



# TECNICHE DI ANALISI DEI DATI

**AA 2018/2019**

**PROF. V.P. SENESE**

Questi materiali sono disponibili per tutti gli studenti al seguente indirizzo:

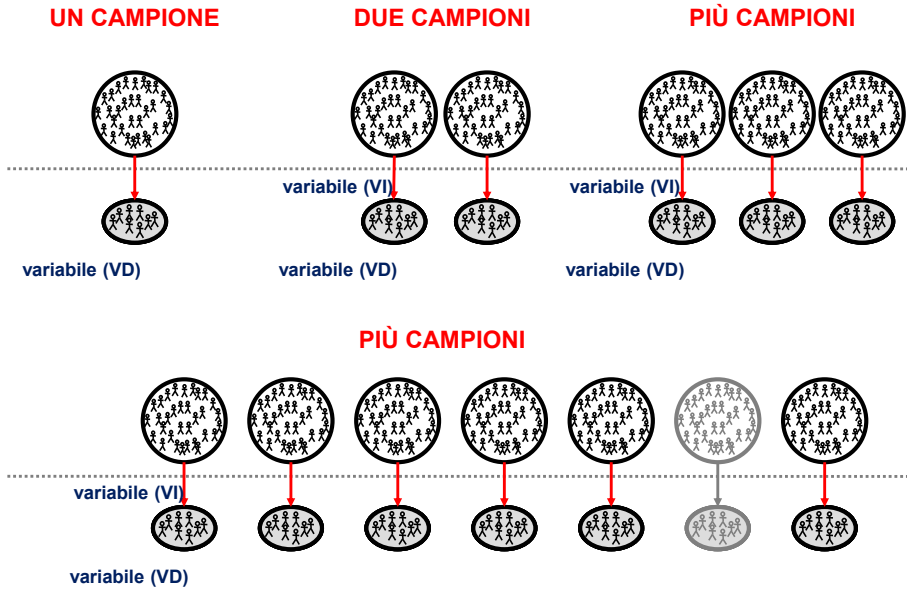
<https://goo.gl/xY15fR>

Seconda Università di Napoli (SUN) – Dipartimento di Psicologia – TECNICHE DI ANALISI DEI DATI – © Prof. V.P. Senese

## ANALISI UNIVARIATE

- VERIFICA DELLE IPOTESI SU DI UN CAMPIONE
- IL CONFRONTO TRA DUE CAMPIONI
- REGRESSIONE
- ANOVA

# ANALISI UNIVARIATE



## TECNICHE DI ANALISI DEI DATI

**AA 2018/2019**

**PROF. V.P. SENESE**

Questi materiali sono disponibili per tutti gli studenti al seguente indirizzo:

<https://goo.gl/xY15fR>

# UN CAMPIONE

Quando abbiamo a disposizione un **unico campione** possiamo essere interessati a indagare se:

- 1 c'è differenza negli indici di posizione (o parametri) relativi alla tendenza centrale tra campione e popolazione;
- 2 c'è differenza tra frequenze osservate e frequenze attese in base ad un modello teorico;
- 3 è ragionevole ritenere che il campione derivi da una popolazione avente una forma o una distribuzione specifica (normale, uniforme, ecc.).

## Z TEST E T TEST

Quando vogliamo confrontare la distribuzione campionaria di **un parametro** relativo a una variabile misurata su **scala quantitativa** possiamo utilizzare la distribuzione *normale* o *t di Student*, scegliendo in base all'ampiezza del campione e alla conoscenza dei parametri della popolazione.

**n > 30**

$$z_{\bar{x}} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

**n < 30**

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s} \sqrt{n-1}$$

**Popolazione finita  
o camp. senza reinserimento**

$$\sigma_{DCM} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

**$\sigma$  ignota**

$$\hat{s} = \sigma = \sqrt{\frac{s^2}{n-1}}$$

$\bar{x}$  = media del campione  
 $\mu$  = media della popolazione  
 $\sigma$  = ds della popolazione  
 $n$  = ampiezza del campione

$$gdl = n - 1$$

# TEST CHI-QUADRATO

Diversamente, quando consideriamo una variabile **qualitativa**, per confrontare i dati campionari con quelli della popolazione possiamo utilizzare la distribuzione delle frequenze e confrontare i valori osservati con quelli attesi nella popolazione (teorici).

La statistica che misura la discrepanza tra le frequenze osservate e quelle attese è:

$$\chi^2 = \text{Chi - quadrato}$$

# TEST CHI-QUADRATO

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(f_o - f_a)^2}{f_a}$$

$k$  = numero di celle

$f_o$  = frequenza osservata

$f_a$  = frequenza attesa

$$gdl_{\chi^2} = k - 1$$

## Assunzioni:

- (1) osservazioni indipendenti;
- (2) nessuna freq. osservata = 0;
- (3a) se dicotomica, nessuna freq. teorica < 5;
- (3b) se politomica, nessuna freq. teorica < 1 e meno del 20% < 5.

# TEST CHI-QUADRATO

Questo test consente di verificare se:

- 1 se ci sono **differenze nelle frequenze** tra diverse categorie di una stessa variabile qualitativa;
- 2 se la distribuzione delle frequenze tra le diverse categorie di una variabile qualitativa **rispecchia una determinata (teorica) distribuzione** di frequenze;
- 3 se **due variabili** qualitative sono associate tra loro.

# TEST CHI-QUADRATO

Si applica su **variabili qualitative** (originali o trasformate) e in due casi:

- una sola variabile (dicotomica o politomica);
- due variabili ( $A \times B \Rightarrow 2 \times 2, 2 \times 3, 3 \times 4, \text{ecc.}$ ).

Quando ci sono **più di due variabili qualitative** si utilizza il *chi quadro del rapporto di verosimiglianza*, che si usa con la tecnica dei *modelli log-lineari*.

# TEST CHI-QUADRATO

Si procede in questo modo:

- (1) **raccolta** e codifica dei dati: **frequenze osservate**;
- (2) inserimento dei dati in una tabella di frequenze;
- (3) definizione **ipotesi nulla** e **ipotesi alternativa**;
- (4) calcolo delle **frequenze teoriche** (in base a  $H_0$ );
- (5) calcolo del **chi-quadrato** e dei **gdl**;
- (6) si verifica l'ipotesi in base alla **distribuzione teorica del chi-quadrato**;
- (7) si interpretano i risultati.

## ESEMPIO #1

Uno psicologo è interessato a verificare se il **tipo di patologie (VD, O)** che vengono diagnosticate al reparto ospedaliero dove lavora siano tutte ugualmente frequenti, o se invece le diagnosi mantengono la stessa distribuzione descritta in ambito nazionale.

A tal scopo registra il **tipo e numero (frequenza)** di diagnosi che vengono effettuate nel reparto durante un mese.

# ESEMPIO #1

Diagnosi effettuate  
in un mese.

DIAGNOSI			
Normalità ← → Patologia			
Non patologici (1)	Nevrotici (2)	Psicotici (3)	<i>N</i>
356	213	170	739

$f_o$

L'ipotesi generale è che tra i soggetti che prendono contatto con il reparto, la maggior parte dei pazienti sia non patologico poi, in ordine decrescente, nevrotici e psicotici.

$$H_0 \Rightarrow f_1 = f_2 = f_3$$

$$\alpha = .05$$

$$H_1 \Rightarrow f_1 \neq f_2 \neq f_3$$

# ESEMPIO #1

Diagnosi effettuate  
in un mese.

DIAGNOSI			
Normalità ← → Patologia			
Non patologici (1)	Nevrotici (2)	Psicotici (3)	<i>N</i>
356	213	170	739

$f_o$

Calcolo le frequenze  
attese in base a  $H_0$   
(ipotesi nulla) →

$$H_0 \Rightarrow f_1 = f_2 = f_3 \Rightarrow f_1 = f_2 = f_3 = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow f_1 = f_2 = f_3 = \frac{739}{3} = 246.33$$

# ESEMPIO #1

Diagnosi effettuate  
in un mese.

		DIAGNOSI			
		Normalità ←	→ Patologia		
		Non patologici (1)	Nevrotici (2)	Psicotici (3)	<i>N</i>
$f_o$		356	213	170	739
$f_a$		246.33	246.33	246.33	

$$\chi^2 = \frac{(356 - 246.33)^2}{246.33} + \frac{(213 - 246.33)^2}{246.33} + \frac{(170 - 246.33)^2}{246.33} =$$

# ESEMPIO #1

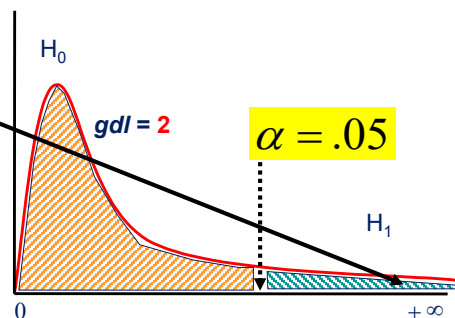
$$\chi^2 = \frac{(356 - 246.33)^2}{246.33} + \frac{(213 - 246.33)^2}{246.33} + \frac{(170 - 246.33)^2}{246.33} =$$

$$= 48.83 + 4.51 + 23.65 =$$

$$\chi^2 = 76.99$$

$$gdl = 3 - 1 = 2$$

```
> pchisq(76.99, 2, lower.tail=0)
[1] 1.913524e-17
p = 0.00000000000000001913524
```





## ESEMPIO #1

	Observed N	Expected N	Residual
1.00	356	246.3	109.7
2.00	213	246.3	-33.3
3.00	170	246.3	-76.3
Total	739		

### Test Statistics

	VAR00001
Chi-Square <sup>a</sup>	76.988
df	2
Asymp. Sig.	.000

a. 0 cells (.0%) have expected frequencies less than 5. The minimum expected cell frequency is 246.3.

## ESEMPIO #1

Questo risultato ci porta a **respingere l'ipotesi nulla** e a **supportare l'ipotesi alternativa**. Tuttavia sappiamo che esistono **almeno due frequenze diverse** non sappiamo quali e soprattutto come differiscono.

$$H_0 \Rightarrow f_1 = f_2 = f_3$$

$$H_1 \Rightarrow f_1 \neq f_2 \neq f_3$$

Per sapere quali sono le specifiche categorie che differiscono e in che modo, dopo aver verificato l'ipotesi è necessario stimare per ciascuna cella la **distanza** tra  $f_o$  e  $f_a$  (in base all'ipotesi nulla  $H_0$ ): **residui standardizzati (R)**.

$$R = \frac{f_o - f_a}{\sqrt{f_a}}$$

Si interpretano come dei **punti z** e utilizzando la **distribuzione normale standard**.

$$|R| > 1.96, p < .05$$

$$|R| > 2.58, p < .01$$

# ESEMPIO #1

Diagnosi effettuate  
in un mese.

		DIAGNOSI			
		Normalità	←————→ Patologia		
		Non patologici (1)	Nevrotici (2)	Psicotici (3)	<i>N</i>
$f_o$		356	213	170	739
$f_a$		246.33	246.33	246.33	
		$R = \frac{356 - 246.33}{\sqrt{246.33}}$ $R = +6.98$	$R = \frac{213 - 246.33}{\sqrt{246.33}}$ $R = -0.55$	$R = \frac{170 - 246.33}{\sqrt{246.33}}$ $R = -4.86$	
		+	=	-	

# ESEMPIO #1

In base ai risultati raccolti e alle analisi effettuate possiamo dire che:

le differenti tipologie di diagnosi non sono tutte ugualmente probabili,  $\chi^2(2) = 76.99$ ,  $p < .05$ ,  $N = 739$ . La maggior parte degli individui (48%) è diagnosticato come normale,  $R = 6.98$ ;  $p < .05$ , mentre significativamente inferiore è il numero degli individui diagnosticati come psicotici (23%),  $R = -4.86$ ,  $p < .05$ .

## ESEMPIO #2

Diagnosi effettuate  
in un mese.

DIAGNOSI			
Normalità ← → Patologia			
Non patologici (1)	Nevrotici (2)	Psicotici (3)	<i>N</i>
356	213	170	739

$f_o$

Immaginiamo ora di avere una ipotesi di ricerca molto definita (**Modello**):

$$H_0 \Rightarrow f_1 = 50\%; f_2 = 30\%; f_3 = 20\% \quad \alpha = .05$$

$$H_1 \Rightarrow f_1 \neq 50\%; f_2 \neq 30\%; f_3 \neq 20\%$$

## ESEMPIO #2

Diagnosi effettuate  
in un mese.

DIAGNOSI			
Normalità ← → Patologia			
Non patologici (1)	Nevrotici (2)	Psicotici (3)	<i>N</i>
356	213	170	739

$f_o$

$f_a$	369.5	221.7	147.8
-------	-------	-------	-------

Calcolo le frequenze  
attese in base a  $H_0$   
(ipotesi nulla) →

$$f_1 = 50\%; f_2 = 30\%; f_3 = 20\%$$

$$739(.5) = 369.5$$

$$739(.3) = 221.7$$

$$739(.2) = 147.8$$

## ESEMPIO #2

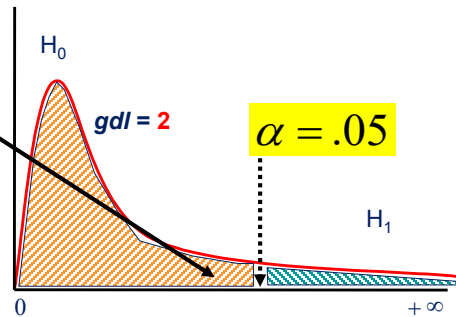
$$\chi^2 = \frac{(356 - 369.5)^2}{369.5} + \frac{(213 - 221.7)^2}{221.7} + \frac{(170 - 147.8)^2}{147.8} =$$

$$= .49 + .34 + 3.34 =$$

$$\chi^2 = 4.17$$

$$gdl = 3 - 1 = 2$$

```
> pchisq(4.17, 2, lower.tail=0)
[1] 0.1243071
```



## ESEMPIO #2

Questo risultato ci porta a supportare l'ipotesi nulla (**Modello**).

$$H_0 \Rightarrow f_1 = 50\%; f_2 = 30\%; f_3 = 20\%$$

$$H_1 \Rightarrow f_1 \neq 50\%; f_2 \neq 30\%; f_3 \neq 20\%$$

Possiamo dire che:

i risultati confermano quanto previsto in base ai dati riferiti alla popolazione,  $\chi^2(2) = 4.17$ ,  $p = .124$ ,  $N = 739$ . Il **50%** degli individui è diagnosticato come normale, il **30%** degli individui è diagnosticato come nevrotico, mentre il restante **20%** sono diagnosticati come psicotici.



# TECNICHE DI ANALISI DEI DATI

**AA 2018/2019**

**PROF. V.P. SENESE**

Questi materiali sono disponibili per tutti gli studenti al seguente indirizzo:

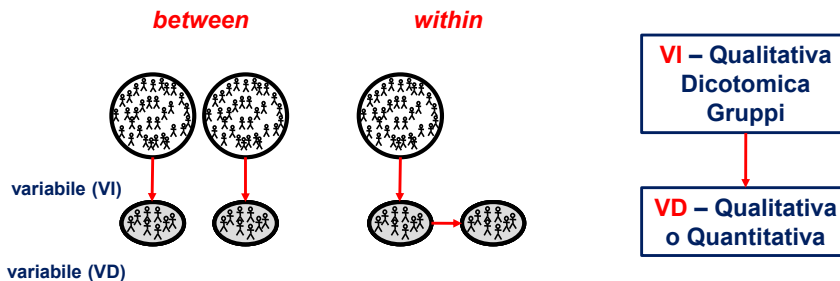
<https://goo.gl/xY15fR>

Seconda Università di Napoli (SUN) – Dipartimento di Psicologia – TECNICHE DI ANALISI DEI DATI – © Prof. V.P. Senese

## DUE CAMPIONI

In alcuni casi l'obiettivo del ricercatore è quello di confrontare la distribuzione di una variabile all'interno di due campioni di misurazioni.

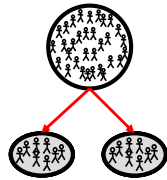
Quando le misure sono relative alle stesse unità osservative parliamo di **misure ripetute** (*within subject*), mentre quando le unità sono diverse parliamo di **misure indipendenti** (*between subject*).



## T TEST - *WITHIN*

Quando le misure sono **ripetute** o **within**, se la variabile **dipendente** è **quantitativa** (intervalli o rapporti), la statistica più adatta a verificare se ci sono delle variazioni nella distribuzione della variabile tra le due misurazioni è il **t test** per misure dipendenti.

$H_0$  within

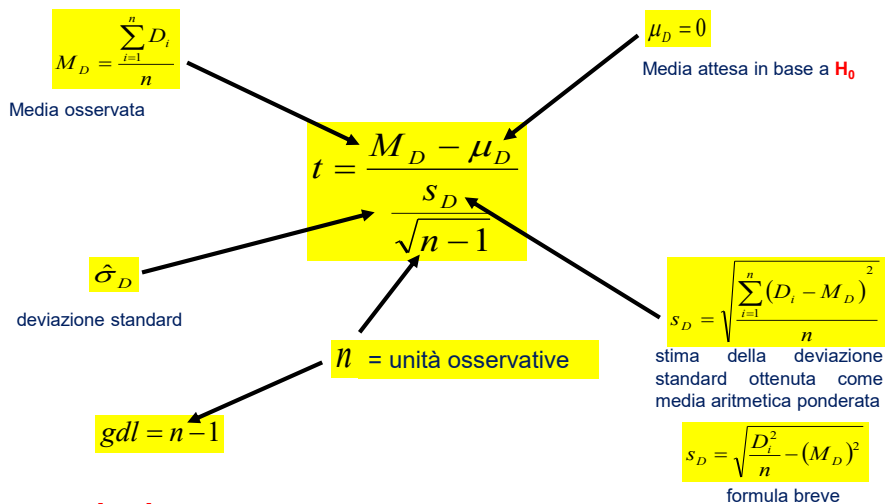


$$D_i = x_i - y_i$$

$$M_D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

In base alla **distribuzione campionaria delle medie**, possiamo considerare questo caso come un confronto tra la **media di un campione** (differenza) e la **media di una popolazione** ( $H_0$ ).

## T TEST - *WITHIN*



**Assunzioni:**

- (1) la variabile dipendente deve essere distribuita normalmente
- (2) le varianze devono essere omogenee.

## T TEST - WITHIN

Le formule per il calcolo della forza dell'effetto **d** o **r**:

$$d = \frac{M_D - \mu_D}{s_D \sqrt{\frac{n}{n-1}}}$$

Effect size	d
small	.20
medium	.50
large	.80

$$r = \frac{d}{\sqrt{d^2 + 4}}$$

Effect size	r
small	.10
medium	.30
large	.50

## T TEST - WITHIN

- (1) raccolta e codifica dei dati (**distr. osservate**);
- (2) inserimento dei dati in una matrice;
- (3) definizione **ipotesi nulla** e **ipotesi alternativa**;
- (4) calcolo del *t* Test e dei *gdi*;
- (5) verifica dell'ipotesi in base alla distribuzione teorica del *t di Student*;
- (6) se significativo il test, calcolo dell'*effect size*;
- (7) interpretazione dei risultati.

## ESEMPIO #3

Su 8 pazienti con attacchi di panico viene rilevata la frequenza degli attacchi **prima** e **dopo** (VD, R) una psicoterapia breve (VI, manipolata, un solo gruppo).

<b>PRE TEST</b> ( $x_i$ )	<i>trattamento</i> ⊙	<b>POST TEST</b> ( $y_i$ )
------------------------------	-------------------------	-------------------------------

Disegno di ricerca con un solo gruppo a due misure ripetute (**within**): pre-test e post-test.

## ESEMPIO #3

<b>Prima (<math>x_i</math>)</b>	5	8	9	6	8	4	4	8
<b>Dopo (<math>y_i</math>)</b>	4	5	6	4	9	5	2	7

L'ipotesi generale è che ci sia una **riduzione** significativa del numero di sintomi manifestati dopo il trattamento.

$$H_0 \Rightarrow \mu_D = 0$$

$$H_1 \Rightarrow \mu_D > 0$$

$$\alpha = .05$$

**COMPOSTA  
MONODIREZIONALE**



## ESEMPIO #3

Si procede con il calcolo di  $M_D$  e  $s_D$  (utilizzando la formula abbreviata):

Sogg.	$x_i$	$y_i$	$D_i$	$D_i^2$
1	5	4	1	1
2	8	5	3	9
3	9	6	3	9
4	6	4	2	4
5	8	9	-1	1
6	4	5	-1	1
7	4	2	2	4
8	8	7	1	1
		$\Sigma$	10	30

$$M_D = \frac{10}{8} = 1.25$$

$$s_D = \sqrt{\frac{30}{8} - (1.25)^2} = 1.48$$

## ESEMPIO #3

$$M_D = \frac{10}{8} = 1.25$$

$$s_D = \sqrt{\frac{30}{8} - (1.25)^2} = 1.48$$

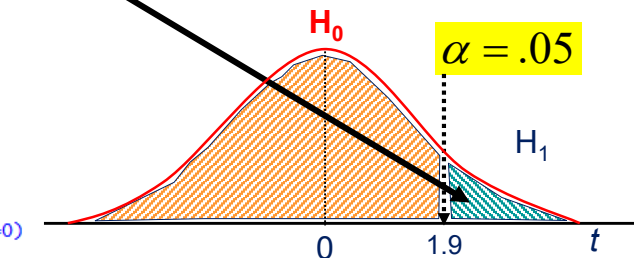
$$t = \frac{1.25}{\frac{1.48}{\sqrt{8-1}}} = 2.23$$

$$d = \frac{1.25}{1.48 \sqrt{\frac{8}{8-1}}} = .790$$

$$r = .367$$

$$gdl = 8 - 1 = 7$$

```
> pt(2.22,7,lower.tail=0)
[1] 0.03093863
```



## ESEMPIO #3

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Prima - Dopo	1.25000	1.58114	.55902	-.07187	2.57187	2.236	7	.060

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Prima	6.50000	8	2.00000	.70711
	Dopo	5.25000	8	2.12132	.75000

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Prima & Dopo	8	.707	.050

## ESEMPIO #3

Questo risultato ci porta a respingere l'ipotesi nulla e a supportare l'ipotesi alternativa.

$$H_0 \Rightarrow \mu_D = 0$$

$$H_1 \Rightarrow \mu_D > 0$$

I risultati evidenziano che il trattamento riduce significativamente il numero di sintomi,  $t(7) = 2.23$ ,  $p = .031$  (una coda). In particolare, i dati evidenziano che dopo il trattamento, in media, si osserva una riduzione di 1.2 attacchi di panico,  $d = .790$ .



# TECNICHE DI ANALISI DEI DATI

AA 2018/2019

PROF. V.P. SENESE

Questi materiali sono disponibili per tutti gli studenti al seguente indirizzo:

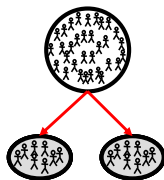
<https://goo.gl/xY15fR>

Seconda Università di Napoli (SUN) – Dipartimento di Psicologia – TECNICHE DI ANALISI DEI DATI – © Prof. V.P. Senese

## TEST WILCOXON - *WITHIN*

Quando le misure sono **ripetute** o ***within***, se la variabile **dipendente** è **qualitativa** (ordinale), la statistica più adatta a verificare se ci sono delle variazioni nella distribuzione della variabile tra le due misurazioni è il **test dei segni per ranghi di Wilcoxon** per misure dipendenti.

$H_0$  within



$$d_i = x_i - y_i \longrightarrow \text{rango}(d_i)$$

La logica è la stessa del t test *within* solo che si basa sui **ranghi**.

## TEST WILCOXON - WITHIN

$$T^+ = \sum \text{ranghi}(d_i^+)$$

$$T^- = \sum \text{ranghi}(d_i^-)$$

$$\sum \text{ranghi}(d_i) = \frac{N_c(N_c + 1)}{2}$$

$d_i$  = differenza ( $x_i - y_i$ )  
 $T^+$  = totale ranghi positivi  
 $T^-$  = totale ranghi negativi  
 $N_c$  = ampiezza campione corretta  
 (esclusi i valori 0)

$d_i$	rango
-11	-1
12	2.5
-12	-2.5
13	4
0	
18	5

Quando due o più  $d_i$  hanno lo stesso valore si assegna il valore corrispondente alla **media dei ranghi**; ad esempio:

$$\text{rango medio} = \frac{(2+3)}{2} = 2.5$$

## TEST WILCOXON - WITHIN

Se il campione è grande ( $N > 15$ ) la somma dei ranghi  $T^+$  ( $\Sigma T^+$ ) è distribuita in modo approssimativamente normale:

$$\mu_T = \frac{N_c(N_c + 1)}{4}$$

$$\sigma^2_T = \frac{N_c(N_c + 1)(2N_c + 1)}{24}$$

$$z_{T^+} = \frac{T^+ - \mu_T}{\sigma_T} = \frac{T^+ - \frac{N_c(N_c + 1)}{4}}{\sqrt{\frac{N_c(N_c + 1)(2N_c + 1)}{24}}}$$

## TEST WILCOXON - WITHIN

La formula per il calcolo della forza dell'effetto  $r_c$  (coefficiente di correlazione biseriale tra ranghi appaiati) e  $r$ :

$$r_{c^+} = \frac{4(T^+ - \mu_T)}{N(N+1)}$$

$$r = \frac{z}{\sqrt{2 \cdot N_c}}$$

Effect size	r
small	.10
medium	.30
large	.50

## TEST WILCOXON - WITHIN

1 coda 2 code	.05	.025	.01	.005	.001
$N_c$					
5	0				
6	2	0			
7	3	2	0		
8	5	3	1	0	
9	8	5	3	1	
10	10	8	5	3	0
11	13	10	7	5	1
12	17	13	9	7	2
13	21	17	12	9	4
14	25	21	15	12	6
15	30	25	19	15	8

Per la verifica delle ipotesi:

- se  $N_c < 15$  (campione piccolo) si utilizza la tavola;
- se  $N_c > 15$  (campione grande) si può utilizzare la distribuzione normale standardizzata.

$H_1$	$H_0$	$H_0 \rightarrow \min(T^+, T^-) > T_{critico}$	$H_0  _{N_c=11, \alpha=.05} \rightarrow T_{critico} = 13$
-------	-------	--	---

# TEST WILCOXON - *WITHIN*

- (1) raccolta e codifica dei dati (**distr. osservate**);
- (2) inserimento dei dati in una matrice;
- (3) definizione **ipotesi nulla** e **ipotesi alternativa**;
- (4) calcolo della differenza  $d_i$ ;
- (5) assegnazione dei ranghi e del segno ai valori  $d_i$ ;
- (6) verifica dell'ipotesi in base alla tabella dei valori critici oppure alla distribuzione teorica normale standardizzata;
- (7) se significativo il test, calcolo dell'*effect size*;
- (8) interpretazione dei risultati.

## ESEMPIO #4

Su 12 pazienti con sintomi depressivi viene rilevata il livello di depressione **prima** e **dopo** (**VD**, **O**) una psicoterapia breve (**VI**, manipolata, un solo gruppo).



$$H_0 \Rightarrow M\varepsilon_{pre} = M\varepsilon_{post}$$

$$H_1 \Rightarrow M\varepsilon_{pre} > M\varepsilon_{post}$$

$$\alpha = .05$$

**COMPOSTA  
MONODIREZIONALE**

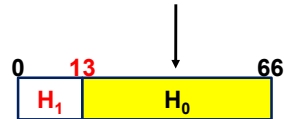
## ESEMPIO #4

SS	$X_i$	$Y_i$	$d_i (X_i - Y_i)$	$R d_i $	R(+)	R(-)
1	33	38	-5	7		7
2	45	43	+2	2	2	
3	50	42	+8	10	10	
4	45	44	+1	1	1	
5	46	49	-3	3.5		3.5
6	45	41	+4	5.5	5.5	
7	28	22	+6	8	8	
8	43	46	-3	3.5		3.5
9	32	32	0			
10	40	31	+9	11	11	
11	34	27	+7	9	9	
12	40	44	-4	5.5		5.5
<b>TOT</b>				<b>66</b>	<b>46.5</b>	<b>19.5</b>

$$H_0 \rightarrow \min(T^+, T^-) > T_{critico}$$

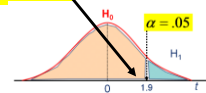
$$T^-_{critico} = 13$$

$$\min(T^+, T^-) = 19.5$$



$$r_{c^+} = +.41 \quad r = +.10$$

$$z_{T^+} = 1.2$$



## ESEMPIO #4

Questo risultato ci porta ad accettare l'ipotesi nulla.

$$H_0 \Rightarrow M\varepsilon_{pre} = M\varepsilon_{post}$$

$$H_1 \Rightarrow M\varepsilon_{pre} > M\varepsilon_{post}$$

I risultati non evidenziano una variazione significativa nel livello di depressione dopo il trattamento,  $T = 19.5$ ,  $N_c = 11$ ,  $z = 1.2$ ,  $p = .12$ ,  $r = +.1$ .



# TECNICHE DI ANALISI DEI DATI

AA 2018/2019

PROF. V.P. SENESE

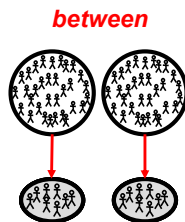
Questi materiali sono disponibili per tutti gli studenti al seguente indirizzo:

<https://goo.gl/xY15fR>

Seconda Università di Napoli (SUN) – Dipartimento di Psicologia – TECNICHE DI ANALISI DEI DATI – © Prof. V.P. Senese

## T TEST - *BETWEEN*

Quando le misure sono **indipendenti** o **between**, se la variabile **dipendente** è **quantitativa** (intervalli o rapporti), la statistica più adatta a verificare se ci sono delle variazioni nella distribuzione della variabile tra le due misurazioni è il **t test** per misure indipendenti.



### Assunzioni:

- (1) la variabile dipendente deve essere distribuita normalmente
- (2) le varianze devono essere omogenee.



## T TEST - BETWEEN

Media gruppo 1 e 2

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \sqrt{1/N_1 + 1/N_2}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 s_1^2 + N_2 s_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

stima della varianza ottenuta come  
media aritmetica ponderata

Ampiezza gruppo 1 e 2

$$gdl = (N_1 + N_2 - 2)$$

## T TEST - BETWEEN

$H_0$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2 n_1 + s_2^2 n_2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$gdl = (N_1 + N_2 - 2)$$

## T TEST - *BETWEEN*

Le formule per il calcolo della forza dell'effetto **d** o **r**:

$$d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

Effect size	d
small	.20
medium	.50
large	.80

$$r = \frac{|d|}{\sqrt{d^2 + \frac{(n_1 + n_2)^2}{n_1 \cdot n_2}}}$$

Effect size	r
small	.10
medium	.30
large	.50

## T TEST - *BETWEEN*

- (1) raccolta e codifica dei dati (**distr. osservate**);
- (2) inserimento dei dati in una matrice;
- (3) definizione **ipotesi nulla** e **ipotesi alternativa**;
- (4) calcolo del *t* Test e dei *gdl*;
- (5) verifica dell'ipotesi in base alla distribuzione teorica del *t di Student*;
- (6) se significativo il test, calcolo dell'*effect size*;
- (7) interpretazione dei risultati.

## ESEMPIO #5

Uno studente di Psicologia, ha letto che esistono due tipologie di persone in funzione del **locus of control**: i cosiddetti **esterni** e i cosiddetti **interni**; e che le **donne sono generalmente più esterne degli uomini**. Decide allora di verificare se questo fenomeno si manifesta anche tra i suoi amici. Somministra il questionario di Rotter sul LOC a 20 persone, 10 maschi e 10 femmine.

<b>GRUPPO A</b>	<i>M</i>	<b>Test 1 (<math>x_i</math>)</b>
<b>GRUPPO B</b>	<i>F</i>	<b>Test 1 (<math>y_i</math>)</b>

Disegno di ricerca correlazionale con due gruppi a misure indipendenti (*between*).

## ESEMPIO #5

<b>GRUPPO 1</b>	<i>M</i>	<b>Test 1 (<math>x_i</math>)</b>
<b>GRUPPO 2</b>	<i>F</i>	<b>Test 1 (<math>y_i</math>)</b>

L'ipotesi generale è che il sesso (**VI** non manipolata, N) influisca sul grado di esternalità (**VD**, I).

$$H_0 \Rightarrow \mu_1 = \mu_2 = \mu$$

$$H_1 \Rightarrow \mu_2 > \mu_1$$

$$\alpha = .05$$

COMPOSTA  
MONODIREZIONALE

## ESEMPIO #5

### Maschi

SS	Sesso	LOC
10	1	13
01	1	12
15	1	12
19	1	12
02	1	11
18	1	11
03	1	10
06	1	10
12	1	10
08	1	09

$N_1 = 10$

$$\bar{x}_1 = 11$$

$$\bar{x}_2 = 12.5$$

$$s_1^2 = 1.7$$

$$s_2^2 = 2.6$$

$$s_1 = 1.3$$

$$s_2 = 1.6$$

### Femmine

SS	Sesso	LOC
05	2	15
11	2	14
20	2	14
09	2	13
17	2	13
04	2	12
16	2	12
13	2	11
14	2	11
07	2	10

$N_2 = 10$

## ESEMPIO #5

$$\bar{x}_1 = 11$$

$$\bar{x}_2 = 12.5$$

$$s_1^2 = 1.7$$

$$s_2^2 = 2.6$$

$$s_1 = 1.3$$

$$s_2 = 1.6$$

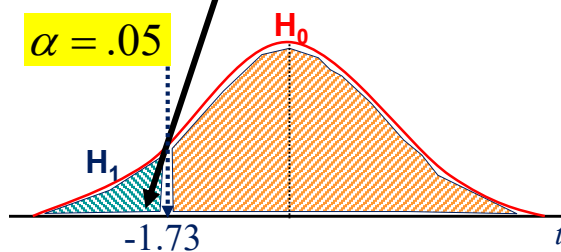
$$gdl = 10 + 10 - 2 = 18$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{10(1.7) + 10(2.6)}{10 + 10 - 2}} = 1.5456$$

$$d = -1.05$$

$$r = .465$$

$$t = \frac{11 - 12.5}{1.5456 \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}} = -2.1701$$



## ESEMPIO #5

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
LOC	Equal variances assumed	.844	.370	-2.355	18	.030	-1.50000	.63683	-2.83794	-.16206
	Equal variances not assumed			-2.355	17.074	.031	-1.50000	.63683	-2.84316	-.15684

Group Statistics

Sesso		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
LOC	Maschi	10	11.0000	1.24722	.39441
	Femmine	10	12.5000	1.58114	.50000

## ESEMPIO #5

Questo risultato ci porta a respingere l'ipotesi nulla e a supportare l'ipotesi alternativa.

$$H_0 \Rightarrow \mu_1 = \mu_2 = \mu$$

$$H_1 \Rightarrow \mu_2 > \mu_1$$

I risultati evidenziano una differenza significativa nel *Locus of control* in funzione del genere,  $t(18) = -2.355$ ,  $p = .015$  (una coda),  $d = 1.05$ . In particolare, i dati evidenziano che le donne ( $M = 12.5$ ) hanno un grado maggiore di esternalità rispetto agli uomini ( $M = 11.0$ ).



# TECNICHE DI ANALISI DEI DATI

**AA 2018/2019**

**PROF. V.P. SENESE**

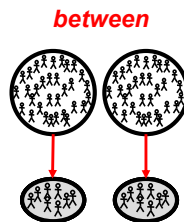
Questi materiali sono disponibili per tutti gli studenti al seguente indirizzo:

<https://goo.gl/xY15fR>

Seconda Università di Napoli (SUN) – Dipartimento di Psicologia – TECNICHE DI ANALISI DEI DATI – © Prof. V.P. Senese

## TEST U DI MANN-WHITNEY

Se la variabile è misurata su scala Ordinale la statistica più adatta per confrontare due gruppi (due misurazioni indipendenti) è l'applicazione del **test U Mann-Whitney**.



# TEST U DI MANN-WHITNEY

Mediante questo *test*, usando come parametro il **rango** (o la **mediana**), è possibile verificare se due campioni provengono dalla medesima popolazione.

$$H_0 \Rightarrow M\varepsilon_{G1} = M\varepsilon_{G2}$$

$$H_1 \Rightarrow M\varepsilon_{G1} \neq M\varepsilon_{G2}$$

$$H_1 \Rightarrow M\varepsilon_{G1} > M\varepsilon_{G2}$$

$$H_1 \Rightarrow M\varepsilon_{G1} < M\varepsilon_{G2}$$

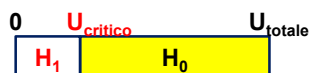
# TEST U DI MANN-WHITNEY

$$U_{G1} = \sum ranghi_{G1} - \frac{n_{G1} \cdot (n_{G1} + 1)}{2}$$

$$U_{G2} = \sum ranghi_{G2} - \frac{n_{G2} \cdot (n_{G2} + 1)}{2}$$

Se  $n_1$  o  $n_2 < 8$

$$\min(U_{G1}, U_{G2}) \Leftrightarrow U_{critico}$$



Se  $n_1$  e  $n_2 > 8$

$$|z| = \frac{U_{Gx} - \frac{n_{G1} \cdot n_{G2}}{2}}{\sqrt{\frac{n_{G1} \cdot n_{G2} \cdot (n_{G1} + n_{G2} + 1)}{12}}}$$

# TEST U DI MANN-WHITNEY

La formula per il calcolo della forza dell'effetto  $r_g$  (correlazione rango biseriale):

$$r_g = \frac{2 \cdot |\bar{R}_{G1} - \bar{R}_{G2}|}{n_{G1} + n_{G2}}$$

$$r = \frac{|z|}{\sqrt{n_{G1} + n_{G2}}}$$

Effect size	r
small	.10
medium	.30
large	.50

# TEST U DI MANN-WHITNEY

- (1) raccolta e codifica dei dati (valori osservati);
- (2) inserimento dei dati in una matrice;
- (3) definizione ipotesi nulla e ipotesi alternativa;
- (4) calcolo dei ranghi;
- (5) calcolo del valore  $U_{min}$ ;
- (6) verifica dell'ipotesi: se  $n_1$  o  $n_2 < 8$  si utilizzando le tabelle;  
se  $n_1$  o  $n_2 > 8$  si utilizza la distribuzione teorica *normale*;
- (7) si interpretano i risultati.



## ESEMPIO #6

GRUPPO 1	<i>M</i>	Test 1 ( $x_j$ )
GRUPPO 2	<i>F</i>	Test 1 ( $y_i$ )

L'ipotesi generale è che il sesso (**VI** non manipolata, N) influisca sul grado di esternalità (**VD**, I → **O**).

$$H_0 \Rightarrow M\varepsilon_M = M\varepsilon_F$$

$$H_1 \Rightarrow M\varepsilon_M < M\varepsilon_F$$

$$\alpha = .05$$

COMPOSTA  
MONODIREZIONALE

## ESEMPIO #6

$n_1 = 10$

SS	Sesso	LOC	Rango
10	1	13	16
01	1	12	12
15	1	12	12
19	1	12	12
02	1	11	7.5
18	1	11	7.5
03	1	10	3.5
06	1	10	3.5
12	1	10	3.5
08	1	09	1
Tot			78.5

$n_2 = 10$

SS	Sesso	LOC	Rango
05	2	15	20
11	2	14	18.5
20	2	14	18.5
09	2	13	16
17	2	13	16
04	2	12	12
16	2	12	12
13	2	11	7.5
14	2	11	7.5
07	2	10	3.5
Tot			131.5

$$\text{Rango medio}_{10} = \frac{2^\circ + 3^\circ + 4^\circ + 5^\circ}{4} = 3.5$$

## ESEMPIO #6

$$U_{G1} = \sum ranghi_{G1} - \frac{n_{G1} \cdot (n_{G1} + 1)}{2}$$

$$U_M = 78.5 - \frac{10 \cdot 11}{2} = 23.5$$

$$U_F = 131.5 - \frac{10 \cdot 11}{2} = 76.5$$

$$23.5 < U_{critico(10,10)} = 27$$



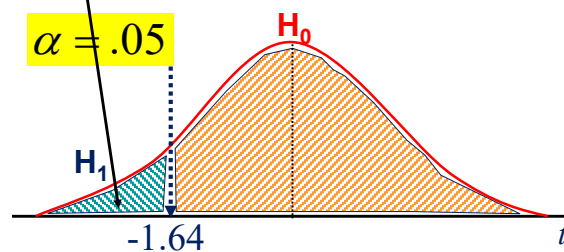
## ESEMPIO #6

$$U_M = 78.5 - \frac{10 \cdot 11}{2} = 23.5$$

$$|z| = \frac{23.5 - \frac{10 \cdot 10}{2}}{\sqrt{\frac{10 \cdot 10 \cdot (10 + 10 + 1)}{12}}} = -2.003$$

$$r_g = \frac{2 \cdot |7.85 - 13.15|}{10 + 10} = .53$$

$$r = \frac{|2.003|}{\sqrt{10 + 10}} = .45$$



## ESEMPIO #6

Group Statistics

Sesso		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
LOC	Maschi	10	11.0000	1.24722	.39441
	Femmine	10	12.5000	1.58114	.50000

Ranks

Sesso		N	Mean Rank	Sum of Ranks
LOC	Maschi	10	7.85	78.50
	Femmine	10	13.15	131.50
	Total	20		

Test Statistics<sup>b</sup>

	LOC
Mann-Whitney U	23.500
Wilcoxon W	78.500
Z	-2.038
Asymp. Sig. (2-tailed)	.042
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.043 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Sesso

## ESEMPIO #6

Questo risultato ci porta a respingere l'ipotesi nulla e a supportare l'ipotesi alternativa.

$$H_0 \Rightarrow M\varepsilon_M = M\varepsilon_F$$

$$H_1 \Rightarrow M\varepsilon_M < M\varepsilon_F$$

I risultati evidenziano una differenza significativa e forte nel *Locus of control* in funzione del genere,  $U = -2.03$ ,  $p = .043$  (una coda),  $r_g = .53$ . In particolare, i dati evidenziano che le donne ( $M = 12.5$ ) hanno un grado maggiore di esternalità rispetto agli uomini ( $M = 11.0$ ).



# TECNICHE DI ANALISI DEI DATI

**AA 2018/2019**

**PROF. V.P. SENESE**

Questi materiali sono disponibili per tutti gli studenti al seguente indirizzo:

<https://goo.gl/xY15fR>

Seconda Università di Napoli (SUN) – Dipartimento di Psicologia – TECNICHE DI ANALISI DEI DATI – © Prof. V.P. Senese

## CHI-QUADRATO

Se la variabile dipendente (**VD**) è misurata su scala **Ordinale** o **Nominale** il test adatto è il **test del Chi-quadrato**, applicato alle frequenze dei due gruppi (due misurazioni indipendenti).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(f_{o_{ij}} - f_{a_{ij}})^2}{f_{a_{ij}}}$$

$r$  = numero di righe, 1, 2, ...,  $i$   
 $c$  = numero di colonne, 1, 2, ...,  $j$   
 $f_o$  = frequenza osservata  
 $f_a$  = frequenza attesa

$$gdl_{\chi^2} = (r - 1)(c - 1)$$

### Assunzioni:

- (1) osservazioni indipendenti;
- (2) nessuna freq. osservata = 0;
- (3) nessuna freq. teorica < 1 e meno del 20% < 5.

## ESEMPIO #7

$f_o$	RICADUTA		
CONSUMO ALCOOL	Sì	No	TOT
Sì	20	13	33
No	48	96	144
TOT	68	109	177

L'ipotesi generale è che tra coloro che consumano alcool hanno una maggiore frequenza di ricaduta nel fumo.

$$H_0 \Rightarrow f_{11} = f_{12} \text{ e } f_{21} = f_{22}$$

$$\alpha = .05$$

$$H_1 \Rightarrow f_{11} \neq f_{12} \text{ e } f_{21} \neq f_{22}$$

## ESEMPIO #7

$f_o$	RICADUTA		
CONSUMO ALCOOL	Sì	No	TOT
Sì	20	13	33
No	48	96	144
TOT	68 (38%)	109 (62%)	177

$$H_0 \Rightarrow f_{11} = f_{12} \text{ e } f_{21} = f_{22}$$

$$p_{11} = \frac{68}{177} = .384$$

In base alle  
proporzioni  
marginali..

..oppure, in alternativa..

$$f_{a_{11}} = p_{11} \cdot f_{.1} = .384 \cdot 33 = 12.7$$

$$68 : 177 = f_a : 33 \Rightarrow f_a = \frac{68 \cdot 33}{177} = 12.7$$

## ESEMPIO #7

$f_o$	RICADUTA		
CONSUMO ALCOOL	Sì	No	TOT
Sì	20	13	33
No	48	96	144
TOT	68	109	177

$$H_0 \Rightarrow f_{11} = f_{12} \text{ e } f_{21} = f_{22}$$

$$f_{a_{11}} = \frac{68 \cdot 33}{177} = 12.7 \quad f_{a_{12}} = \frac{109 \cdot 33}{177} = 20.3$$

$$f_{a_{21}} = \frac{68 \cdot 144}{177} = 55.3 \quad f_{a_{22}} = \frac{109 \cdot 144}{177} = 88.7$$

## ESEMPIO #7

	RICADUTA		
CONSUMO ALCOOL	Sì	No	TOT
Sì	20	13	33
No	48	96	144
TOT	68	109	177

	Ricaduta Sì	Ricaduta No
Alcool Sì	12.7	20.3
Alcool No	55.3	88.7

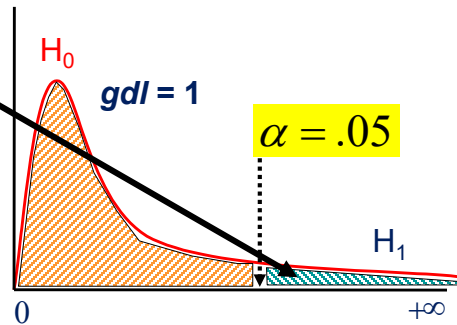
## ESEMPIO #7

$$\chi^2 = \frac{(20-12.7)^2}{12.7} + \frac{(13-20.3)^2}{20.3} + \frac{(48-55.3)^2}{55.3} + \frac{(96-88.7)^2}{88.7} =$$

$$= 4.21 + 2.64 + 0.96 + 0.61 =$$

$$\chi^2 = 8.42$$

$$gdl = (2-1)(2-1) = 1$$



## ESEMPIO #7

Chi-quadrato					
	Valore	df	Sig. asint. (2 vie)	Sig. esatta (2 vie)	Sig. esatta (1 via)
Chi-quadrato di Pearson	8,441 <sup>a</sup>	1	,004		
Correzione di continuit�	7,327	1	,007		
Rapporto di verosimiglianza	8,223	1	,004		
Test esatto di Fisher				,005	,004
Associazione lineare-lineare	8,393	1	,004		
N. di casi validi	177				

a. 0 celle (.0%) hanno un conteggio atteso inferiore a 5. Il conteggio atteso minimo   12.68.

b. Calcolato solo per una tabella 2x2

Tabella di contingenza Alcool * Ricaduta					
		Riaduta		Totale	
		1.00 Si	2.00 No		
Alcool	1.00 Si	Conteggio	20	13	33
		Conteggio atteso	12,7	20,3	33,0
		% entro Alcool	60,6%	39,4%	100,0%
		Residui stand.	2,1	-1,6	
2.00 No		Conteggio	48	96	144
		Conteggio atteso	55,3	88,7	144,0
		% entro Alcool	33,3%	66,7%	100,0%
		Residui stand.	-1,0	,8	
Totale		Conteggio	68	109	177
		Conteggio atteso	68,0	109,0	177,0
		% entro Alcool	38,4%	61,6%	100,0%

	Valore	Sig. appross.
V di Cramer	,218	,004
N. di casi validi	177	

## ESEMPIO #7

In base ai risultati raccolti e alle analisi effettuate possiamo dire che:

il consumo di alcool è associato alla frequenza di ricaduta nel fumo,  $\chi^2(1) = 8.44$ ,  $p = .004$  (due code),  $N = 177$ ,  $V = .218$ . Infatti, tra coloro che consumano alcool la percentuale di ricadute nel fumo è del **61%**,  $R = +2.01$ ;  $p < .05$ , mentre tra coloro che non consumano alcool la percentuale delle recidive scende al **33%**.