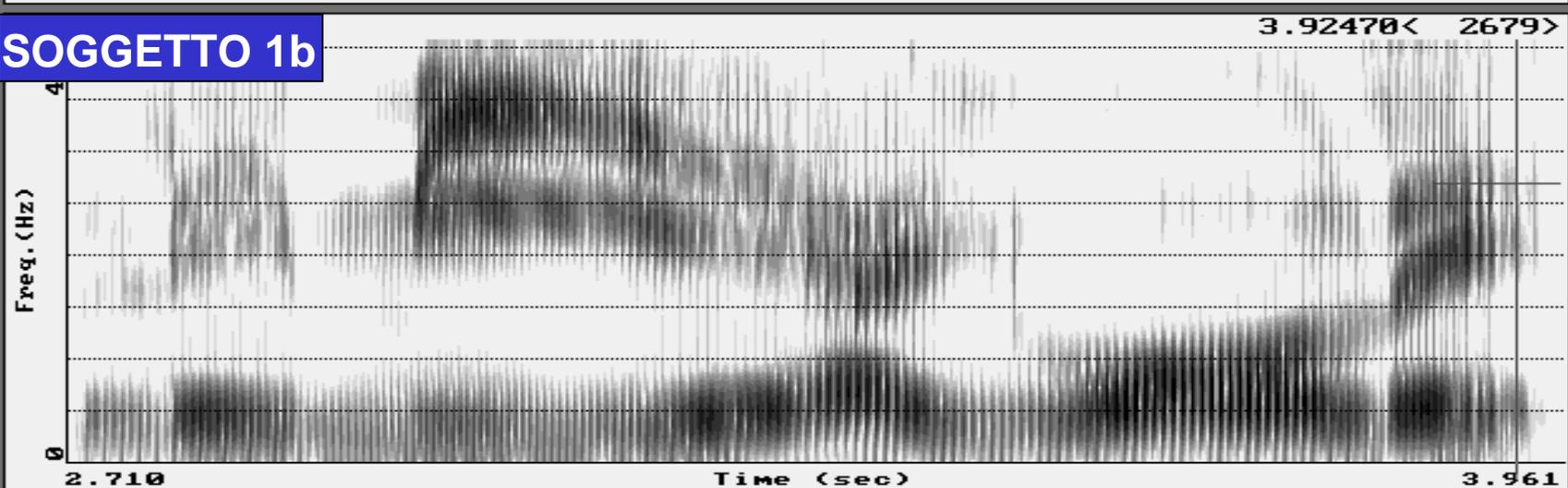
SONAGRAMMI DELLO STESSO SOGGETTO

Confronto voci maschili della stessa persona che pronuncia la stessa frase in momenti diversi: *"le mie aiuole"*

SOGGETTO 1

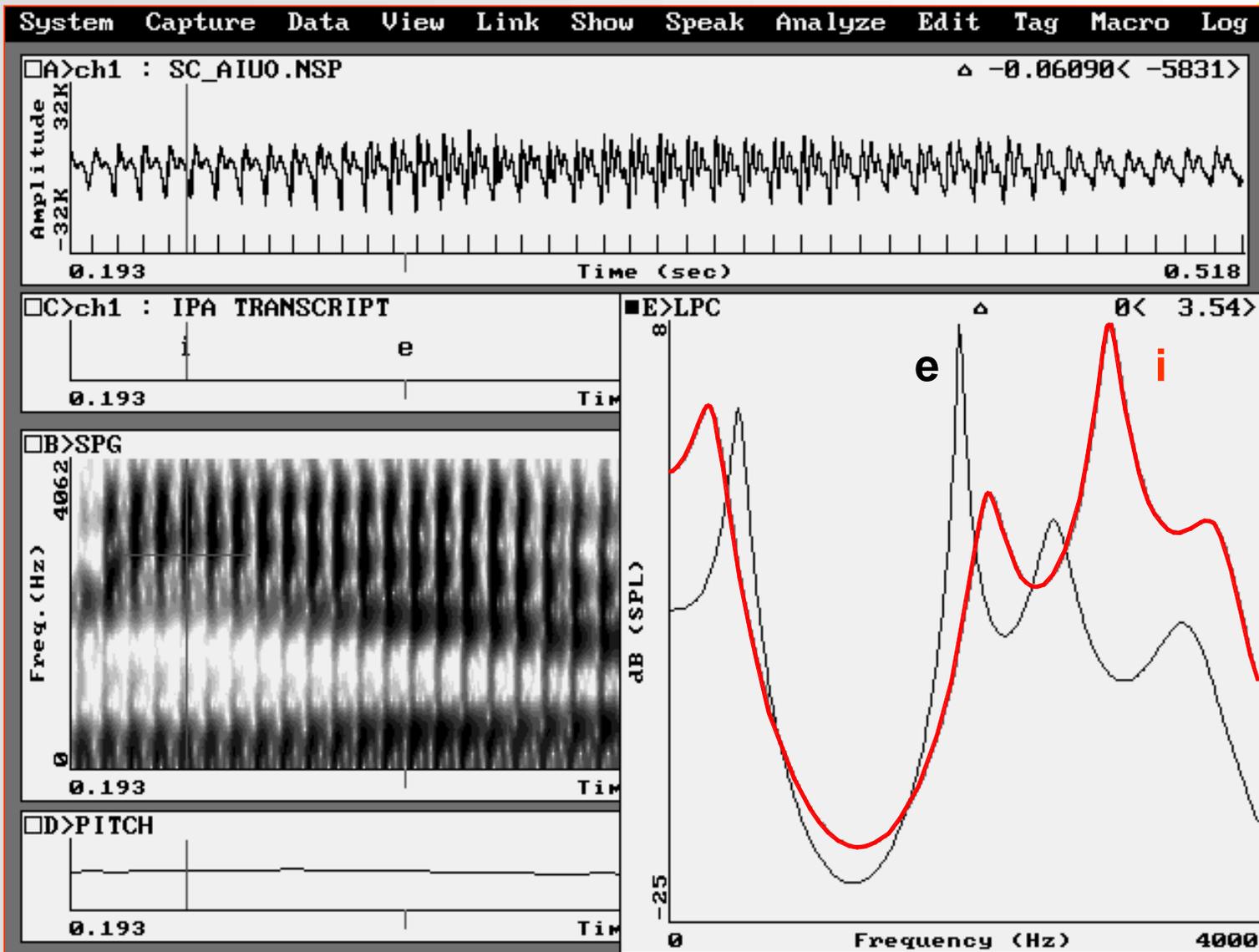


SOGGETTO 1b





Estrazione delle formanti delle vocali /i/ ed /e/



i e

Vocale /i/
maschile

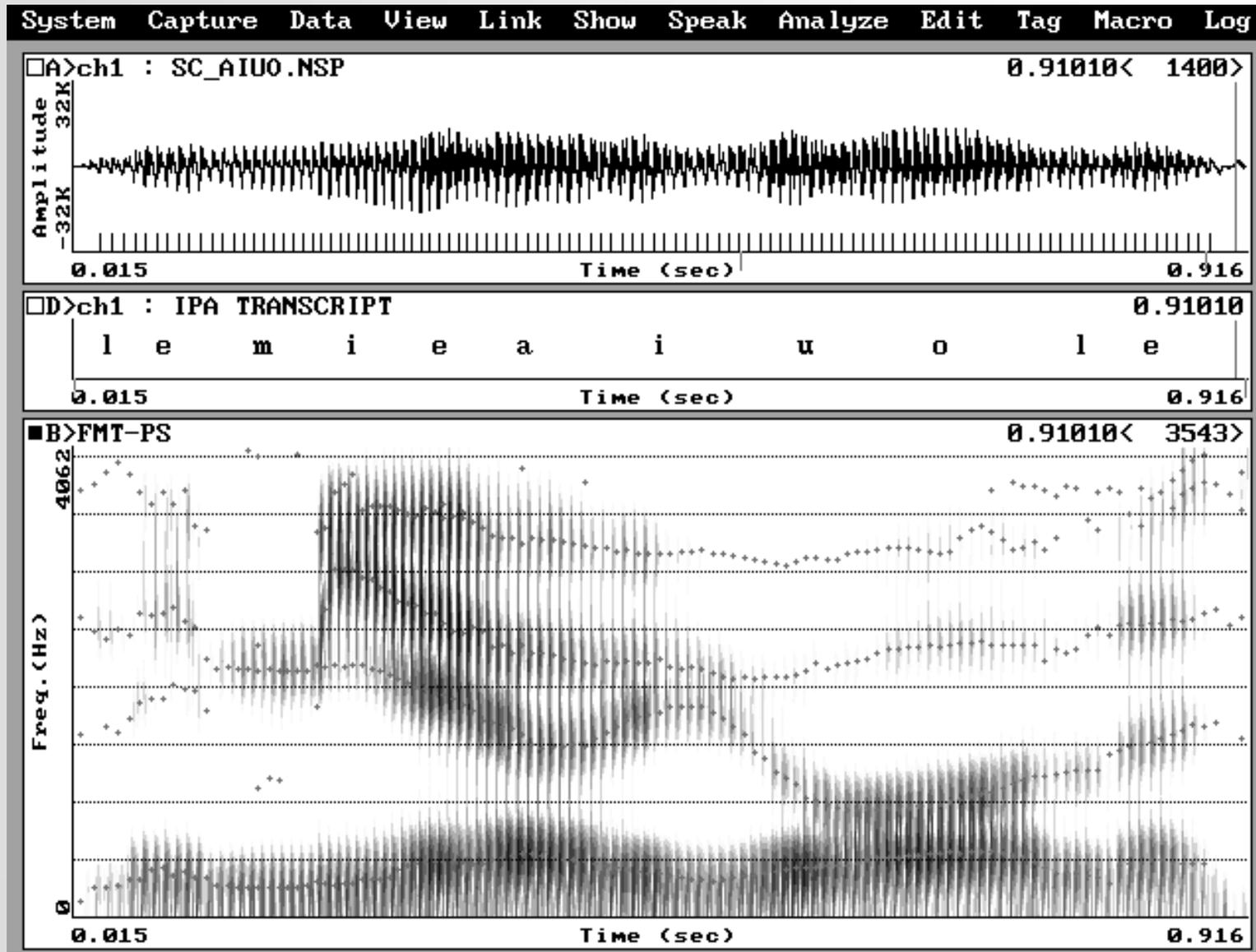
F1 = 255 Hz
F2 = 2187 Hz
F3 = 3006 Hz

Vocale /e/
maschile

F1 = 469 Hz
F2 = 1973 Hz
F3 = 2617 Hz

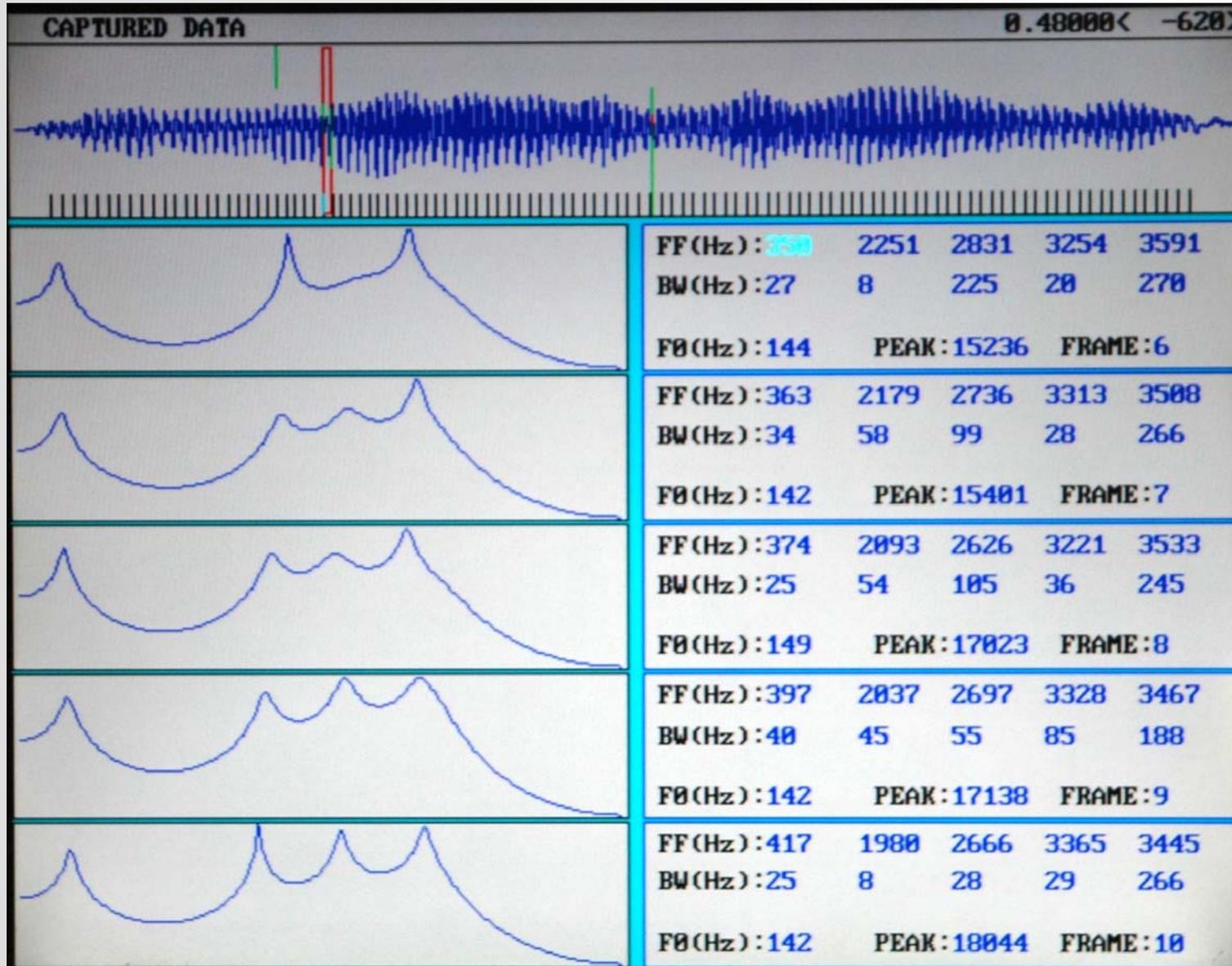


Estrazione delle formanti della voce



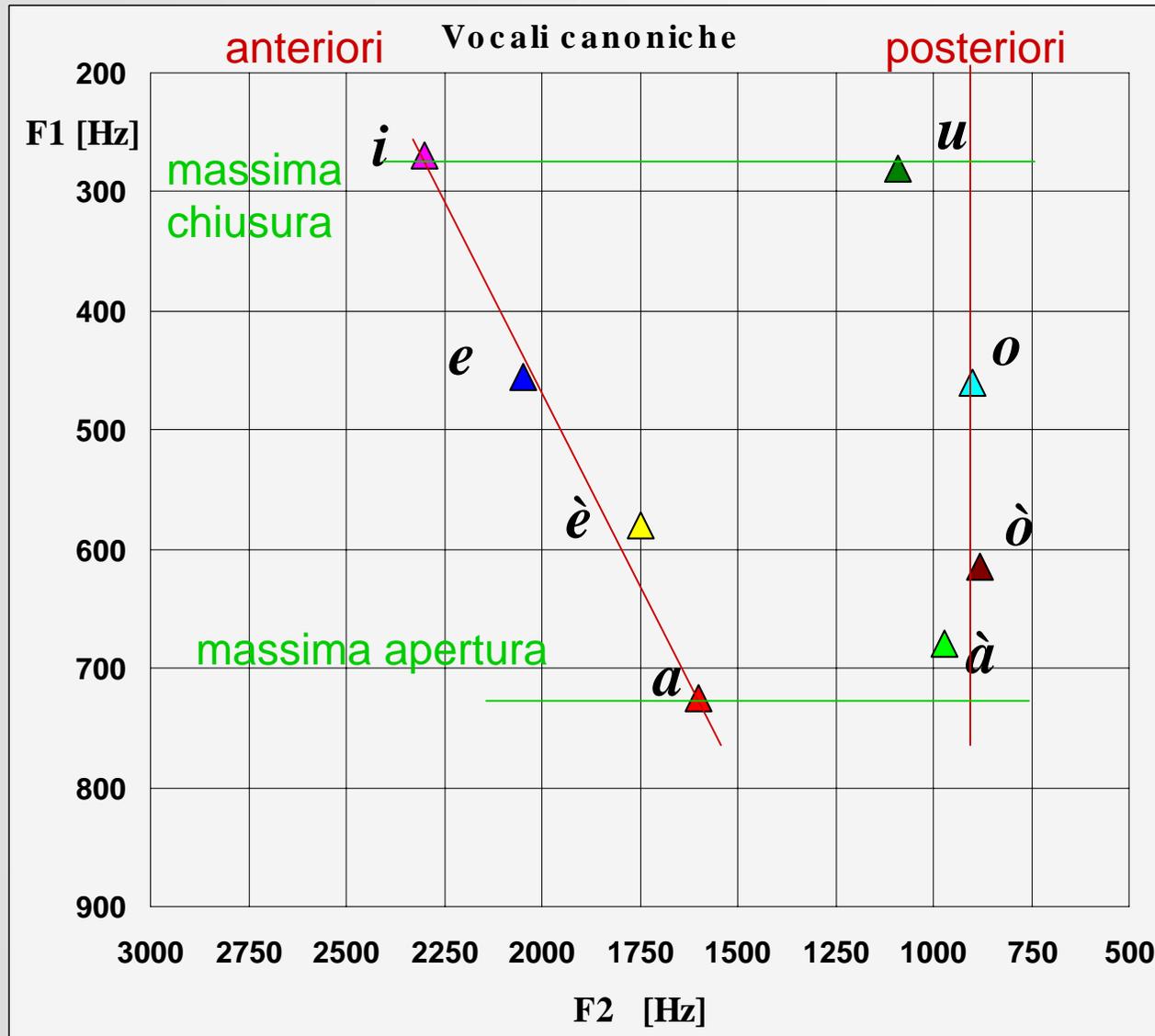


Estrazione delle formanti del dittongo /ie/ di "mie"



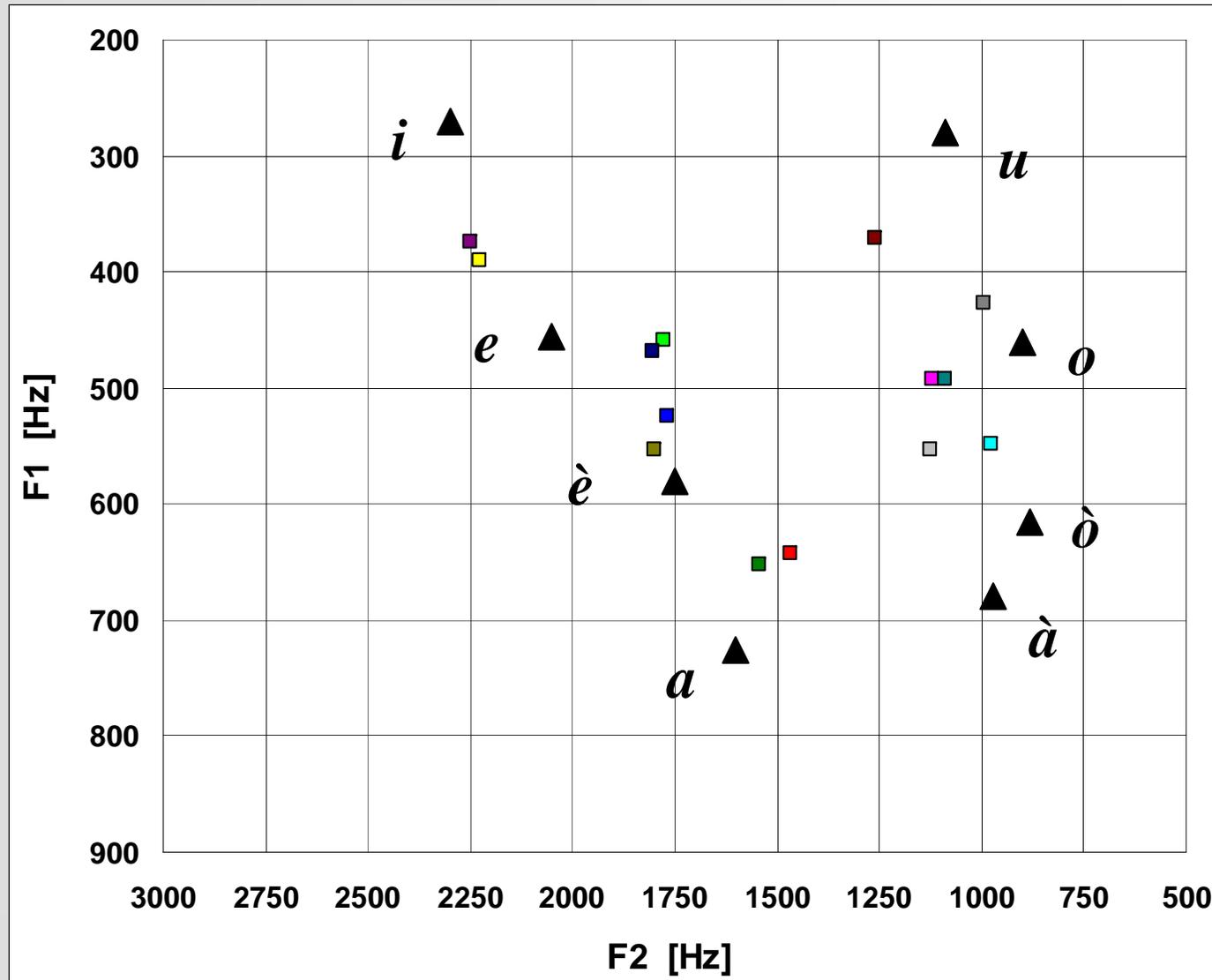


Posizioni nel piano F1 e F2 delle vocali canoniche (alfabeto fonetico internazionale)





Posizioni delle formanti F1 e F2 delle vocali di soggetti italiani rispetto alle vocali canoniche dell'alfabeto fonetico internazionale



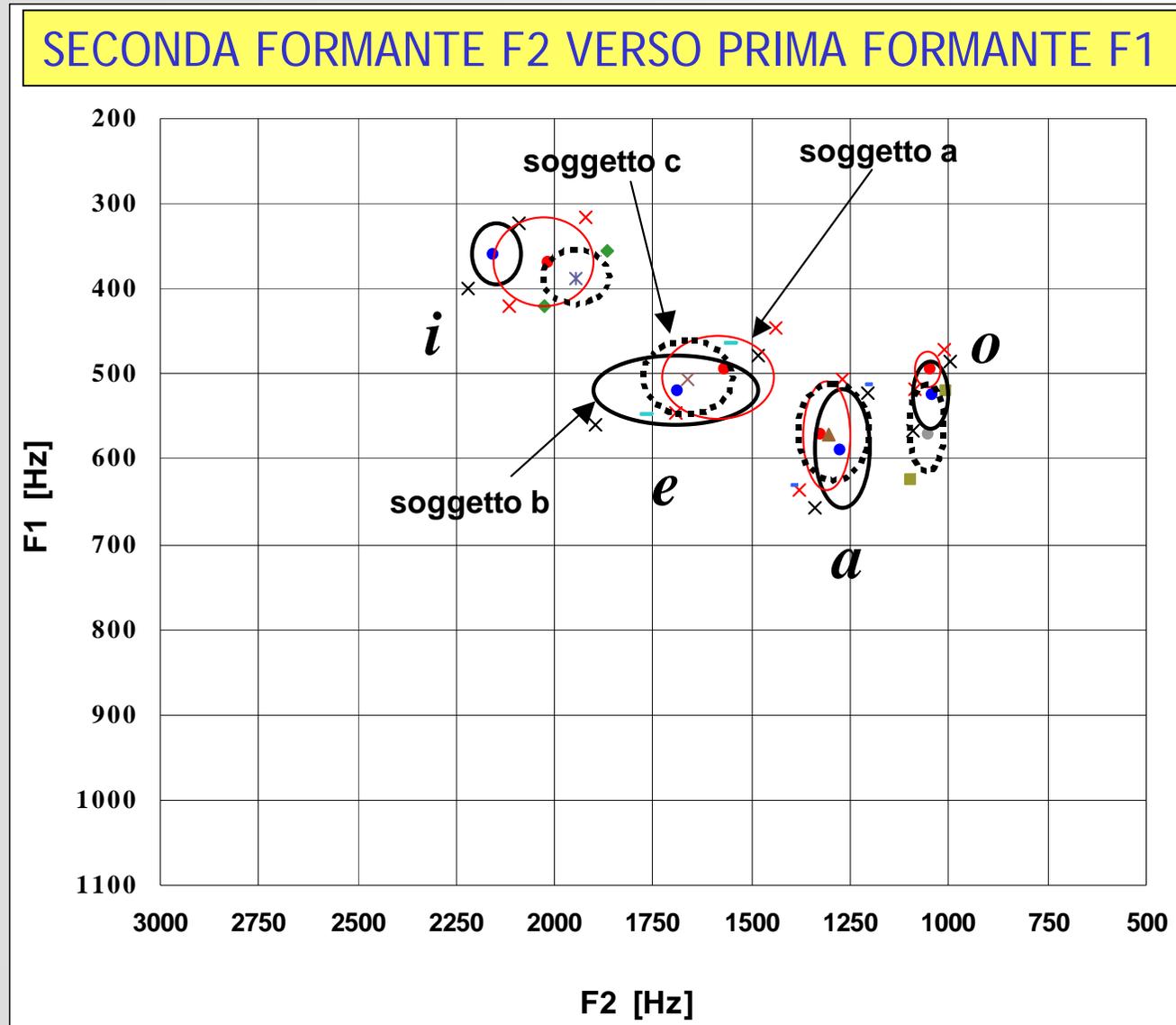


Estrazione delle formanti del dittongo /ie/ di "mie"

| File | Modifica | Formato | Visualizza | ? | | | | | | | | | | | |
|------|----------|---------|------------|-----|----|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| # | PK | F0 | LEN | F1 | B1 | F2 | B2 | F3 | B3 | F4 | B4 | F5 | B5 | F6 | B6 |
| 1 | 13320 | 135 | 74 | 301 | 39 | 2241 | 296 | 2622 | 91 | 3225 | 77 | 3549 | 30 | 0 | 0 |
| 2 | 12128 | 142 | 70 | 309 | 42 | 679 | 714 | 2281 | 4 | 3011 | 24 | 3267 | 206 | 3633 | 44 |
| 3 | 12172 | 142 | 70 | 331 | 33 | 2298 | 11 | 3055 | 46 | 3261 | 239 | 3636 | 109 | 0 | 0 |
| 4 | 12913 | 142 | 70 | 334 | 27 | 2298 | 27 | 3061 | 13 | 3243 | 204 | 3682 | 95 | 0 | 0 |
| 5 | 14666 | 142 | 70 | 354 | 32 | 2291 | 4 | 2950 | 137 | 3320 | 156 | 3569 | 135 | 0 | 0 |
| 6 | 15236 | 144 | 69 | 350 | 27 | 2251 | 8 | 2831 | 225 | 3254 | 20 | 3591 | 270 | 0 | 0 |
| 7 | 15401 | 142 | 70 | 363 | 34 | 2179 | 58 | 2736 | 99 | 3313 | 28 | 3508 | 266 | 0 | 0 |
| 8 | 17023 | 149 | 67 | 374 | 25 | 2093 | 54 | 2626 | 105 | 3221 | 36 | 3533 | 245 | 0 | 0 |
| 9 | 17138 | 142 | 70 | 397 | 40 | 2037 | 45 | 2697 | 55 | 3328 | 85 | 3467 | 188 | 0 | 0 |
| 10 | 18044 | 142 | 70 | 417 | 25 | 1980 | 8 | 2666 | 28 | 3365 | 29 | 3445 | 266 | 0 | 0 |
| 11 | 19114 | 142 | 70 | 433 | 17 | 1972 | 12 | 2619 | 46 | 3290 | 2 | 3471 | 240 | 0 | 0 |
| 12 | 18094 | 147 | 68 | 426 | 1 | 1952 | 6 | 2636 | 88 | 2947 | 87 | 3513 | 134 | 0 | 0 |
| 13 | 17463 | 140 | 71 | 427 | 12 | 1950 | 15 | 2620 | 37 | 3121 | 93 | 3477 | 137 | 0 | 0 |
| 14 | 15155 | 138 | 72 | 428 | 16 | 1930 | 38 | 2660 | 121 | 2813 | 85 | 3471 | 142 | 0 | 0 |
| 15 | 14640 | 136 | 73 | 434 | 41 | 1904 | 58 | 2505 | 118 | 3012 | 66 | 3445 | 139 | 0 | 0 |
| 16 | 14005 | 135 | 74 | 443 | 47 | 1874 | 88 | 2433 | 14 | 3067 | 187 | 3463 | 197 | 0 | 0 |
| 17 | 12823 | 133 | 75 | 475 | 73 | 1763 | 98 | 2470 | 131 | 3012 | 134 | 3380 | 169 | 0 | 0 |
| 18 | 14026 | 131 | 76 | 492 | 38 | 1697 | 60 | 2446 | 50 | 2985 | 365 | 3390 | 181 | 0 | 0 |
| 19 | 15197 | 131 | 76 | 521 | 4 | 1692 | 53 | 2414 | 64 | 2862 | 25 | 3361 | 183 | 0 | 0 |
| 20 | 16421 | 135 | 74 | 524 | 6 | 758 | 826 | 1631 | 47 | 2296 | 108 | 3282 | 136 | 4045 | 291 |
| 21 | 16666 | 126 | 79 | 538 | 8 | 1003 | 193 | 1607 | 53 | 2280 | 101 | 3305 | 97 | 4020 | 142 |
| 22 | 15284 | 126 | 79 | 510 | 8 | 1538 | 85 | 2293 | 85 | 3257 | 126 | 4040 | 210 | 0 | 0 |
| 23 | 14071 | 125 | 80 | 504 | 19 | 966 | 1049 | 1460 | 125 | 2244 | 124 | 3283 | 146 | 4584 | 476 |
| 24 | 13921 | 125 | 80 | 498 | 3 | 1465 | 69 | 2243 | 100 | 3265 | 106 | 3963 | 199 | 0 | 0 |
| 25 | 14435 | 123 | 81 | 509 | 81 | 890 | 206 | 1505 | 137 | 2256 | 119 | 3257 | 113 | 3990 | 222 |
| 26 | 15171 | 123 | 81 | 511 | 38 | 941 | 173 | 1527 | 116 | 2240 | 89 | 3265 | 102 | 4056 | 148 |
| 27 | 14644 | 125 | 80 | 520 | 9 | 925 | 284 | 1492 | 83 | 2223 | 84 | 3238 | 77 | 3734 | 239 |

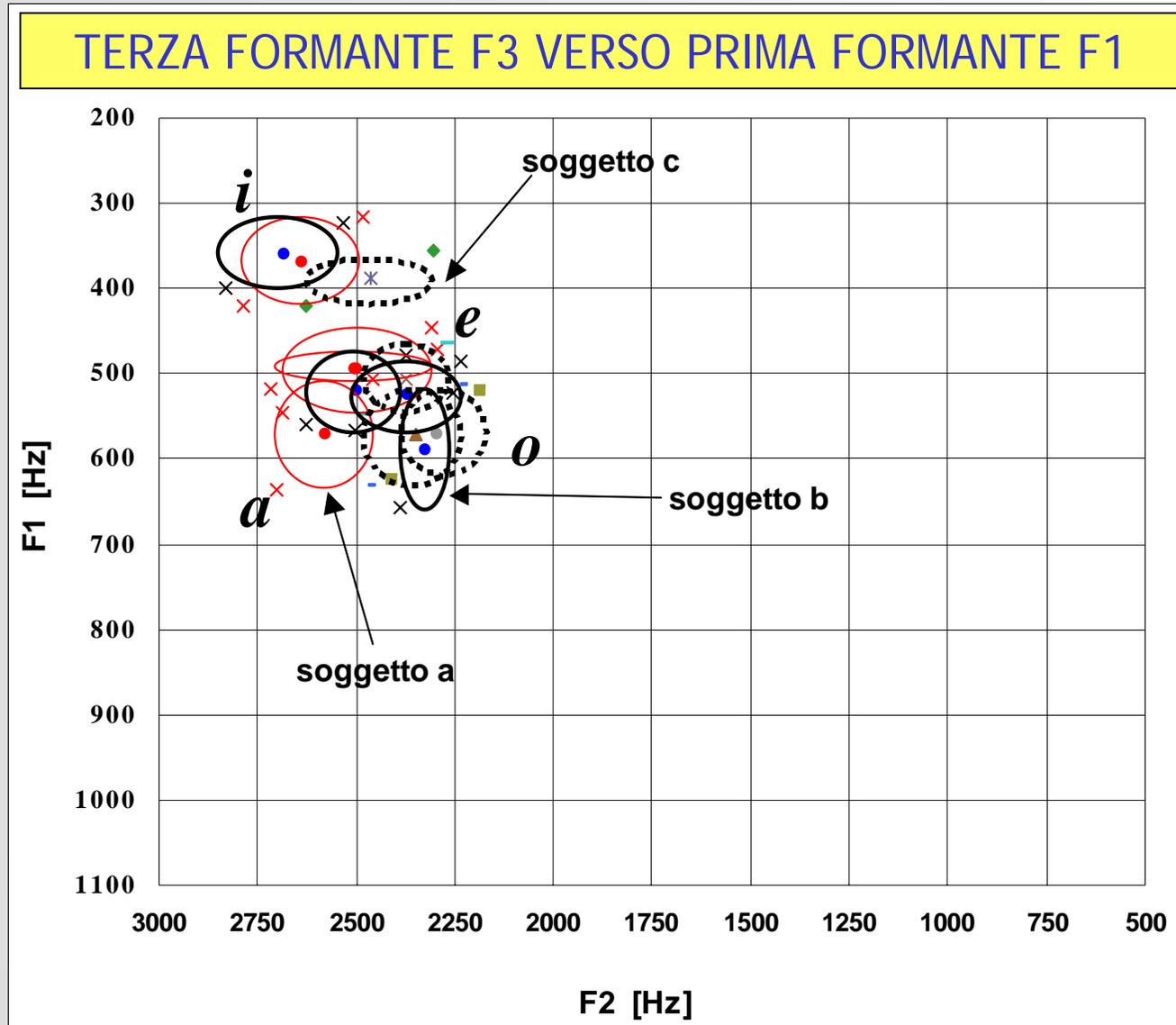


Determinazione delle aree di esistenza delle formanti





Determinazione delle aree di esistenza delle formanti





ANALISI STATISTICA

Test su vettori media con matrice di covarianza non nota

Sintesi dei Test

SOGGETTI Uomo 1
Uomo 2

Vocale A

Criterio di decisione

$$\begin{array}{rcc} T^2 \text{ di Hotelling} & 8.5 & \\ T^2_{cr} & 11.0 & \end{array} \quad T^2 < T^2_{cr}$$

Riconoscimento

POSITIVO

Vocale E

Criterio di decisione

$$\begin{array}{rcc} T^2 \text{ di Hotelling} & 6.5 & \\ T^2_{cr} & 11.6 & \end{array} \quad T^2 < T^2_{cr}$$

Riconoscimento

POSITIVO

Vocale I

Criterio di decisione

$$\begin{array}{rcc} T^2 \text{ di Hotelling} & 11.9 & \\ T^2_{cr} & 12.4 & \end{array} \quad T^2 < T^2_{cr}$$

Riconoscimento

POSITIVO

Vocale O

Criterio di decisione

$$\begin{array}{rcc} T^2 \text{ di Hotelling} & 6.4 & \\ T^2_{cr} & 10.9 & \end{array} \quad T^2 < T^2_{cr}$$

Riconoscimento

POSITIVO

Fondamentale

Criterio di decisione

$$\begin{array}{rcc} T^2 \text{ di Hotelling} & 2.0 & \\ T^2_{cr} & 2.1 & \end{array} \quad t^2 < t^2_{cr}$$

Riconoscimento

POSITIVO

ANALISI STATISTICA

Test su vettori media con matrice di covarianza non nota

Sintesi dei Test

SOGGETTI Uomo 3
Uomo 4

Vocale A

Criterio di decisione

$$\begin{array}{rcc} T^2 \text{ di Hotelling} & 17.6 & \\ T^2_{cr} & 10.0 & \end{array} \quad T^2 > T^2_{cr}$$

Riconoscimento

NEGATIVO

Vocale E

Criterio di decisione

$$\begin{array}{rcc} T^2 \text{ di Hotelling} & 42.5 & \\ T^2_{cr} & 9.7 & \end{array} \quad T^2 > T^2_{cr}$$

Riconoscimento

NEGATIVO

Vocale I

Criterio di decisione

$$\begin{array}{rcc} T^2 \text{ di Hotelling} & 13.1 & \\ T^2_{cr} & 9.9 & \end{array} \quad T^2 > T^2_{cr}$$

Riconoscimento

NEGATIVO

Vocale O

Criterio di decisione

$$\begin{array}{rcc} T^2 \text{ di Hotelling} & 80.2 & \\ T^2_{cr} & 9.6 & \end{array} \quad T^2 > T^2_{cr}$$

Riconoscimento

NEGATIVO

Fondamentale

Criterio di decisione

$$\begin{array}{rcc} T^2 \text{ di Hotelling} & 7.7 & \\ T^2_{cr} & 2.0 & \end{array} \quad t^2 > t^2_{cr}$$

Riconoscimento

NEGATIVO