

**ESERCIZIO 1. Di seguito vengono riportati i risultati di un modello fattoriale di analisi della varianza con 3 fattori tra i soggetti.**

**Test degli effetti fra soggetti**

Variabile dipendente: PERF

Sorgente	Somma dei quadrati Tipo III	df	Media dei quadrati	F	Sig.	Eta quadrato parziale	Non centralità	Potenza osservata <sup>a</sup>
Modello corretto	59,930 <sup>b</sup>	17	3,525	7,381	,000	,127	125,470	1,000
Intercept	8146,834	1	8146,834	17056,311	,000	,952	17056,311	1,000
SEX_96	13,032	1	13,032	27,283	,000	,031	27,283	,999
CLAS_96	,294	2	,147	,307	,736	,001	,615	,099
SES	29,844	2	14,922	31,241	,000	,068	62,482	1,000
SEX_96 * CLAS_96	,513	2	,257	,537	,585	,001	1,074	,139
SEX_96 * SES	7,580	2	3,790	7,934	,000	,018	15,869	,955
CLAS_96 * SES	6,799	4	1,700	3,559	,007	,016	14,235	,871
SEX_96 * CLAS_96 * SES	1,255	4	,314	,657	,622	,003	2,627	,215
Errore	411,251	861	,478					
Totale	9797,826	879						
Totale corretto	471,181	878						

a. Calcolato usando alfa = ,05

b. R quadrato = ,127 (R quadrato corretto = ,110)

- 1.a. Quali effetti sono statisticamente significativi (per alfa almeno <.05) ?
- 1.b. Quanti sono i livelli delle 3 variabili indipendenti ?
- 1.c. Quale è la dimensione degli effetti significativi in termini di percentuale di varianza spiegata ?
- 1.d. Quale è l'effetto significativo più importante ?
- 1.e. Individuare la potenza della verifica degli effetti significativi
- 1.f. Valutare l'assunzione di omoschedasticità in base alla tabella successiva.

**Test di Levene di uguaglianza delle varianze dell'errore <sup>a</sup>**

Variabile dipendente: PERF

F	df1	df2	Sig.
,910	17	861	,562

Verifica l'ipotesi nulla per la quale la varianza dell'errore della variabile dipendente è uguale tra i gruppi.

- a. Disegno: Intercept+SEX\_96+CLAS\_96+SES+SEX\_96 \* CLAS\_96+SEX\_96 \* SES+CLAS\_96 \* SES+SEX\_96 \* CLAS\_96 \* SES

1.g. In base ai confronti post-hoc, quali sono le differenze tra le medie che risultano statisticamente significative e quali invece no ?

### PERF

HSD di Tukey<sup>a,b,c</sup>

SOCIO-ECONOMIC STATUST	N	Sottoinsieme		
		1	2	3
LOW	398	3,0928		
MEDIUM	330		3,2975	
HIGH	151			3,6037
Sig.		1,000	1,000	1,000

Sono visualizzate le medie per i gruppi di sottoinsiemi omogenei.

Basato sulla somma dei quadrati Tipo III

Il termine di errore è Media dei quadrati(Errore) = ,478.

- a. Utilizza dimensione campionaria media armonica = 246,601
- b. Le dimensioni dei gruppi non sono uguali. Verrà utilizzata la media armonica delle dimensioni. Non sono garantiti i livelli di errore di Tipo I.
- c. Alfa = ,05

1.h. Utilizzando le tabelle delle stime e dei test univariati interpretare i risultati dell'analisi degli effetti semplici relativa all'interazione SES \* SEX\_96

### Test univariati

Variabile dipendente: PERF

SOCIO-ECONOMIC STATUST		Somma dei quadrati	df	Media dei quadrati	F	Sig.
LOW	Contrasto	,326	1	,326	,682	,409
	Errore	411,251	861	,478		
MEDIUM	Contrasto	17,919	1	17,919	37,515	,000
	Errore	411,251	861	,478		
HIGH	Contrasto	2,791	1	2,791	5,843	,016
	Errore	411,251	861	,478		

F verifica l'effetto di SEX\_96. Questo test è basato sui confronti a coppie indipendenti e lineari tra le medie marginali stimate.

- a. Calcolato usando alfa = ,05

### Stime

Variabile dipendente: PERF

SOCIO-ECONOMIC STATUST	SEX_96	Media	Errore std.	Intervallo di confidenza 95%	
				Limite inferiore	Limite superiore
LOW	1,00	3,065	,048	2,971	3,159
	2,00	3,123	,051	3,023	3,223
MEDIUM	1,00	3,090	,051	2,990	3,189
	2,00	3,561	,058	3,447	3,674
HIGH	1,00	3,468	,081	3,308	3,628
	2,00	3,741	,078	3,587	3,895

**ESERCIZIO 2. Di seguito vengono riportati i risultati di un modello fattoriale di analisi della varianza con 2 fattori entro i soggetti.**

2.a. Valutare l'assunzione di sfericità in base alla tabella successiva.

**Test di sfericità di Mauchly**

Misura: MEASURE\_1

Effetto entro soggetti	W di Mauchly	Approssimazione chi-quadrato	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Limite inferiore
TRATTO	1,000	,000	0	,	1,000	1,000	1,000
METODO	,992	3,425	2	,180	,992	,997	,500
TRATTO * METODO	,796	98,328	2	,000	,831	,833	,500

Verifica l'ipotesi nulla per la quale la matrice di covarianza dell'errore della variabile dipendente trasformata ortonormalizzata è proporzionale a una matrice identità.

a. È possibile utilizzarlo per regolare i gradi di libertà per i test di significatività mediati. I test corretti vengono visualizzati nella tabella dei test sugli effetti entro soggetti.

b.

Disegno: Intercept

Disegno entro soggetti: TRATTO+METODO+TRATTO\*METODO

**Test degli effetti entro soggetti**

Misura: MEASURE\_1

Sorgente		Somma dei quadrati Tipo III	df	Media dei quadrati	F	Sig.	Eta quadrato parziale	Non centralità	Potenza osservata <sup>a</sup>
TRATTO	Assumendo la sfericità	41,748	1	41,748	98,901	,000	,186	98,901	1,000
	Greenhouse-Geisser	41,748	1,000	41,748	98,901	,000	,186	98,901	1,000
	Huynh-Feldt	41,748	1,000	41,748	98,901	,000	,186	98,901	1,000
	Limite inferiore	41,748	1,000	41,748	98,901	,000	,186	98,901	1,000
Errore(TRATTO)	Assumendo la sfericità	182,354	432	,422					
	Greenhouse-Geisser	182,354	432,000	,422					
	Huynh-Feldt	182,354	432,000	,422					
	Limite inferiore	182,354	432,000	,422					
METODO	Assumendo la sfericità	51,467	2	25,733	59,473	,000	,121	118,945	1,000
	Greenhouse-Geisser	51,467	1,984	25,937	59,473	,000	,121	118,011	1,000
	Huynh-Feldt	51,467	1,993	25,819	59,473	,000	,121	118,554	1,000
	Limite inferiore	51,467	1,000	51,467	59,473	,000	,121	59,473	1,000
Errore(METODO)	Assumendo la sfericità	373,848	864	,433					
	Greenhouse-Geisser	373,848	857,215	,436					
	Huynh-Feldt	373,848	861,155	,434					
	Limite inferiore	373,848	432,000	,865					
TRATTO * METODO	Assumendo la sfericità	139,000	2	69,500	269,835	,000	,384	539,669	1,000
	Greenhouse-Geisser	139,000	1,661	83,677	269,835	,000	,384	448,235	1,000
	Huynh-Feldt	139,000	1,667	83,395	269,835	,000	,384	449,753	1,000
	Limite inferiore	139,000	1,000	139,000	269,835	,000	,384	269,835	1,000
Errore(TRATTO*METODO)	Assumendo la sfericità	222,537	864	,258					
	Greenhouse-Geisser	222,537	717,616	,310					
	Huynh-Feldt	222,537	720,046	,309					
	Limite inferiore	222,537	432,000	,515					

a. Calcolato usando alfa = ,05

### Test degli effetti fra soggetti

Misura: MEASURE\_1

Variabile trasformata: Media

Sorgente	Somma dei quadrati Tipo III	df	Media dei quadrati	F	Sig.	Eta quadrato parziale	Non centralità	Potenza osservata <sup>a</sup>
Intercept	36523,126	1	36523,126	29474,530	,000	,986	29474,530	1,000
Errore	535,309	432	1,239					

a. Calcolato usando alfa = ,05

2.b. Quali effetti sono statisticamente significativi (per alfa almeno <.05) ?

2.c. Quale è la dimensione degli effetti significativi in termini di percentuale di varianza spiegata ?

2.d. Individuare la potenza della verifica degli effetti significativi

2.e. Utilizzando le tabelle dei confronti a coppie e delle stime, interpretare i risultati dell'analisi dei confronti post-hoc relativi alla variabile METODO

### Stime

Misura: MEASURE\_1

METODO	Media	Errore std.	Intervallo di confidenza 95%	
			Limite inferiore	Limite superiore
1	3,781	,027	3,729	3,833
2	3,904	,029	3,847	3,961
3	3,564	,030	3,505	3,622

### Confronti a coppie

Misura: MEASURE\_1

(I) METODO	(J) METODO	Differenza fra medie (I-J)	Errore std.	Sig. <sup>a</sup>	Intervallo di confidenza per la differenza al 95% <sup>a</sup>	
					Limite inferiore	Limite superiore
1	2	-,123*	,031	,000	-,198	-4,851E-02
	3	,217*	,033	,000	,138	,296
2	1	,123*	,031	,000	4,851E-02	,198
	3	,340*	,031	,000	,267	,414
3	1	-,217*	,033	,000	-,296	-,138
	2	-,340*	,031	,000	-,414	-,267

Basato sulle medie marginali stimate

\*. La differenza fra medie è significativa al livello ,05

a. Correzione per confronti multipli: Sidak.

2.f. Utilizzando le tabelle dei confronti a coppie e delle stime, interpretare i risultati dell'analisi degli effetti semplici relativa all'interazione TRATTO\* METODO.

**Stime**

Misura: MEASURE\_1

METODO	TRATTO	Media	Errore std.	Intervallo di confidenza 95%	
				Limite inferiore	Limite superiore
1	1	4,122	,030	4,063	4,181
	2	3,440	,031	3,379	3,500
2	1	4,137	,033	4,073	4,202
	2	3,671	,034	3,604	3,737
3	1	3,369	,038	3,294	3,444
	2	3,758	,039	3,682	3,834

**Confronti a coppie**

Misura: MEASURE\_1

METODO	(I) TRATTO	(J) TRATTO	Differenza fra medie (I-J)	Errore std.	Sig. <sup>a</sup>	Intervallo di confidenza per la differenza al 95% <sup>a</sup>	
						Limite inferiore	Limite superiore
1	1	2	,682*	,030	,000	,624	,741
	2	1	-,682*	,030	,000	-,741	-,624
2	1	2	,467*	,033	,000	,402	,532
	2	1	-,467*	,033	,000	-,532	-,402
3	1	2	-,389*	,048	,000	-,484	-,294
	2	1	,389*	,048	,000	,294	,484

Basato sulle medie marginali stimate

\*. La differenza fra medie è significativa al livello ,05

a. Correzione per confronti multipli: Sidak.

**ESERCIZIO 3. Di seguito vengono riportati i risultati di un modello fattoriale di analisi della varianza con 1 fattore entro i soggetti e 1 tra i soggetti.**

3.a. Valutare l'assunzione di sfericità in base alla tabella successiva.

**Test di sfericità di Mauchly<sup>b</sup>**

Misura: MEASURE\_1

Effetto entro soggetti	W di Mauchly	Approssimazione chi-quadrato	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Limite inferiore
METODO	,980	8,895	2	,012	,980	,987	,500

Verifica l'ipotesi nulla per la quale la matrice di covarianza dell'errore della variabile dipendente trasformata ortonormalizzata è proporzionale a una matrice identità.

a. È possibile utilizzarlo per regolare i gradi di libertà per i test di significatività mediati. I test corretti vengono visualizzati nella tabella dei test sugli effetti entro soggetti.

b.

Disegno: Intercept+SEX  
Disegno entro soggetti: METODO

3.b. Valutare l'assunzione di omogeneità della varianza in base alla tabella successiva.

**Test di Levene di uguaglianza delle varianze dell'errore<sup>a</sup>**

	F	df1	df2	Sig.
AMIC_S	,323	1	431	,570
AMIC_P	,522	1	431	,470
AMIC_T	,432	1	431	,511

Verifica l'ipotesi nulla per la quale la varianza dell'errore della variabile dipendente è uguale tra i gruppi.

a.

Disegno: Intercept+SEX  
Disegno entro soggetti: METODO

**Test degli effetti entro soggetti**

Misura: MEASURE\_1

Sorgente		Somma dei quadrati Tipo III	df	Media dei quadrati	F	Sig.	Eta quadrato parziale	Non centralità	Potenza osservata <sup>a</sup>
METODO	Assumendo la sfericità	30,799	2	15,400	48,787	,000	,102	97,574	1,000
	Greenhouse-Geisser	30,799	1,960	15,715	48,787	,000	,102	95,616	1,000
	Huynh-Feldt	30,799	1,973	15,608	48,787	,000	,102	96,271	1,000
	Limite inferiore	30,799	1,000	30,799	48,787	,000	,102	48,787	1,000
METODO * SEX	Assumendo la sfericità	2,389	2	1,195	3,785	,023	,009	7,570	,690
	Greenhouse-Geisser	2,389	1,960	1,219	3,785	,024	,009	7,418	,684
	Huynh-Feldt	2,389	1,973	1,211	3,785	,024	,009	7,469	,686
	Limite inferiore	2,389	1,000	2,389	3,785	,052	,009	3,785	,493
Errore(METODO)	Assumendo la sfericità	272,091	862	,316					
	Greenhouse-Geisser	272,091	844,707	,322					
	Huynh-Feldt	272,091	850,494	,320					
	Limite inferiore	272,091	431,000	,631					

a. Calcolato usando alfa = ,05

### Test degli effetti fra soggetti

Misura: MEASURE\_1

Variabile trasformata: Media

Sorgente	Somma dei quadrati Tipo III	df	Media dei quadrati	F	Sig.	Eta quadrato parziale	Non centralità	Potenza osservata <sup>a</sup>
Intercept	15637,972	1	15637,972	24153,541	,000	,982	24153,541	1,000
SEX	20,508	1	20,508	31,676	,000	,068	31,676	1,000
Errore	279,047	431	,647					

a. Calcolato usando alfa = ,05

3.b. Quali effetti sono statisticamente significativi (per alfa almeno <.05) ?

3.c. Quale è la dimensione degli effetti significativi in termini di percentuale di varianza spiegata ?

3.d. Quale è l'effetto significativo più importante ?

3.e. Individuare la potenza della verifica degli effetti significativi

3.f. Utilizzando le tabelle dei confronti a coppie e delle stime, interpretare i risultati dell'analisi dei confronti post-hoc relativi alla variabile METODO

### Stime

Misura: MEASURE\_1

METODO	Media	Errore std.	Intervallo di confidenza 95%	
			Limite inferiore	Limite superiore
1	3,450	,030	3,392	3,509
2	3,676	,034	3,609	3,742
3	3,300	,031	3,240	3,361

### Confronti a coppie

Misura: MEASURE\_1

(I) METODO	(J) METODO	Differenza fra medie (I-J)	Errore std.	Sig. <sup>a</sup>	Intervallo di confidenza per la differenza al 95% <sup>a</sup>	
					Limite inferiore	Limite superiore
1	2	-,225*	,037	,000	-,313	-,137
	3	,150*	,037	,000	6,109E-02	,239
2	1	,225*	,037	,000	,137	,313
	3	,375*	,041	,000	,277	,473
3	1	-,150*	,037	,000	-,239	-6,109E-02
	2	-,375*	,041	,000	-,473	-,277

Basato sulle medie marginali stimate

\*. La differenza fra medie è significativa al livello ,05

a. Correzione per confronti multipli: Sidak.

3.g. Utilizzando le tabelle dei test univariati e delle stime, interpretare i risultati dell'analisi degli effetti semplici relativa all'interazione METODO\*SEX.

#### Stime

Misura: MEASURE\_1

METODO	sex 1: male; sex 2:female	Media	Errore std.	Intervallo di confidenza 95%	
				Limite inferiore	Limite superiore
1	1,00	3,264	,041	3,184	3,344
	2,00	3,636	,043	3,552	3,721
2	1,00	3,587	,046	3,496	3,678
	2,00	3,765	,049	3,668	3,861
3	1,00	3,198	,042	3,115	3,281
	2,00	3,403	,045	3,315	3,491

#### Test univariati

Misura: MEASURE\_1

METODO		Somma dei quadrati	df	Media dei quadrati	F	Sig.	Eta quadrato parziale	Non centralità	Potenza osservata <sup>a</sup>
1	Contrasto	14,950	1	14,950	39,410	,000	,084	39,410	1,000
	Errore	163,497	431	,379					
2	Contrasto	3,422	1	3,422	6,960	,009	,016	6,960	,749
	Errore	211,905	431	,492					
3	Contrasto	4,526	1	4,526	11,100	,001	,025	11,100	,914
	Errore	175,736	431	,408					

F verifica l'effetto di sex 1: male; sex 2:female. Questo test è basato sui confronti a coppie indipendenti e lineari tra le medie marginali stimate.

a. Calcolato usando alfa = ,05

## SOLUZIONI

### ESERCIZIO 1

#### 1.a. Quali effetti sono statisticamente significativi (per alfa almeno $<.05$ ) ?

Si tratta di individuare nella tabella le sorgenti di variabilità che presentano un livello di significatività nella colonna “Sig.” inferiore a .05. Come riportato nel testo alle pagine 124-126, il programma SPSS fornisce un output piuttosto complesso che prende come riferimento il modello lineare (vedi pagg. 113-114). Si tratta di un output che presenta alcune differenze dall’usuale tabella dei risultati di un’ANOVA, ma che ad essa può essere facilmente ricondotto. Nel nostro esercizio, se noi escludiamo le righe “modello corretto”, “intercept”, e “totale” abbiamo la classica tabella dei risultati di un modello di analisi della varianza, nel quale è possibile evidenziare i risultati per i seguenti effetti principali: SEX\_96, CLAS\_96, SES; e per le seguenti interazioni: SEX\_96\*CLAS\_96, SEX\_96\*SES, CLAS\_96\*SES, SEX\_96\*CLAS\_96\*SES. Infine la riga “Errore” presenta la devianza, i gradi di libertà e la varianza della componente di errore, e la riga “Totale corretto” presenta la devianza totale (=effetti tra i soggetti + errore) e i relativi gradi di libertà. Considerando la colonna Sig., i valori che risultano inferiori a .05 sono quelli relativi ai seguenti effetti principali: SEX\_96, SES; e alle seguenti interazioni: SEX\_96\*SES, CLAS\_96\*SES.

#### 1.b. Quanti sono i livelli delle 3 variabili indipendenti ?

Bisogna considerare la colonna df (= degrees of freedom, gradi di libertà) e aggiungere 1 ad ognuno dei valori presenti associati agli effetti principali, quindi i livelli delle 3 variabili indipendenti saranno: SEX\_96 = 1+1=2, CLAS\_96=2+1=3, SES= 2+1=3.

#### 1.c. Quale è la dimensione degli effetti significativi in termini di percentuale di varianza spiegata?

La dimensione dell’effetto è nella colonna “Eta quadrato parziale”, che contiene appunto i coefficienti eta quadrato, i quali quantificano la proporzione di varianza spiegata dall’effetto. Considerando gli effetti evidenziati al punto 1.a, la dimensione degli effetti significativi è la seguente: SEX\_96 = .031 (3.1%), SES=.068 (6.8%), SEX\_96\*SES = .018 (1.8%), CLAS\_96\*SES =.016 (1.6%).

#### 1.d. Quale è l’effetto significativo più importante ?

Si tratta di individuare l’effetto che presenta la più elevata dimensione, quindi l’eta quadrato parziale più elevato. Dal punto 1.b si evince che l’effetto più importante è l’effetto principale della variabile SES.

#### 1.e. Individuare la potenza della verifica degli effetti significativi

La potenza dell’effetto è nella colonna “Potenza osservata”. Considerando gli effetti evidenziati al punto 1.a, la potenza degli effetti significativi è la seguente: SEX\_96 = .999, SES= 1.000, SEX\_96\*SES = .955, CLAS\_96\*SES =.871. Si tratta di valori molto elevati e superiori al livello di .80 solitamente indicato come livello di potenza adeguato.

#### 1.f. Valutare l’assunzione di omoschedasticità

Poiché il test di Levene non risulta significativo (la probabilità del test nella colonna Sig. è di .562), l’assunzione di omogeneità della varianza non può essere rifiutata.

#### 1.g. In base ai confronti post-hoc, quali sono le differenze tra le medie che risultano statisticamente significative e quali invece no ?

Si tratta di individuare quali sono le medie che sono incluse in sottoinsiemi diversi. Nell’esercizio tutte le medie si trovano in questa condizione, quindi sono tutte significativamente diverse l’una rispetto all’altra.

### **1.h. Utilizzando le tabelle delle stime e dei test univariati interpretare i risultati dell'analisi degli effetti semplici relativa all'interazione SES \* SEX\_96**

La tabella dei test univariati presenta i confronti tra i 2 livelli della variabile SEX\_96 (1=maschio, 2 = femmina) effettuati all'interno di ciascuno dei 3 livelli della variabile SES (1=LOW, 2=MEDIUM, 3=HIGH). La tabella "Stime" invece presenta le medie dei 2 livelli della variabile SEX\_96 calcolati all'interno di ciascuno dei 3 livelli della variabile SES. Considerando il primo confronto (SES = LOW) non emerge differenza significativa tra la media dei maschi e quella delle femmine (Sig. = .409). Considerando il secondo confronto (SES = MEDIUM), la media dei maschi è significativamente più bassa di quella delle femmine (Sig. = .000). Lo stesso risultato si ha quando si considera il terzo confronto (SES = HIGH, con una probabilità paria a Sig. = .016). E' questa differenza nelle differenze tra le medie di maschi e femmine nei 3 livelli della variabile SES ad aver determinato la significatività dell'interazione.

## **ESERCIZIO 2**

### **2.a. Valutare l'assunzione di sfericità.**

L'assunzione non può essere verificata per la variabile TRATTO perché essa ha solo 2 livelli. L'assunzione è rispettata per la variabili METODO (Sig. = .180) mentre non è rispettata per l'interazione (Sig. = .000). In base a questi risultati, nella tabella "Test degli effetti entro i soggetti", per interpretare gli effetti principali verranno utilizzati i valori relativi nella riga "Assumendo la sfericità", mentre per l'interazione verranno utilizzati i valori relativi nella riga "Greenhouse-Geisser".

### **2.b. Quali effetti sono statisticamente significativi (per alfa almeno <.05) ?**

Si tratta di individuare nella tabella le sorgenti di variabilità che presentano un livello di significatività nella colonna "Sig." inferiore a .05. Poiché si tratta di un disegno fattoriale con 2 fattori entro i soggetti, nella tabella "Test degli effetti entro i soggetti" sono presenti 3 differenti sorgenti di variabilità ed altrettanti corrispettivi errori (le sorgenti sono relative ai due effetti principali e alla interazione). Poiché non ci sono fattori "tra i soggetti", la tabella "Test degli effetti fra soggetti" non va presa in considerazione poiché contiene solo la stima dell'intercetta e dell'errore (vedi il testo a pag. 152). Per l'interpretazione degli effetti significativi dunque si utilizza solo la tabella "Test degli effetti entro i soggetti". Da questa tabella si evince che sia gli effetti principali sia l'interazione risultano significativi (nella colonna Sig., infatti, tutti i valori sono pari a .000, ovvero il livello di significatività è inferiore a .001).

### **2.c. Quale è la dimensione degli effetti significativi in termini di percentuale di varianza spiegata?**

La dimensione dell'effetto è nella colonna "Eta quadrato parziale". La dimensione degli effetti significativi (ricordiamo che dal punto precedente tutti gli effetti risultavano significativi) è la seguente: TRATTO = .186 (18.6 %), METODO = .121 (12.1 %), TRATTO\*METODO = .384 (38.4%).

### **2.d. Individuare la potenza della verifica degli effetti significativi**

La potenza dell'effetto è nella colonna "Potenza osservata". La potenza è uguale a 1 per tutti gli effetti

### **2.e. Utilizzando le tabelle dei confronti a coppie e delle stime, interpretare i risultati dell'analisi dei confronti post-hoc relativi alla variabile METODO**

Si tratta di esaminare se il livello di significatività della colonna Sig., relativo ad uno specifico confronto tra una coppia di media, risulti inferiore a .05. Nella tabella, tutti i confronti risultano statisticamente significativi. In particolare, esaminando la tabella delle stime è possibile concludere che il metodo 2 è quello che presenta la media più elevata, seguito dal metodo 1 ed infine dal metodo 3.

### **2.f. Utilizzando le tabelle dei confronti a coppie e delle stime, interpretare i risultati dell'analisi degli effetti semplici relativa all'interazione TRATTO\* METODO.**

La tabella dei confronti a coppie nel quesito 2.f presenta i confronti tra i 2 livelli della variabile TRATTO effettuati all'interno di ciascuno dei 3 livelli della variabile METODO. La tabella stime invece presenta le medie dei 2 livelli della variabile TRATTO calcolati all'interno di ciascuno dei 3 livelli della variabile METODO. In tutti i livelli della variabile METODO i confronti tra i 2 livelli della variabile TRATTO risultano significativi. Osservando le stime è però importante sottolineare come nel caso dei metodi 1 e 2 il tratto 1 presenta una media maggiore del tratto 2, invece per il metodo 3 avviene esattamente il contrario: è questo ribaltamento a determinare la significatività dell'interazione.

### ESERCIZIO 3

#### **3.a. Valutare l'assunzione di sfericità in base alla tabella successiva.**

L'assunzione riguarda la variabile "entro i soggetti" METODO e non è rispettata (Sig. = .012). In base a questi risultati, nella tabella "Test degli effetti entro i soggetti", per interpretare gli effetti principali e l'interazione verranno utilizzati i valori relativi nella riga "Greenhouse-Geisser".

#### **3.b. Valutare l'assunzione di omogeneità della varianza in base alla tabella successiva.**

Poiché il test di Levene non risulta significativo per tutti i 3 livelli della variabile entro i soggetti (vedi la colonna Sig.), l'assunzione di omogeneità della varianza è confermata.

#### **3.b. Quali effetti sono statisticamente significativi (per alfa almeno <.05) ?**

Poiché in questo esercizio abbiamo un modello misto con 1 variabile entro e 1 tra i soggetti, gli effetti sono divisi in due tabelle. Nella tabella "Test degli effetti entro i soggetti" sono presenti 2 differenti sorgenti di variabilità, quella del fattore "entro" e quella dell'interazione tra fattore "entro" e fattore "tra" i soggetti, con un unico termine di errore per entrambi gli effetti. Sia l'effetto principale (METODO) sia l'interazione risultano statisticamente significativi. La tabella "Test degli effetti fra soggetti" presenta, oltre alla stima dell'intercetta (che non viene considerata nell'output *standard* di una ANOVA) e dell'errore, anche l'effetto principale del fattore "tra i soggetti" (SEX), che risulta significativo.

#### **3.c. Quale è la dimensione degli effetti significativi in termini di percentuale di varianza spiegata?**

La dimensione dell'effetto è nella colonna "Eta quadrato parziale" in entrambe le tabelle. La dimensione degli effetti significativi (ricordiamo che dal punto precedente tutti gli effetti risultavano significativi) è la seguente: METODO = .102 (10.2 %), TRATTO\*METODO = .009 (0.9%), SEX = .068 (6.8 %).

#### **3.d. Quale è l'effetto significativo più importante ?**

Dal punto 3.c si evince che l'effetto più importante è l'effetto principale METODO.

#### **3.e. Individuare la potenza della verifica degli effetti significativi**

La potenza dell'effetto è nella colonna "Potenza osservata". La potenza è uguale a 1 per METODO e per SEX, e .69 circa per l'interazione, e per tutti gli effetti. Si tratta di un livello assolutamente adeguato per gli effetti principali, mentre decisamente più debole per l'interazione. Verosimilmente, considerando l'elevata numerosità dei soggetti (433), la scarsa potenza dipende dalla bassa dimensione dell'effetto relativo all'interazione (vedi il punto 3.e).

#### **3.f. Utilizzando le tabelle dei confronti a coppie e delle stime, interpretare i risultati dell'analisi dei confronti post-hoc relativi alla variabile METODO**

Come nell'esercizio precedente, si tratta di esaminare se il livello di significatività della colonna Sig. che è relativo ad uno specifico confronto tra una coppia di medie risulta inferiore a .05. Nella tabella, tutti i confronti risultano statisticamente significativi. In particolare, esaminando la tabella delle stime è

possibile concludere che il metodo 2 è quello che presenta la media più elevata, seguito dal metodo 1 ed infine dal metodo 3.

**3.g. Utilizzando le tabelle dei test univariati e delle stime, interpretare i risultati dell'analisi degli effetti semplici relativa all'interazione METODO\*SEX.**

La tabella dei test univariati presenta i confronti tra i 2 livelli della variabile SEX (1=maschio, 2 = femmina) effettuati all'interno di ciascuno dei 3 livelli della variabile METODO. La tabella "Stime" invece presenta le medie dei 2 livelli della variabile SEX calcolati all'interno di ciascuno dei 3 livelli della variabile METODO. In tutti i livelli della variabile METODO i confronti tra i 2 livelli della variabile SEX risultano significativi. Osservando le stime emerge inoltre che i maschi presentano sempre una media più bassa delle femmine. E' interessante sottolineare però che questa differenza è maggiore nel metodo 1 (dove infatti si associa ad un eta quadrato parziale di .084) rispetto ai metodi 2 e 3 (dove infatti si associa a valori di eta quadrato decisamente più bassi, .016 per il metodo 2 e .025 per il 3): è questa differenza nelle differenze tra le medie a determinare la significatività dell'interazione.