

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

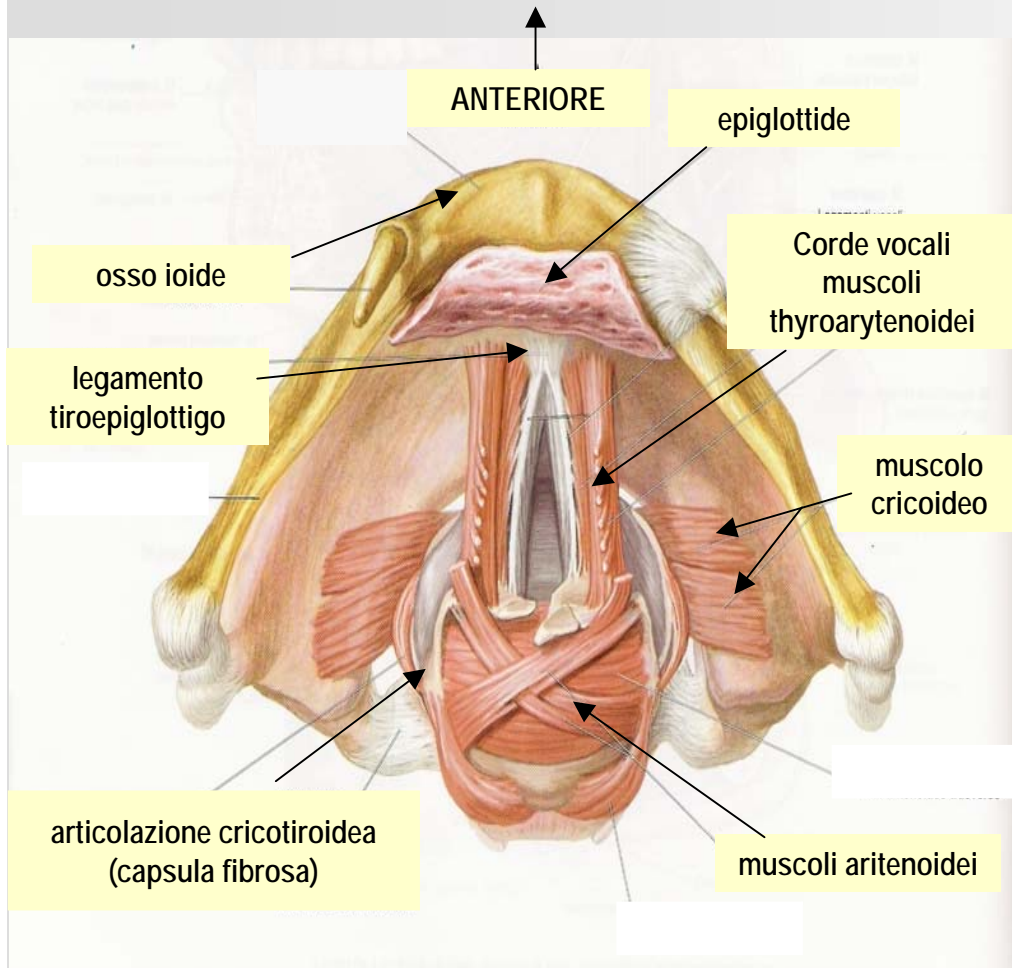


CITTA' DI TORINO

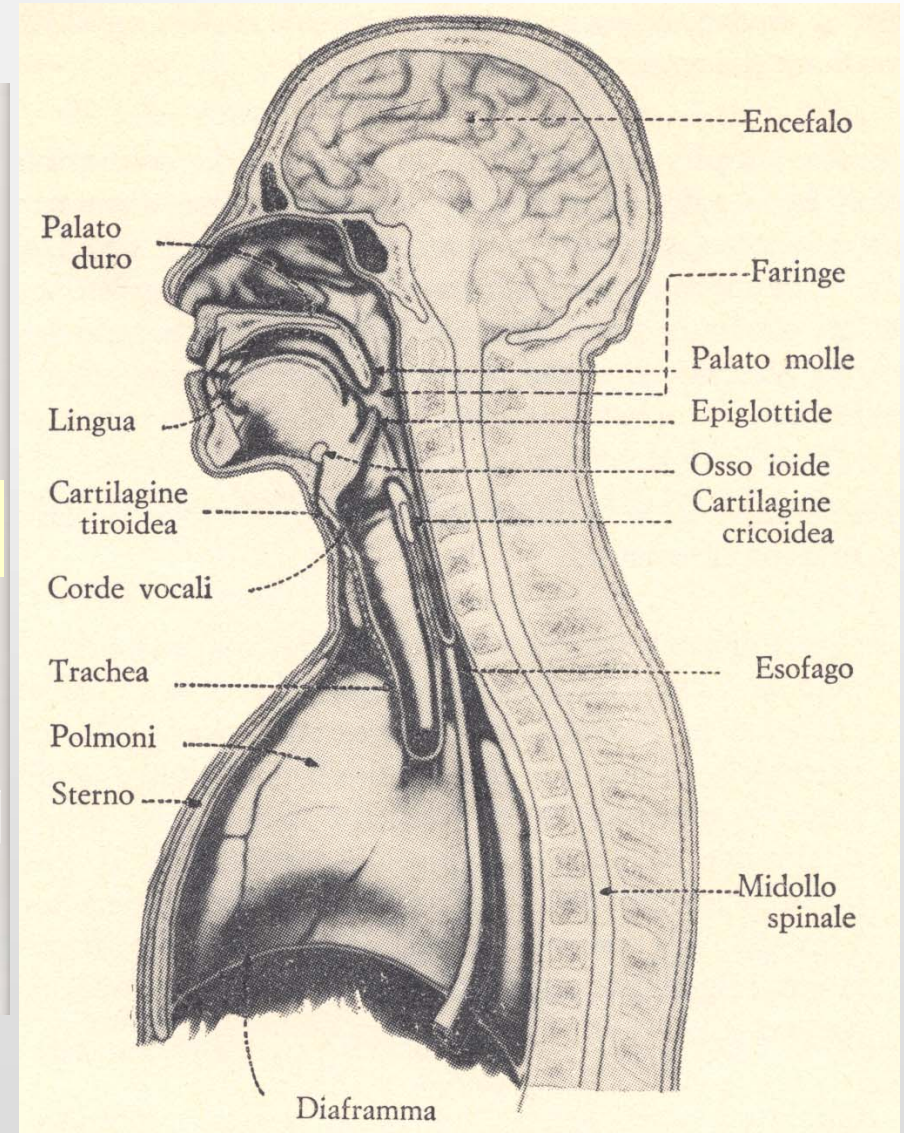




ANATOMIA DELL'APPARATO FONATORIO

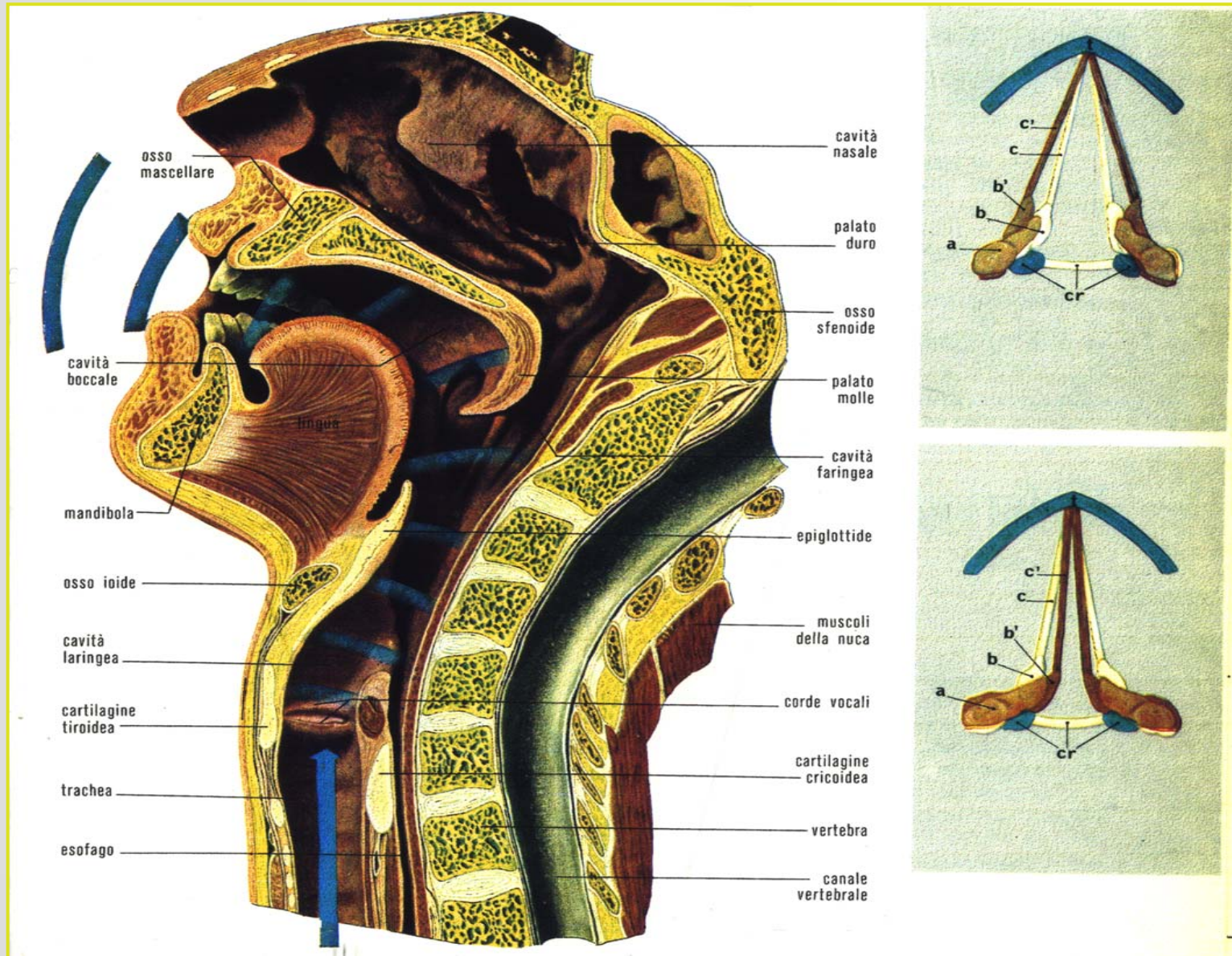


VEDUTA SUPERIORE





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

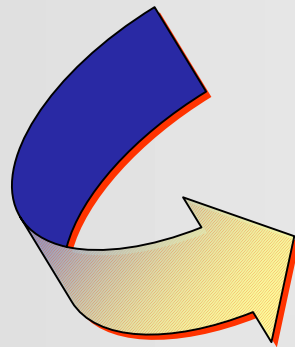




LA FREQUENZA FONDAMENTALE DELLA VOCE

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.

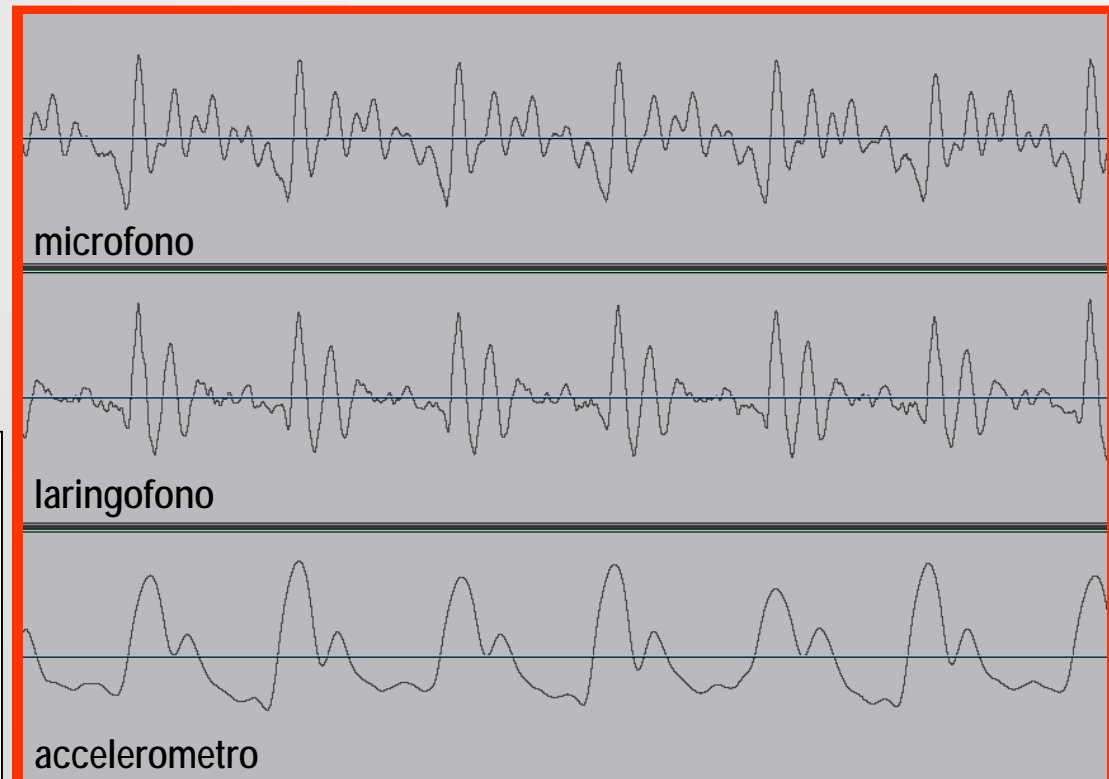


Confronto tra:

segnale microfónico

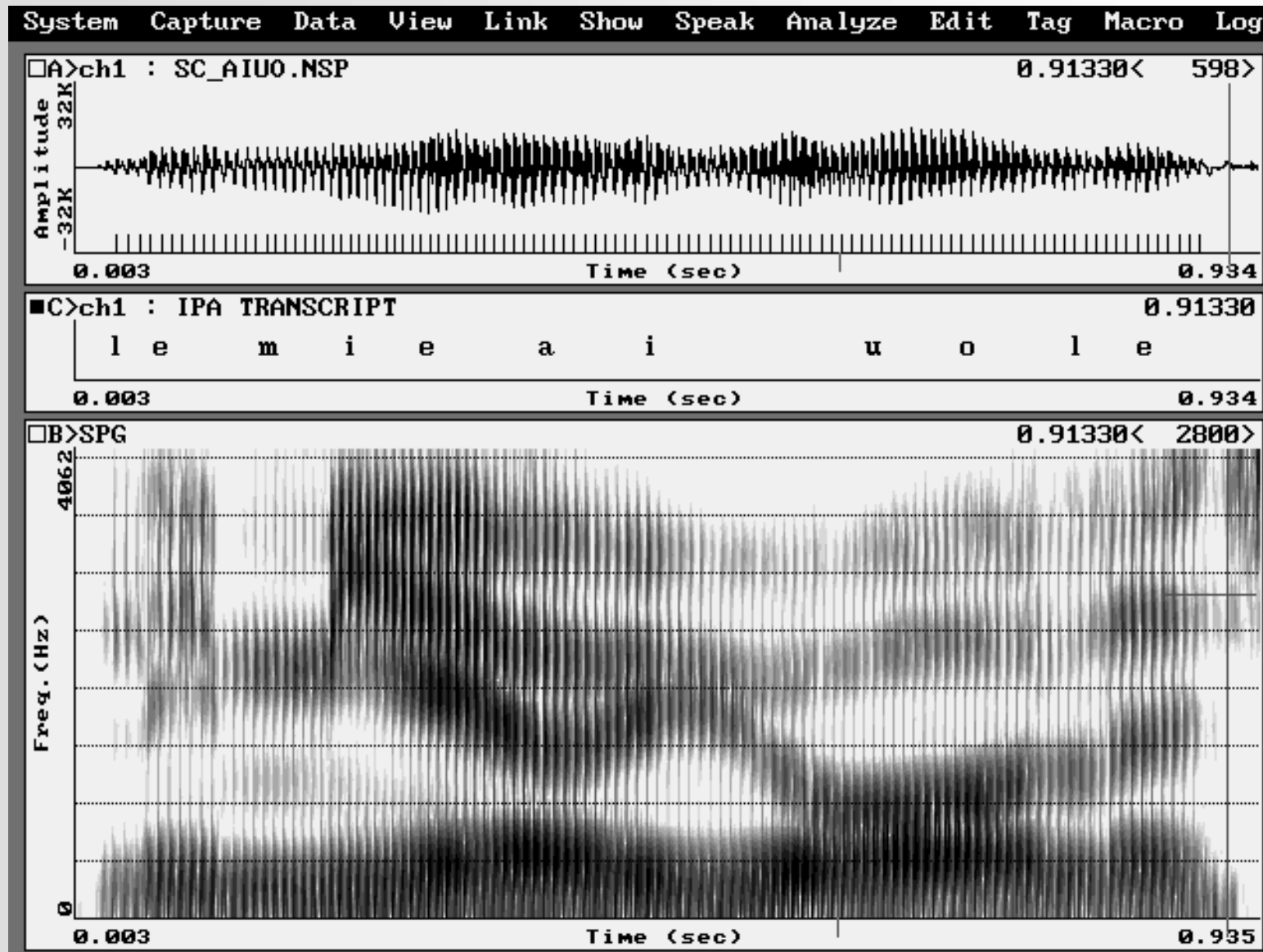
segnale del laringofono

segnale dell'accelerometro



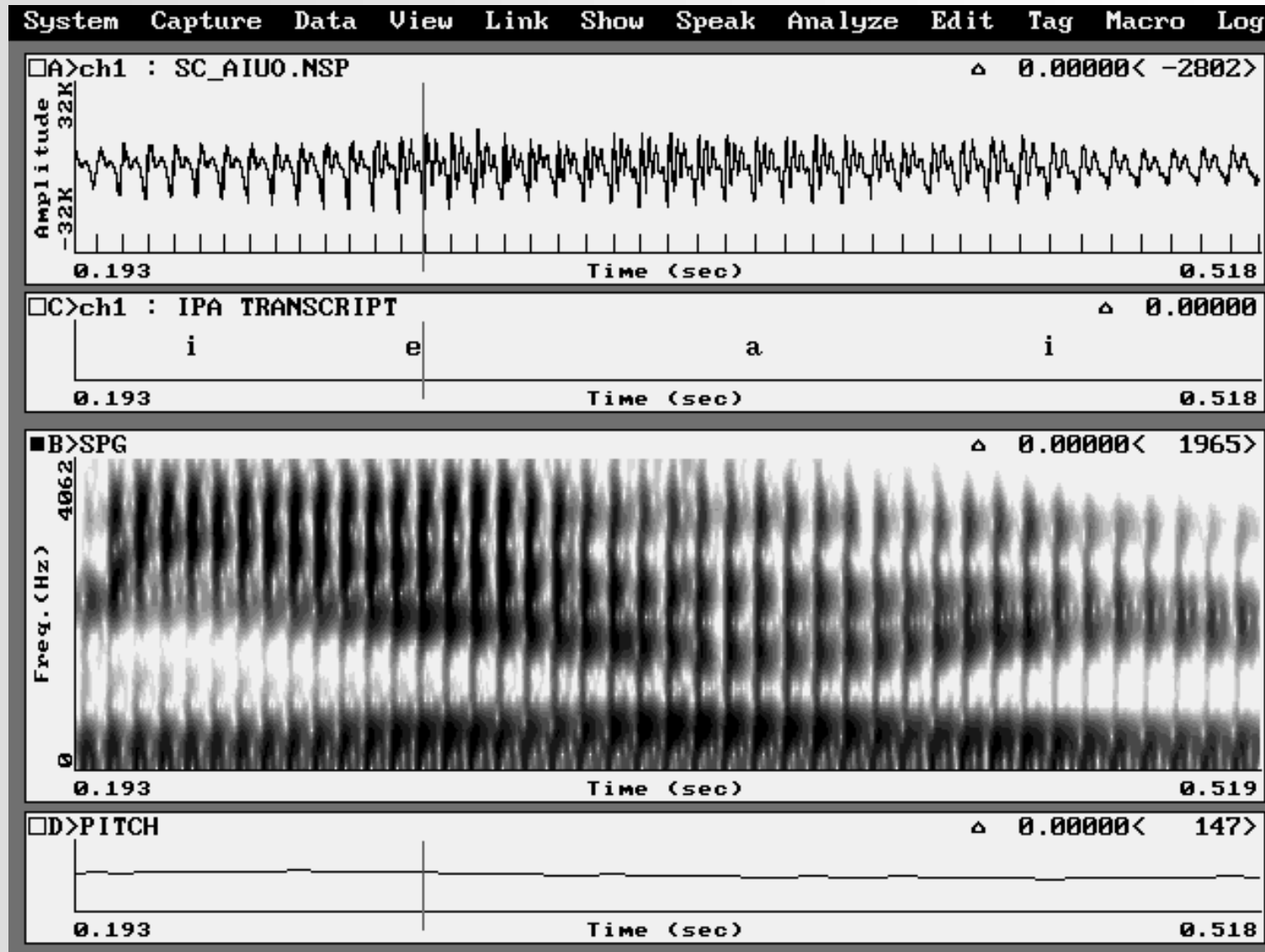


Voce maschile : sonagramma del segnale registrato



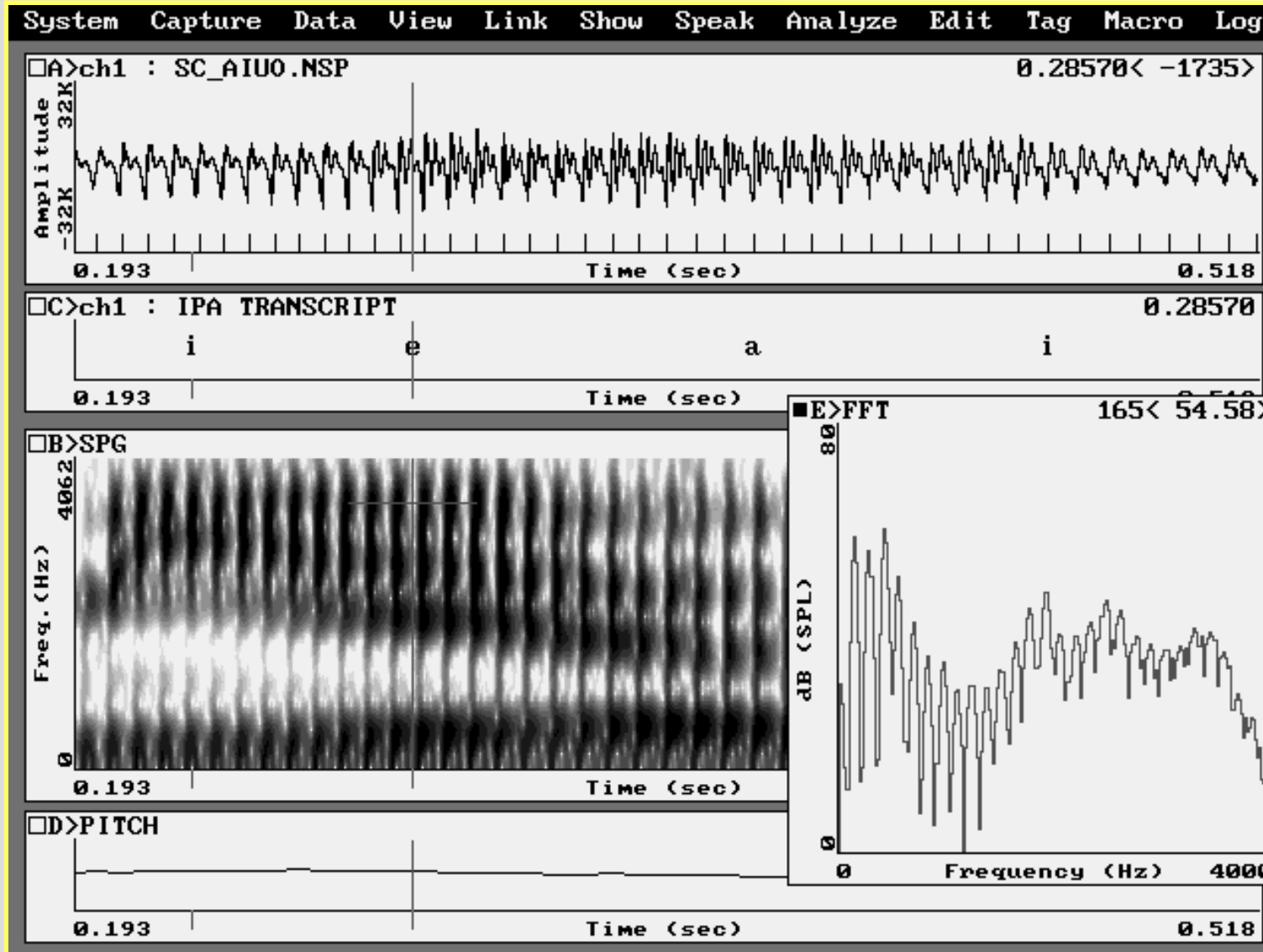


Voce maschile : frequenza fondamentale





Voce maschile : FFT per analisi dello spettro



Vocale /i/

F0= 147 Hz

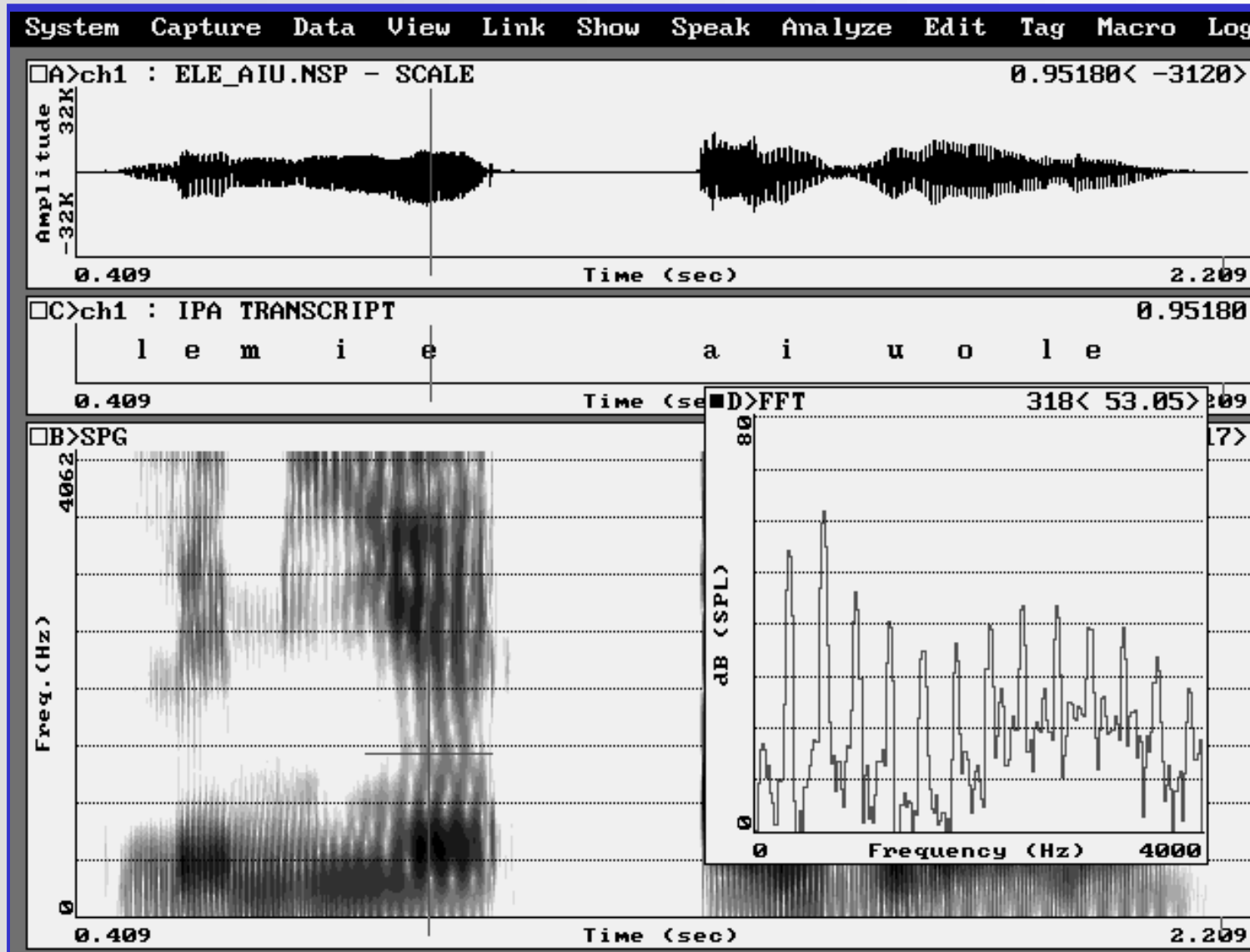
Vocale /e/

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

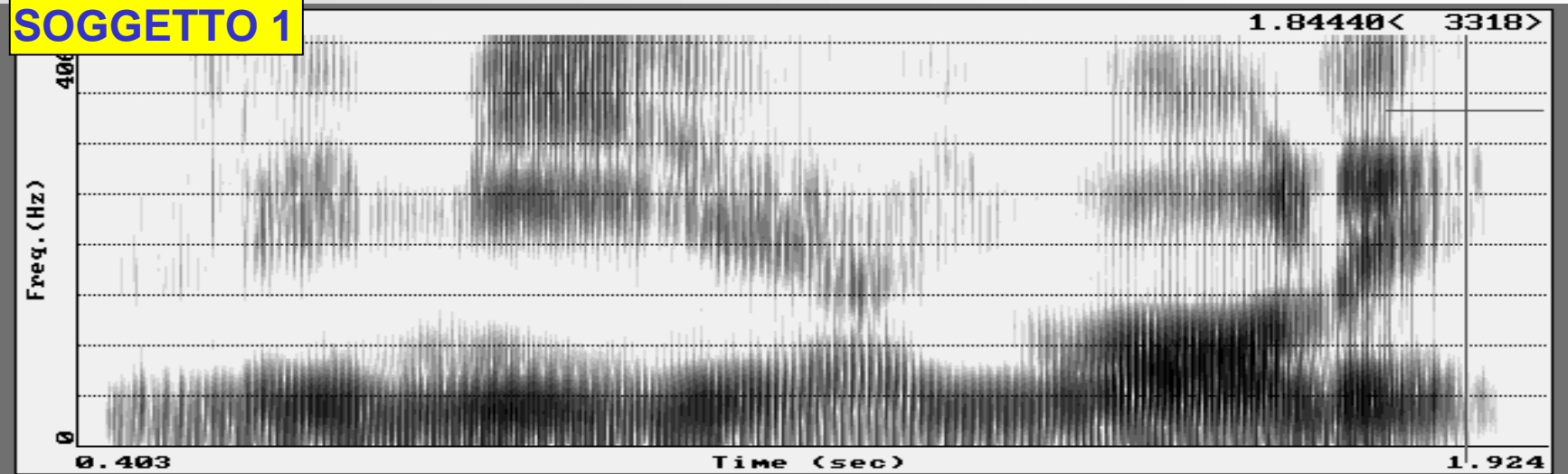
La frequenza
fondamentale
dipende dal
genere del
soggetto



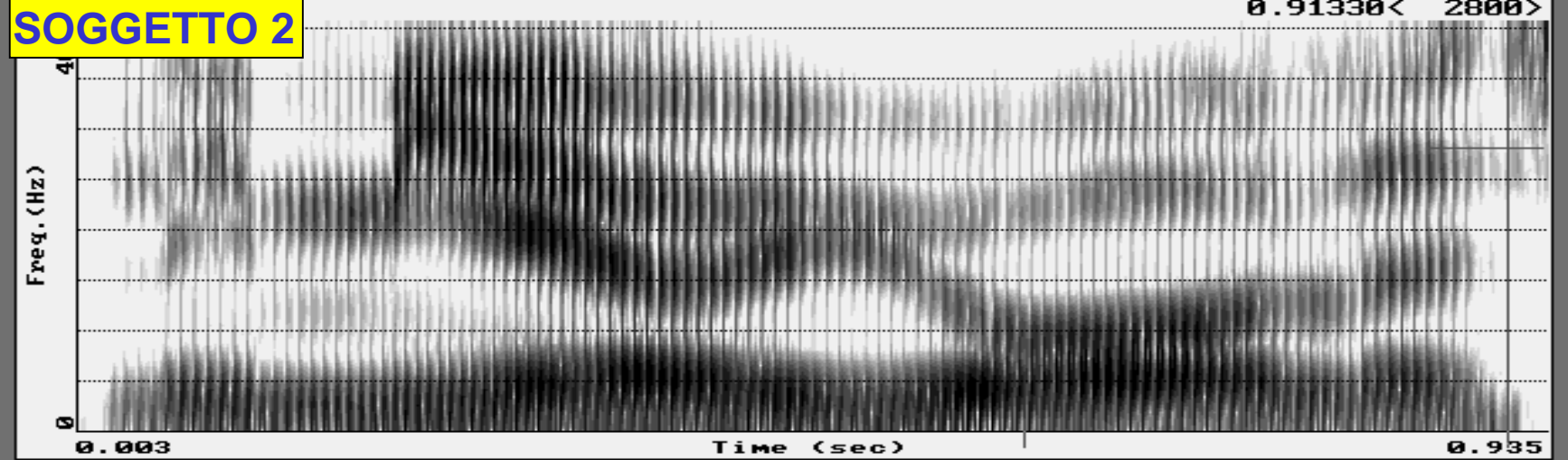
SONAGRAMMI DI SOGGETTI DIVERSI

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

SOGGETTO 1



SOGGETTO 2

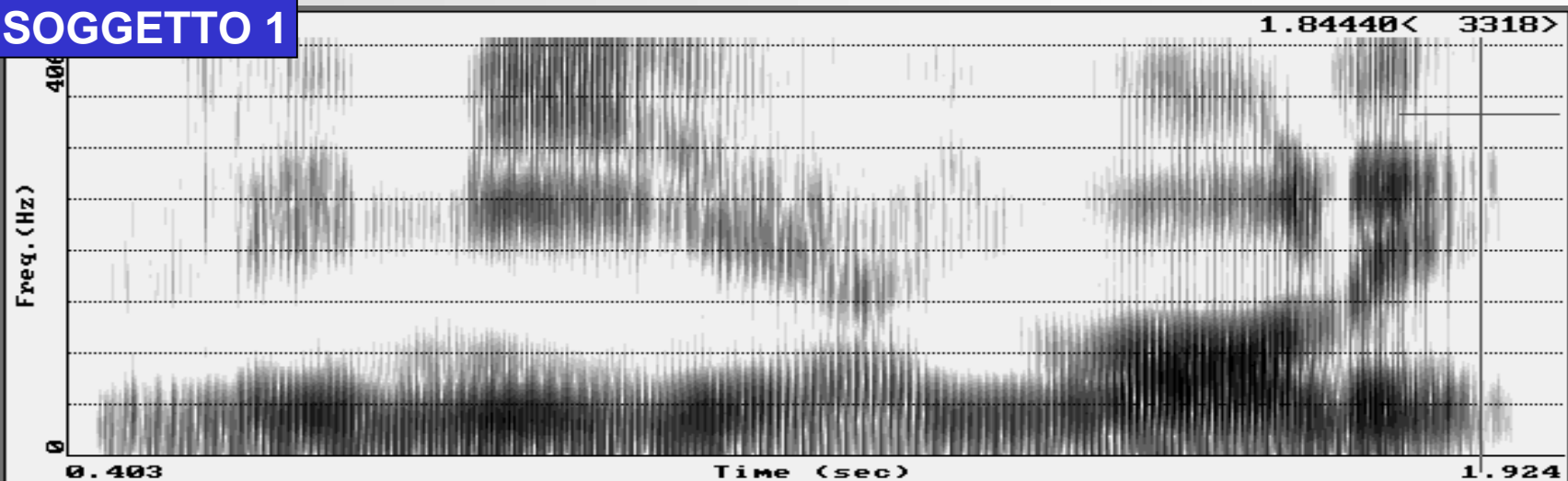




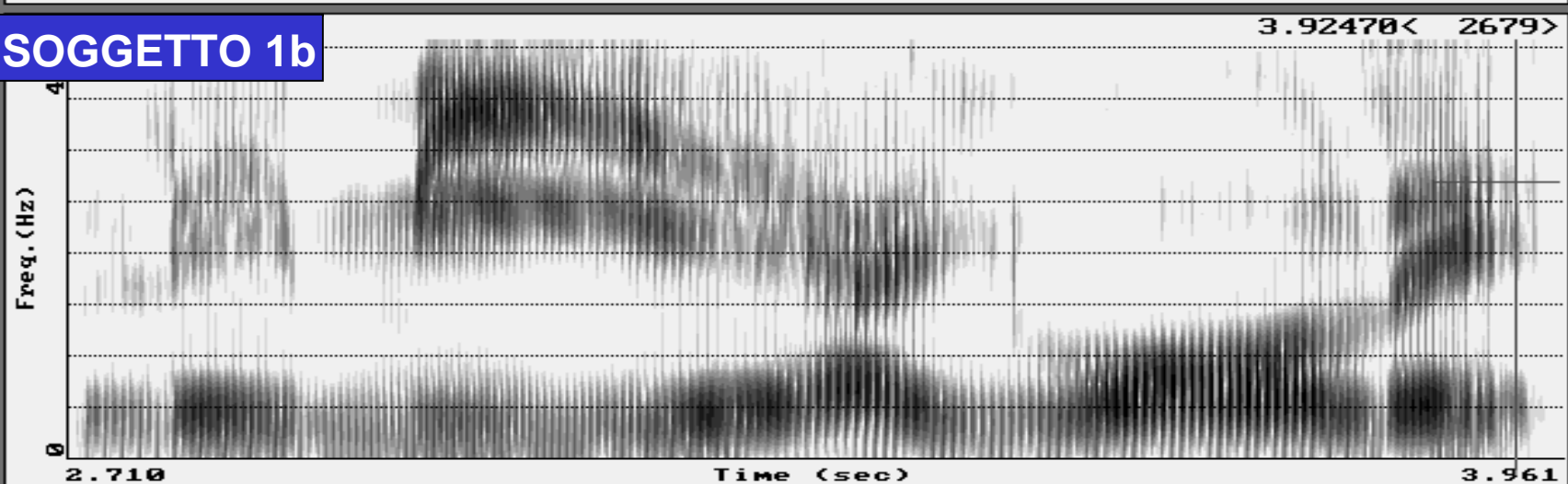
SONAGRAMMI DELLO STESSO SOGGETTO

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

SOGGETTO 1

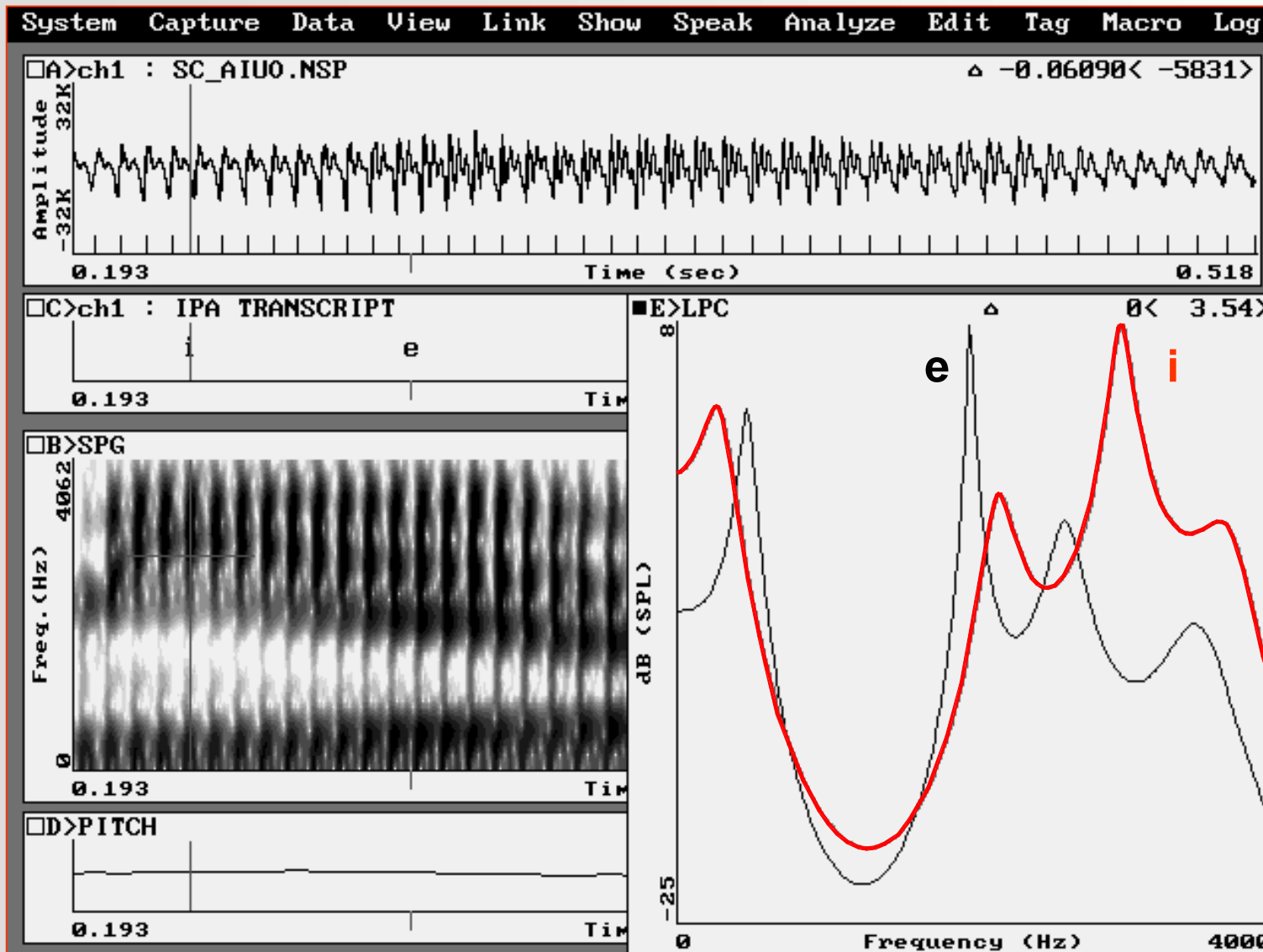


SOGGETTO 1b





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

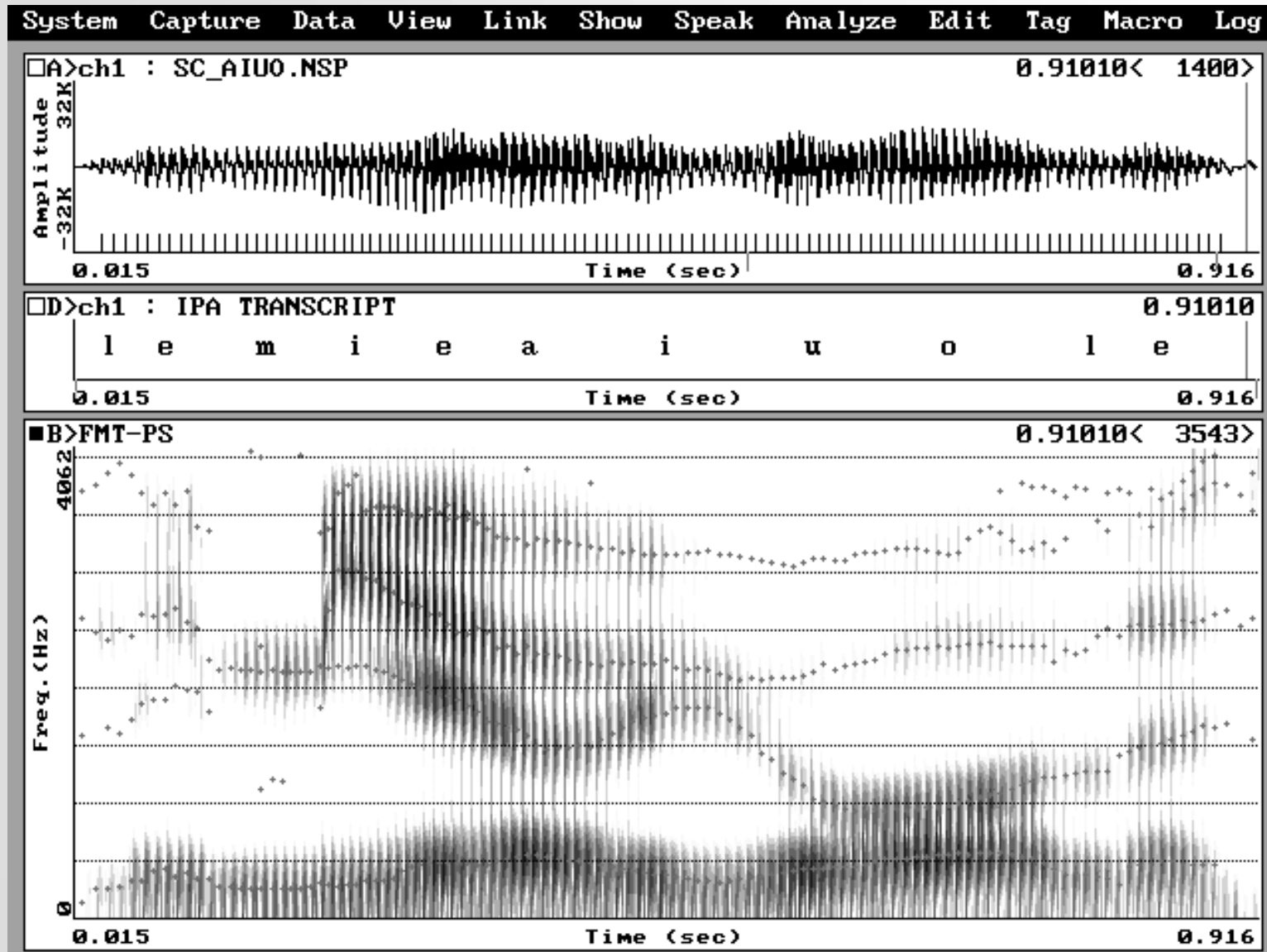
F1 = 469 Hz

F2 = 1973 Hz

F3 = 2617 Hz

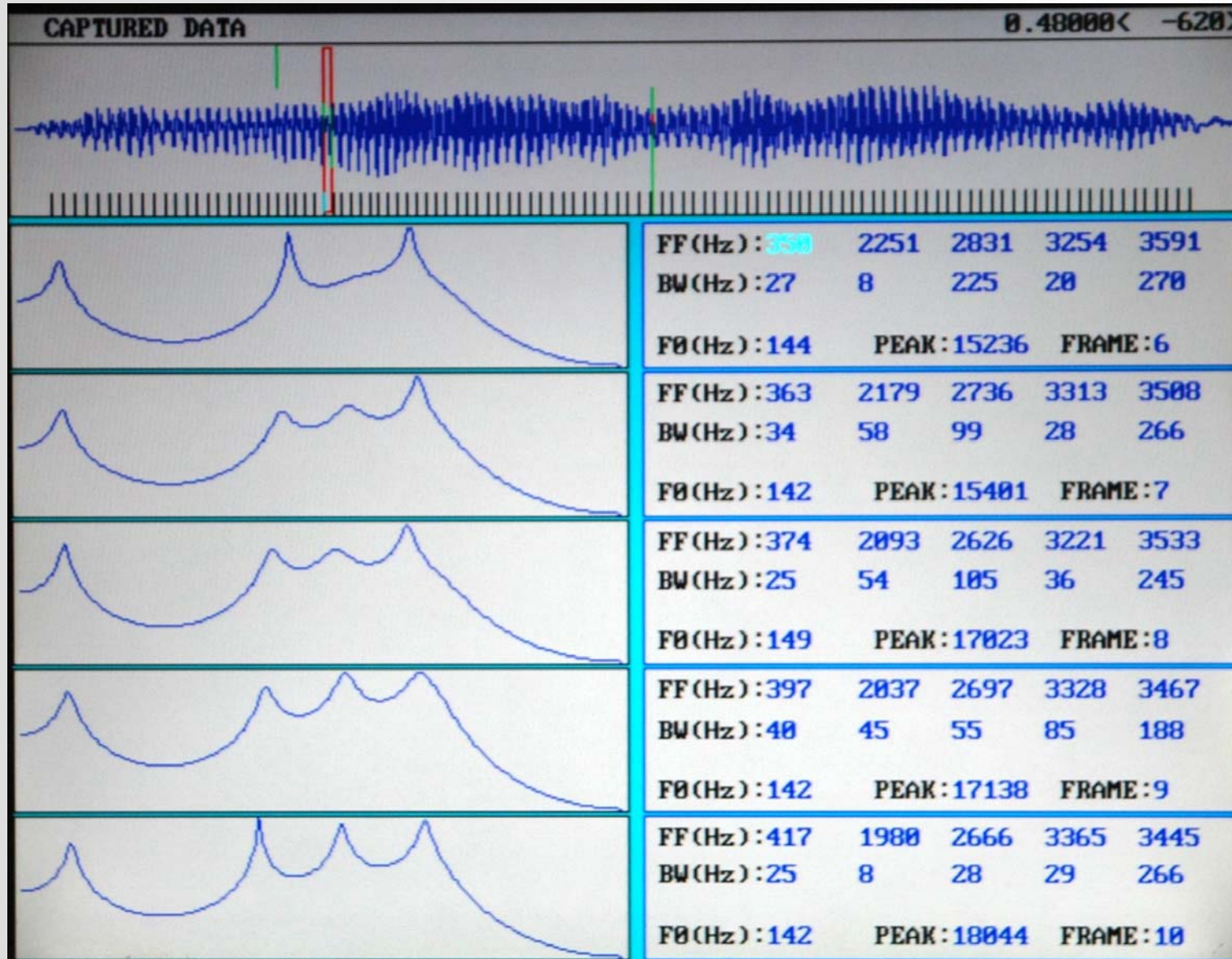


Estrazione delle formanti della voce



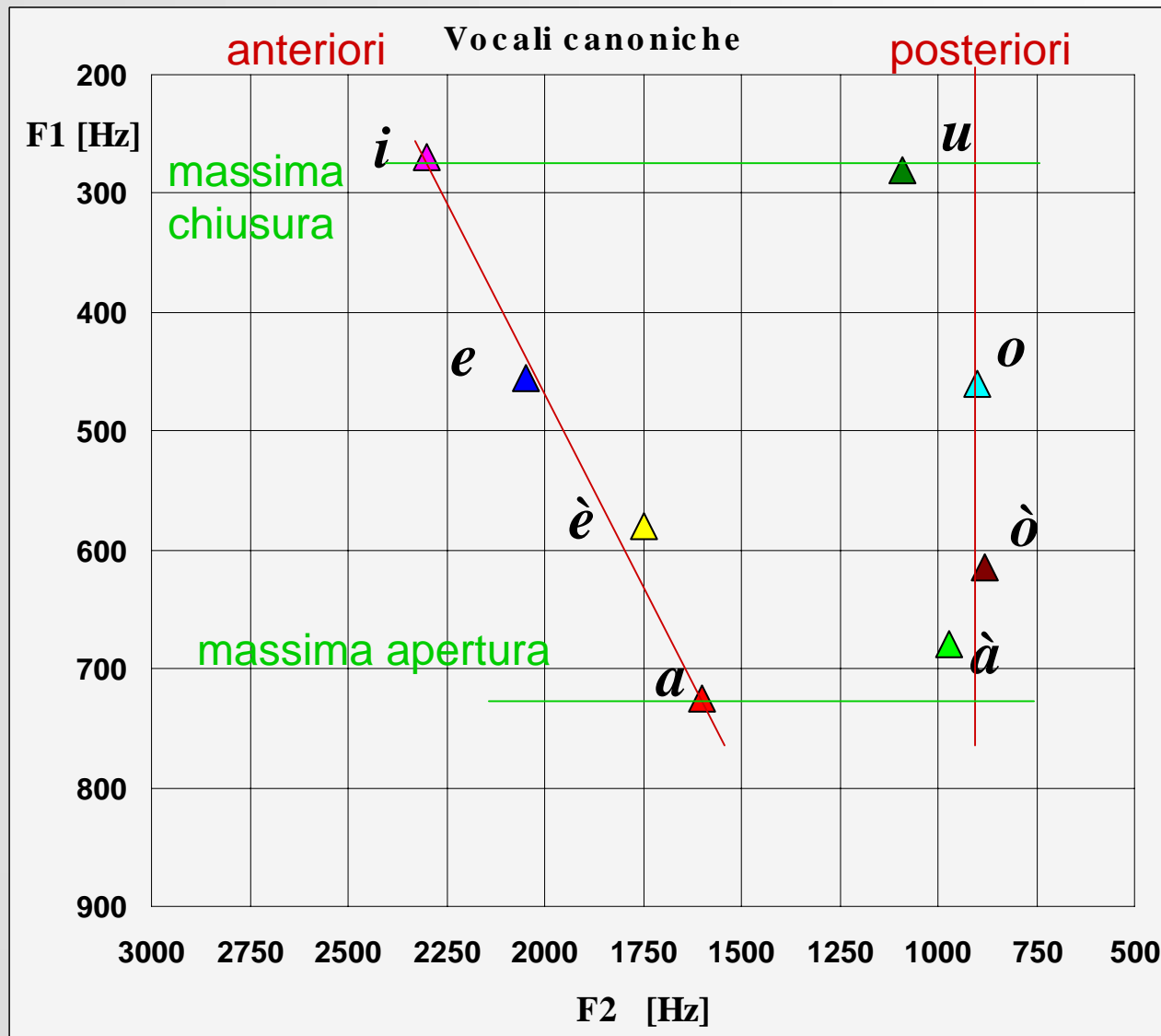


Estrazione delle formanti del dittongo /ie/ di "mie"



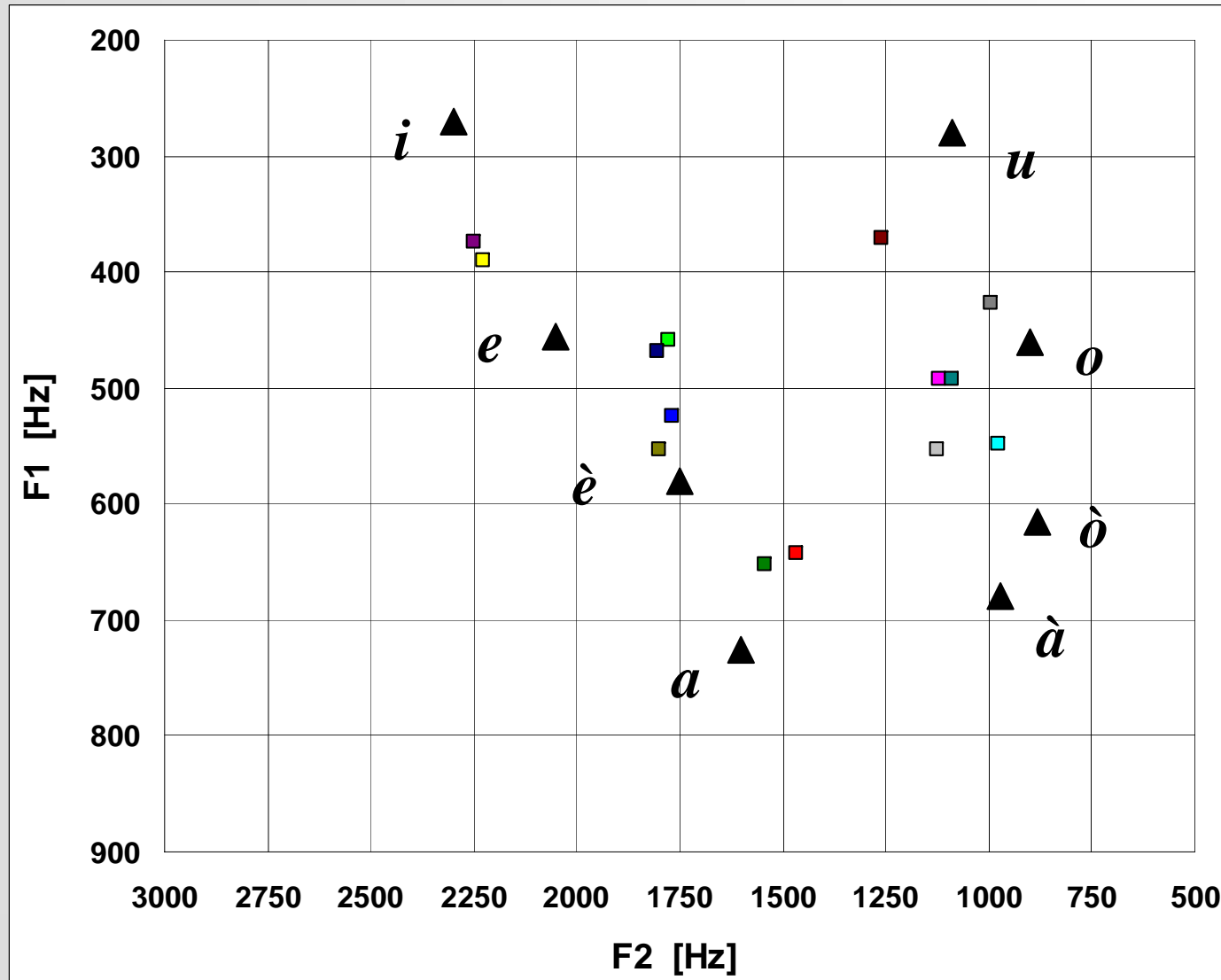


Posizioni nel piano F1 e F2 delle vocali canoniche (alfabeto fonetico internazionale)





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



ANALISI DELLE FORMANTI

Determinazione delle aree di esistenza delle formanti

VOCALE: a

Numero	Parola	F0 [Hz]	F1 [Hz]	F2 [Hz]	F3 [Hz]
1	da<armi	132	516	1237	2381
2	nella<	108	498	1310	2363
3	settimana<	106	646	1255	2381
4	da<l	134	516	1458	2584
5	sincera<mente	127	572	1163	2363
6	a<bbiamo	164	646	1255	2215
7	rima<nere	127	609	1384	2197
8	a<	110	572	1366	2326

<i>Media</i>	126.0	571.9	1303.5	2351.3
<i>Deviazione Standard</i>	19.0	58.6	95.0	119.1
<i>Numerosità</i>	8	8	8	8

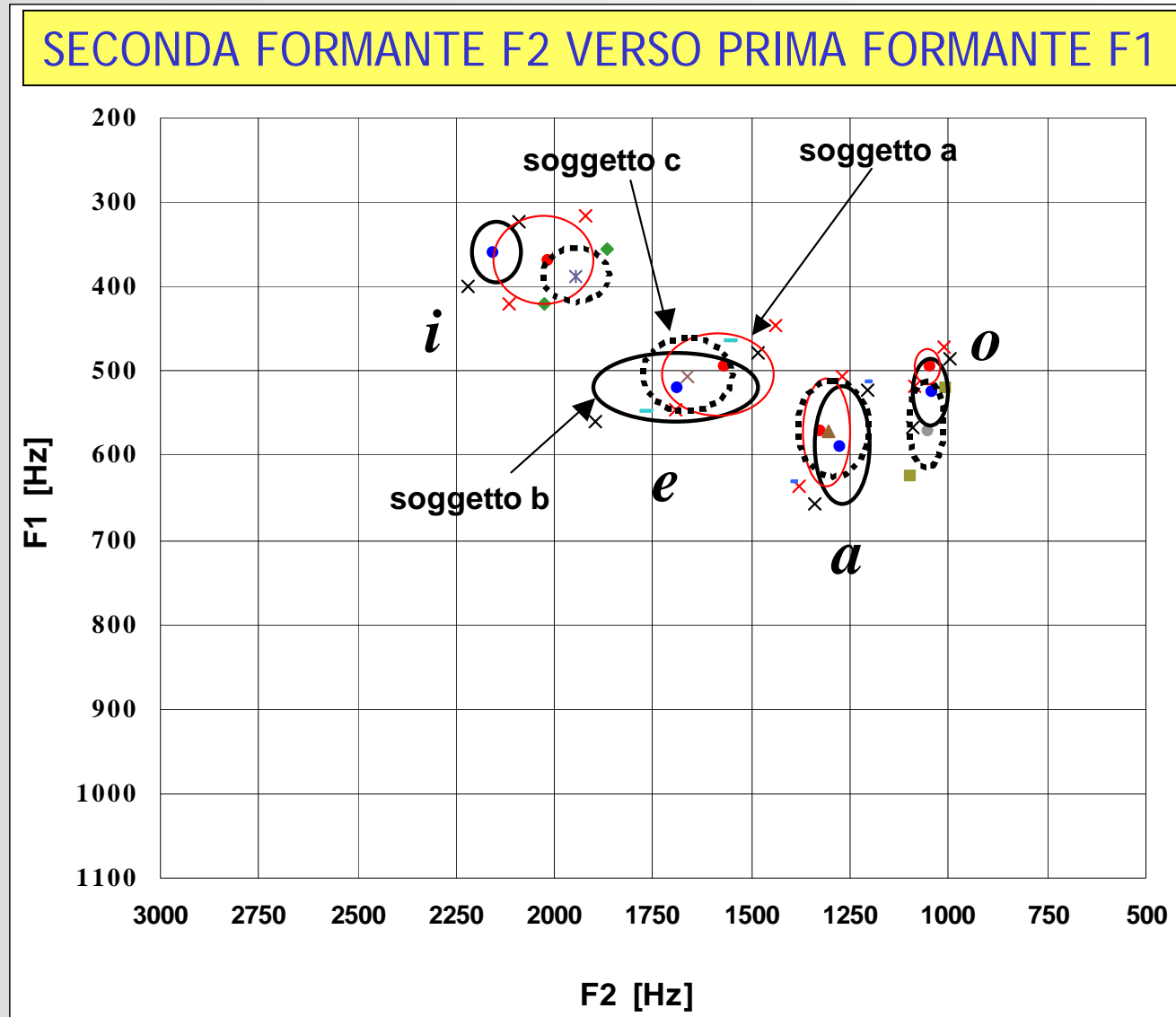
VOCALE: e

Numero	Parola	F0 [Hz]	F1 [Hz]	F2 [Hz]	F3 [Hz]
1	le<	127	461	1772	2437
2	se<stri	135	443	1809	2381
3	ne<lla	112	516	1514	2381
4	pe<r	137	498	1514	2658
5	fine<	127	535	1698	2344
6	me<se	124	535	1846	2363
7	nove<mbre	167	535	1661	2455
8	novembre<	130	516	1569	2363
9	sincera<mente	133	498	1550	2381
10	sincerame<nite	169	535	1735	2307
11	sinceramente<	130	516	1624	2307
12	de<ciso	137	406	1606	2400
13	rimane<re	130	572	1680	2215
14	rimanere<	123	498	1569	2215
15	se<stri	170	516	1772	2418

<i>Media</i>	136.7	505.3	1661.3	2375.0
<i>Deviazione Standard</i>	17.7	41.7	108.5	105.1
<i>Numerosità</i>	15	15	15	15

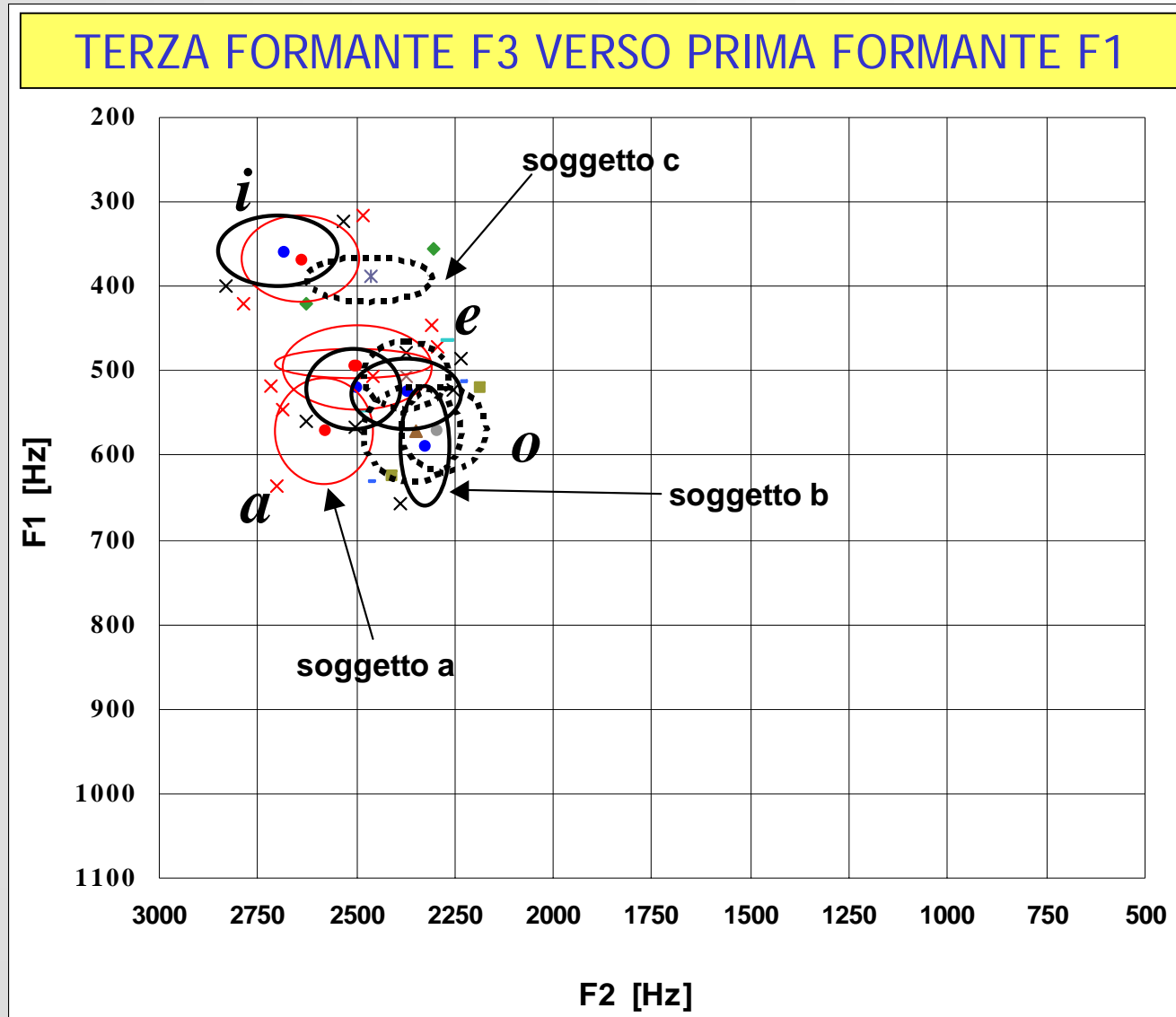


Determinazione delle aree di esistenza delle formanti





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

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

Riconoscimento

POSITIVO

Vocale E

Criterio di decisione

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

Riconoscimento

POSITIVO

Vocale I

Criterio di decisione

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

Riconoscimento

POSITIVO

Vocale O

Criterio di decisione

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

Riconoscimento

POSITIVO

Fondamentale

Criterio di decisione

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

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

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

Riconoscimento

NEGATIVO

Vocale E

Criterio di decisione

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

Riconoscimento

NEGATIVO

Vocale I

Criterio di decisione

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

Riconoscimento

NEGATIVO

Vocale O

Criterio di decisione

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

Riconoscimento

NEGATIVO

Fondamentale

Criterio di decisione

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

Riconoscimento

NEGATIVO