

Analisi Fattoriale: esercizi

*Metodi Quantitativi per Economia,
Finanza e Management*

Esercitazione n°8

Metodi Quantitativi per Economia, Finanza e Management

Obiettivi di questa esercitazione:



Analisi Fattoriale: esempio

Il data set **ECONOMIC_FREEDOM** contiene una serie di 14 indicatori relativi alla libertà economica nei diversi stati del mondo.

1. Eseguire un'analisi fattoriale a partire da tali indicatori:
 - STEP1: Identificazione soluzioni possibili
 - STEP2: Confronto comunalità
 - STEP3: Interpretazione dei fattori
2. Creazione di un dataset di output contenente i fattori selezionati.

Elenco variabili:

A_GVT_CONSUMPT A_INVEST B_JUD_IMPACT B_LAW_INTEGRITY
B_IMP_RIS_MAT C_FREEDOM_BANK C_GR_MONEY_SUPPLY C_INFL
C_STD_INFL D_ACTUAL_EXP_TRADE D_INT_CAP_CONTROL D_TARIF
E_CREDIT_REG E_NEW_BUSINESS



Tracciato

Variabile	Descrizione
COUNTRY	Nome del paese
CONTINENTE	AF-Africa; AM-America Nord; AS-Asia; OC-Oceania; EU-Europa
A_GVT_CONSUMPT	Consumi pubblici – Rapporto tra consumi pubblici e consume totali (indice)
A_INVEST	Libertà di investimenti
B_JUD_IMPART	Imparzialità delle corti: contesto legale in cui i privati possono opporsi legalmente ad azioni del governo.
B_IMP_RIS_MAT	Libertà di impiego di risorse materiali per avere un ritorno economico
B_LAW_INTEGRITY	Integrità del sistema giudiziario
C_GR_MONEY_SUPPLY	Crescita media annuale dell'offerta di moneta (ultimi 5 anni) - Crescita media annuale PIL (ultimi 10 anni)
C_INFL	Tasso di inflazione recente (indice alto se inflazione bassa)
C_STD_INFL	Variabilità del tasso di inflazione negli ultimi 5 anni. (indice alto se inflazione stabile)
C_FREEDOM_BANK	Libertà di possedere conti presso banche straniere nel paese o all'estero
D_TARIF	Tasse sul commercio con l'estero (indice alto se tasse basse e poco variabili)
D_ACTUAL_EXP_TRADE	Dimensione del settore del commercio internazionale rispetto a quella attesa
D_INT_CAP_CONTROL	Livello del controllo sul mercato dei capitali internazionali (indice elevato se è elevata la libertà di accesso ai capitali e ai mercati internazionali)
E_CREDIT_REG	Regolamentazione del mercato del credito (indice elevato se c'è concorrenza con banche straniere, se molte banche sono private, se il credito al settore privato è elevato, se i tassi di interesse sono determinati dal libero mercato)
E_NEW_BUSINESS	Facilità e trasparenza nella realizzazione di nuovi business



Estrazione fattori

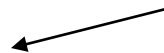
```
economic=read.csv("economic_freedom.csv", header=T)
```

STEP 1: creare un dataset con le variabili di interesse

```
economic2=economic[, c("A_GVT_CONSUMPT", "A_INVEST",  
"B_JUD_IMPACT", "B_LAW_INTEGRITY", "B_IMP_RIS_MAT",  
"C_FREEDOM_BANK", "C_GR_MONEY_SUPPLY", "C_INFL",  
"C_STD_INFL", "D_ACTUAL_EXP_TRADE", "D_INT_CAP_CONTROL",  
"D_TARIF", "E_CREDIT_REG", "E_NEW_BUSINESS")]
```

```
> economic=read.csv("economic_freedom.csv", header=T)  
> economic2=economic[, c("A_GVT_CONSUMPT"  
+ , "A_INVEST"  
+ , "B_JUD_IMPACT"  
+ , "B_LAW_INTEGRITY"  
+ , "B_IMP_RIS_MAT"  
+ , "C_FREEDOM_BANK"  
+ , "C_GR_MONEY_SUPPLY"  
+ , "C_INFL"  
+ , "C_STD_INFL"  
+ , "D_ACTUAL_EXP_TRADE"  
+ , "D_INT_CAP_CONTROL"  
+ , "D_TARIF"  
+ , "E_CREDIT_REG"  
+ , "E_NEW_BUSINESS")]  
> head(economic2)  
  A_GVT_CONSUMPT A_INVEST B_JUD_IMPACT B_LAW_INTEGRITY B_IMP_RIS_MAT  
1      8.417789      2      0.500000      3.333333      1.666660  
2      4.548596     10      4.833333      3.333333      6.666667  
3      4.702270      0      4.166667      1.666667      3.333333  
4      7.532608     10      4.000000      3.333333      5.000000  
5      7.374031      7      5.166667      6.666660      8.333333  
6      4.782483      6      5.333333     10.000000     10.000000
```

Controllo che il dataset
creato abbia solo le
variabili di interesse



Estrazione fattori

STEP 1: estrazione delle componenti principali

```
fit <- princomp(economic2, cor=TRUE)
```

```
summary(fit)
```

```
> fit <- princomp(economic2, cor=TRUE)
```

```
> summary(fit)
```

```
Importance of components:
```

	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5
Standard deviation	2.3971241	1.2896940	1.17550614	0.99486316	0.89682057
Proportion of Variance	0.4104431	0.1188079	0.09870105	0.07069662	0.05744908
Cumulative Proportion	0.4104431	0.5292510	0.62795209	0.69864872	0.75609780
	Comp.6	Comp.7	Comp.8	Comp.9	Comp.10
Standard deviation	0.83937538	0.77801485	0.69707222	0.65841730	0.57933747
Proportion of Variance	0.05032507	0.04323622	0.03470783	0.03096524	0.02397371
Cumulative Proportion	0.80642287	0.84965909	0.88436693	0.91533217	0.93930587
	Comp.11	Comp.12	Comp.13	Comp.14	
Standard deviation	0.51213932	0.5025090	0.44509255	0.369876280	
Proportion of Variance	0.01873476	0.0180368	0.01415053	0.009772033	
Cumulative Proportion	0.95804064	0.9760774	0.99022797	1.00000000	

Varianza percentuale spiegata delle componenti sulla varianza totale



Estrazione fattori

STEP 1: regola degli autovalori > 1

```
> Eig.val <- get_eigenvalue(fit)
> Eig.val
```

	eigenvalue	variance.percent	cumulative.variance.percent
Dim.1	5.7462040	41.0443143	41.04431
Dim.2	1.6633106	11.8807901	52.92510
<u>Dim.3</u>	<u>1.3818147</u>	<u>9.8701049</u>	<u>62.79521</u>
Dim.4	0.9897527	7.0696622	69.86487
Dim.5	0.8042871	5.7449081	75.60978
Dim.6	0.7045510	5.0325074	80.64229
Dim.7	0.6053071	4.3236222	84.96591
Dim.8	0.4859097	3.4707834	88.43669
Dim.9	0.4335133	3.0965239	91.53322
Dim.10	0.3356319	2.3973708	93.93059
Dim.11	0.2622867	1.8734763	95.80406
Dim.12	0.2525153	1.8036804	97.60774
Dim.13	0.1981074	1.4150527	99.02280
Dim.14	0.1368085	0.9772033	100.00000

Sulla base della regola degli autovalori > 1 , decidiamo di prendere in considerazione i primi **3 fattori**.

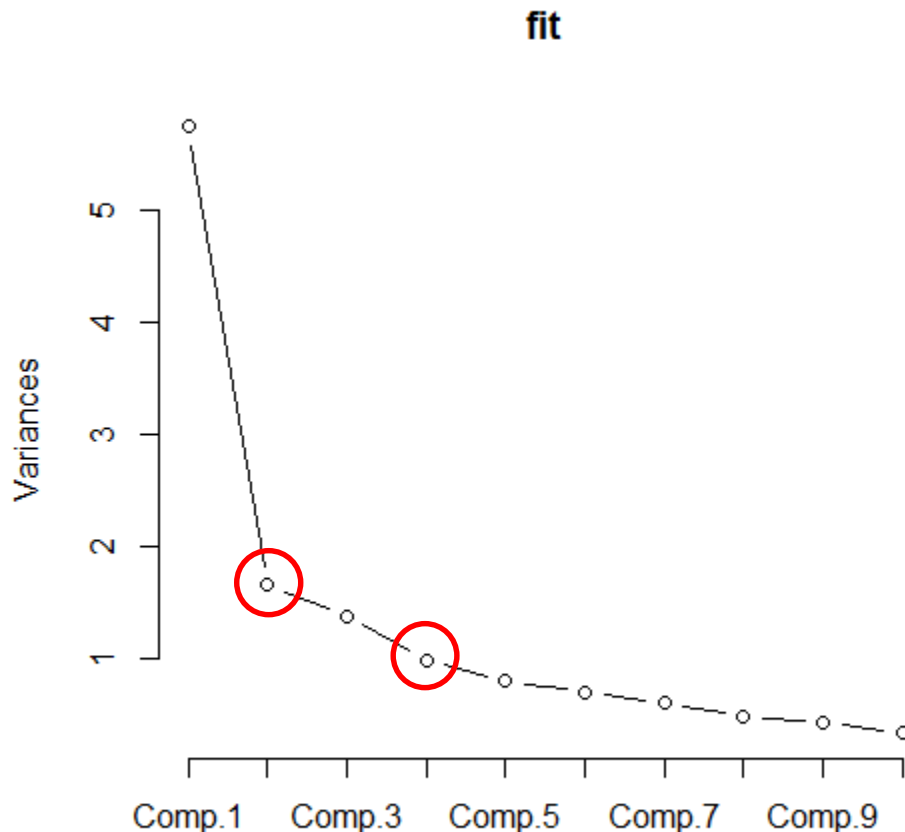
Tale soluzione consente di spiegare nel complesso il **63%** della varianza totale.



Estrazione fattori

STEP 1: lettura scree plot

```
plot(fit, type='lines')
```



Il grafico Scree Plot mostra un gomito in corrispondenza di 2 fattori, e un gomito più «accennato» in corrispondenza di 4 fattori.

Proseguiamo quindi l'analisi considerando come possibili soluzioni i valori di 2 e 4 fattori, in aggiunta alla soluzione a 3 fattori.

%Varianza totale spiegata:

- **2 fattori → 53%**
- **4 fattori → 70%**



Confronto tra soluzioni

STEP 2: confronto soluzioni scelte

Estrazione fattori per le soluzioni a 2, 3 e a 4 fattori:

```
z2=principal(economic2, residuals=FALSE, nfactors = 2,  
             rotate="none")
```

```
z3=principal(economic2, residuals=FALSE, nfactors = 3,  
             rotate = "none")
```

```
z4=principal(economic2, residuals=FALSE, nfactors = 4,  
             rotate = "none")
```

```
z2$communality
```

```
z3$communality
```

```
z4$communality
```



Confronto tra soluzioni

STEP 2: confronto soluzioni scelte

Per ogni variabile si evidenziano le celle in corrispondenza delle quali la comunaltà aumenta in maniera sostanziale grazie all'estrazione di un ulteriore fattore.

Variable	COMUNALITA'		
	n=2	n=3	n=4
A_GVT_CONSUMPT	0.53	0.62	0.72
A_INVEST	0.42	0.54	0.54
B_JUD_IMPART	0.62	0.77	0.78
B_IMP_RIS_MAT	0.65	0.65	0.66
B_LAW_INTEGRITY	0.64	0.67	0.69
C_GR_MONEY_SUPPLY	0.62	0.63	0.75
C_INFL	0.65	0.65	0.69
C_FREEDOM_BANK	0.56	0.77	0.83
C_STD_INFL	0.51	0.53	0.53
D_TARIF	0.51	0.58	0.58
D_ACTUAL_EXP_TRADE	0.07	0.58	0.73
D_INT_CAP_CONTROL	0.59	0.65	0.82
E_CREDIT_REG	0.42	0.45	0.74
E_NEW_BUSINESS	0.63	0.70	0.73

La soluzione a 2 fattori non fornisce una spiegazione adeguata per la variabile D_ACTUAL_EXP_TRADE (comunaltà < 0.3): tale variabile ha probabilmente un alto contenuto di specificità.

La soluzione a 4 fattori comporta recupero di capacità esplicativa solo su un paio di variabili.

Nella soluzione a 3 fattori, la % di varianza spiegata per ogni variabile originaria è già soddisfacente (comunaltà > 0.3-0.4)

CONCLUSIONE: scegliamo la soluzione a 3 fattori. Se l'interpretazione non dovesse essere soddisfacente, proveremo la soluzione a 4



Rotazione fattori

STEP 3: rotazione dei fattori

Consideriamo la soluzione a 3 fattori e operiamo una rotazione dei fattori con il metodo Varimax.

```
z3_v=principal(economic2, residuals=FALSE, nfactors = 3,  
               rotate="varimax")
```

IMPORTANTE: la % di varianza originaria, spiegata complessivamente dai fattori ruotati, rimane inalterata, mentre si modifica la % di varianza spiegata da ciascun fattore



Rotazione fattori

Varianza spiegata dai fattori:

La % di varianza originaria, spiegata complessivamente dai fattori ruotati, rimane inalterata, mentre si modifica la % di varianza spiegata da ciascun fattore.

z3\$loadings

	PC1	PC2	PC3
SS loadings	5.746	1.663	1.382
Proportion Var	0.410	0.119	0.099
Cumulative Var	0.410	0.529	0.628

z3_v\$loadings

	RC1	RC3	RC2
SS loadings	3.552	2.826	2.412
Proportion Var	0.254	0.202	0.172
Cumulative Var	0.254	0.456	0.628



Tracciato

Variabile	Descrizione
COUNTRY	Nome del paese
CONTINENTE	AF-Africa; AM-America Nord; AS-Asia; OC-Oceania; EU-Europa
A_GVT_CONSUMPT	Consumi pubblici – Rapporto tra consumi pubblici e consume totali (indice)
A_INVEST	Libertà di investimenti
B_JUD_IMPART	Imparzialità delle corti: contesto legale in cui i privati possono opporsi legalmente ad azioni del governo.
B_IMP_RIS_MAT	Libertà di impiego di risorse materiali per avere un ritorno economico
B_LAW_INTEGRITY	Integrità del sistema giudiziario
C_GR_MONEY_SUPPLY	Crescita media annuale dell'offerta di moneta (ultimi 5 anni) - Crescita media annuale PIL (ultimi 10 anni)
C_INFL	Tasso di inflazione recente (indice alto se inflazione bassa)
C_STD_INFL	Variabilità del tasso di inflazione negli ultimi 5 anni. (indice alto se inflazione stabile)
C_FREEDOM_BANK	Libertà di possedere conti presso banche straniere nel paese o all'estero
D_TARIF	Tasse sul commercio con l'estero (indice alto se tasse basse e poco variabili)
D_ACTUAL_EXP_TRADE	Dimensione del settore del commercio internazionale rispetto a quella attesa
D_INT_CAP_CONTROL	Livello del controllo sul mercato dei capitali internazionali (indice elevato se è elevata la libertà di accesso ai capitali e ai mercati internazionali)
E_CREDIT_REG	Regolamentazione del mercato del credito (indice elevato se c'è concorrenza con banche straniere, se molte banche sono private, se il credito al settore privato è elevato, se i tassi di interesse sono determinati dal libero mercato)
E_NEW_BUSINESS	Facilità e trasparenza nella realizzazione di nuovi business



Interpretazione fattori

STEP 3: interpretazione dei fattori

```
> z3_v=principal(economic2, residuals=FALSE, nfactors = 3, rotate="varimax")
> print(z3_v$loadings, sort=TRUE, cutoff=0.3)
```

Loadings:

	RC1	RC3	RC2
A_INVEST	0.621		0.385
B_IMP_RIS_MAT	0.579	0.523	
C_FREEDOM_BANK	0.874		
D_INT_CAP_CONTROL	0.772		
D_TARIF	0.706		
E_CREDIT_REG	0.537		0.323
A_GVT_CONSUMPT	-0.321	-0.663	
B_JUD_IMPACT	0.338	0.764	
B_LAW_INTEGRITY	0.445	0.612	0.314
D_ACTUAL_EXP_TRADE		0.689	
E_NEW_BUSINESS	0.438	0.689	
C_GR_MONEY_SUPPLY			0.784
C_INFL			0.786
C_STD_INFL			0.705

	RC1	RC3	RC2
SS loadings	3.552	2.826	2.412
Proportion Var	0.254	0.202	0.172
Cumulative Var	0.254	0.456	0.628



Interpretazione fattori

STEP 3: interpretazione dei fattori

Variabile	Descrizione	Factor1	Factor3	Factor2	
C_FREEDOM_BANK	Libertà conti c/o banche stran. o estero	0.87			LIBERTA' DI CAPITALI
D_INT_CAP_CONTROL	Libertà di accesso a cap. e mkt internaz.	0.77			
D_TARIF	Basse tasse su comm. con estero	0.71			
A_INVEST	Libertà di investimenti	0.62		0.39	
B_IMP_RIS_MAT	Libertà di imp. risorse materiale	0.58	0.52		
E_CREDIT_REG	Regolament. mkt credito	0.54			
B_JUD_IMPART	Imparzialità delle corti		0.76		LIBERTA' DI BUSINESS
E_NEW_BUSINESS	Faciltà realizz. newbusiness	0.44	0.69		
D_ACTUAL_EXP_TRADE	Dim. settore comm. internaz.		0.69		
B_LAW_INTEGRITY	Integrità sist. giudiz.	0.44	0.61		
A_GVT_CONSUMPT	Consumi pubblici		-0.66		
C_INFL	Bassa infl. recente			0.79	VALORE MONETA
C_GR_MONEY_SUPPLY	Crescita offerta di moneta			0.78	
C_STD_INFL	Bassa variab. tasso infl.			0.7	



fa.diagram – Rotazione - Output

Per visualizzare in modo automatico i vari raggruppamenti dei fattori latenti possiamo usare questa funzione:

```
fa.diagram(nome_oggetto_analisi_fatt_con_rotazione)
```

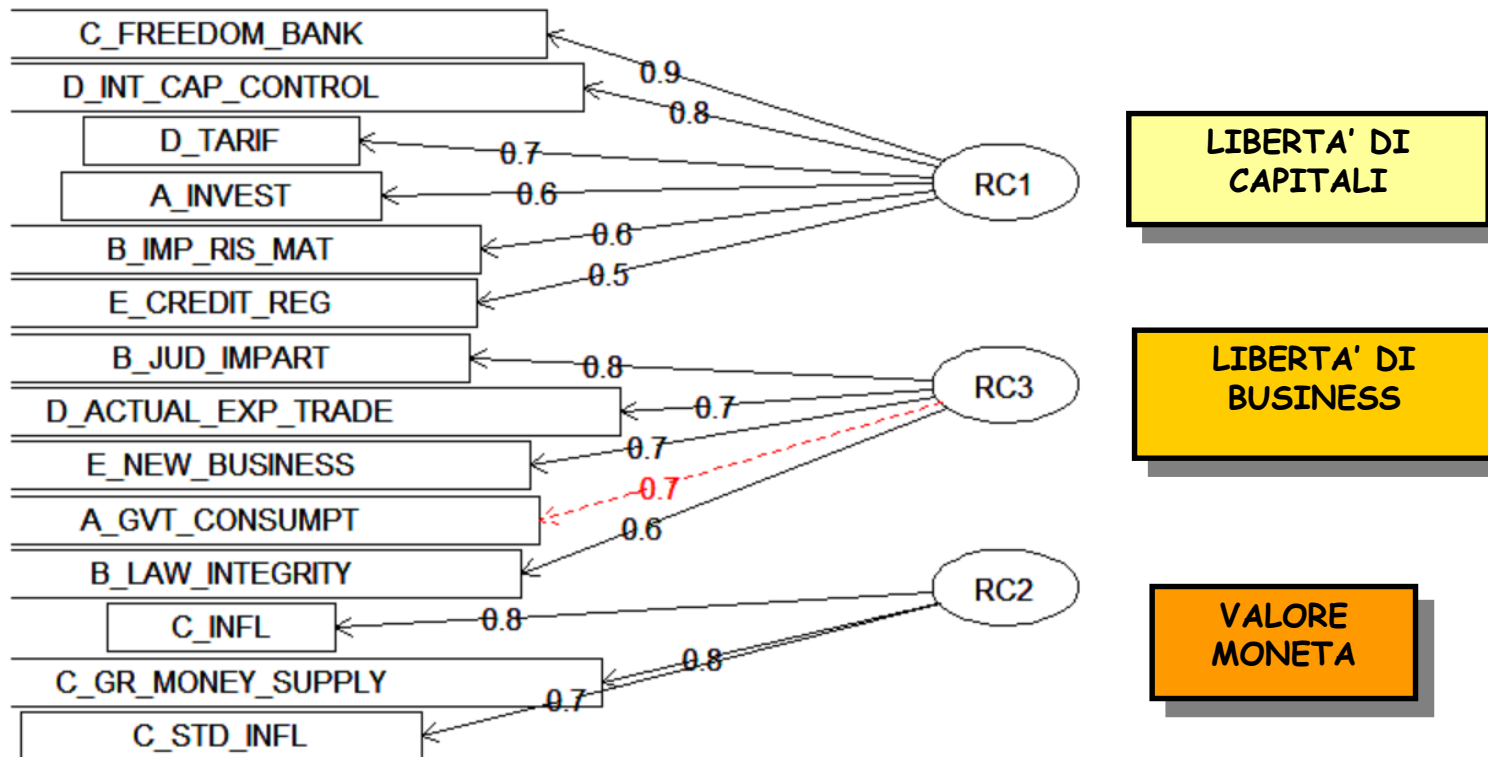
Nel nostro caso scriviamo:

```
fa.diagram(z3_v)
```



fa.diagram – Rotazione - Output

Factor Analysis



LIBERTA' DI
CAPITALI

LIBERTA' DI
BUSINESS

VALORE
MONETA



Salvare i fattori latenti - Esempio

```
z3_v=principal(economic2, residuals=FALSE,  
nfactors = 3, rotate="varimax", score=TRUE)
```

```
economic3=cbind(economic2, z3_v$scores)
```

```
> z3_v=principal(economic2, residuals=FALSE, nfactors = 3, rotate="varimax", score=TRUE)  
> economic3=cbind(economic, z3_v$scores)  
> names(economic3)  
[1] "continente"          "country"          "A_GVT_CONSUMPT"   "A_INVEST"  
[5] "B_JUD_IMPACT"       "B_IMP_RIS_MAT"    "B_LAW_INTEGRITY"  "C_GR_MONEY_SUPPLY"  
[9] "C_INFL"             "C_FREEDOM_BANK"   "C_STD_INFL"       "D_TARIF"  
[13] "D_ACTUAL_EXP_TRADE" "D_INT_CAP_CONTROL" "E_CREDIT_REG"     "E_NEW_BUSINESS"  
[17] "RC1"                "RC3"              "RC2"
```



Fattori

- Una volta scelta la soluzione ottimale, è possibile utilizzare i fattori ottenuti come nuove “macro-variabili” da inserire in ulteriori analisi sul fenomeno indagato, al posto delle variabili originarie;
- Nel file di dati si potranno aggiungere 3 nuove variabili:
 - **Libertà di capitali**
 - **Libertà di business**
 - **Valore della moneta**



Come rinominare i fattori

- Scaricare e richiamare il pacchetto plyr

```
library(plyr)
```

```
economic3=rename(economic3,  
c("RC1"="liberta_capitali",  
"RC2"="valore_moneta", "RC3"="liberta_business"))  
names(economic3)
```

```
> economic3=rename(economic3, c("RC1"="liberta_capitali", "RC2"="valore_moneta", "RC3"="liberta_business"))  
> names(economic3)  
[1] "continente"          "country"             "A_GVT_CONSUMPT"     "A_INVEST"  
[5] "B_JUD_IMPART"       "B_IMP_RIS_MAT"       "B_LAW_INTEGRITY"    "C_GR MONEY_SUPPLY"  
[9] "C_INFL"             "C_FREEDOM_BANK"     "C_STD_INFL"         "D_TARIF"  
[13] "D_ACTUAL_EXP_TRADE" "D_INT_CAP_CONTROL"  "E_CREDIT_REG"       "E_NEW_BUSINESS"  
[17] "liberta_capitali"   "liberta_business"   "valore_moneta"
```



Metodi Quantitativi per Economia, Finanza e Management

Obiettivi di questa esercitazione:



Step di analisi (1/2)

STEP 1: scegliere quanti fattori considerare (scelta di varie soluzioni)

- la regola autovalori > 1
- lettura dello SCREE PLOT
- Circa 1/3 delle variabili originarie
- Variabilità spiegata $> 60\%$

```
Nome_1 = princomp(nome_subset, cor=TRUE)
```

```
get_eigenvalue(nome_1)
```

```
plot(nome_1, type='lines')
```

STEP 2: confrontare le soluzioni scelte

- cumunalità finali

```
Nome_2= principal(nome_subset, residuals=FALSE, nfactors = num_fattori,  
rotate = 'none')
```

```
Nome_2$communality
```



Step di analisi (2/2)

STEP 3: una volta scelta la soluzione finale

- ruotare i fattori
- interpretare i fattori
- salvare il data set con i fattori e rinominarli

```
nome_3= principal(nome_subset, residuals=FALSE, nfactors = num_fattori,  
rotate = 'varimax', score=TRUE)
```

```
nome_3$loadings
```

```
fa.diagram(nome_3)
```

```
Nome_4=cbind(dataset_originale, nome_2$scores)
```

STEP 4: se l'interpretazione non è soddisfacente ripetere lo step n°3 variando metodo di rotazione o provando un'altra soluzione.



Metodi Quantitativi per Economia, Finanza e Management

Obiettivi di questa esercitazione:



Esercizio

Il data set **TELEFONIA** contiene una serie di variabili che rappresentano giudizi di soddisfazione in merito a 21 caratteristiche relative a operatore/tariffa telefonica.

1. Eseguire un'analisi fattoriale a partire dalle variabili di soddisfazione:
 - Identificazione soluzioni possibili
 - Confronto comunalità
 - Interpretazione dei fattori
2. Creazione di un dataset di output contenente i fattori selezionati.

Elenco variabili:

AccessoWeb_2 AltriOperatori_2 assistenza_2 Autoricarica_2 CambioTariffa_2
ChiamateTuoOperatore_2 ChiarezzaTariffe_2 ComodatoUso_2 copertura_2
CostoMMS_2 CostoSMS_2 diffusione_2 DurataMinContratto_2 immagine_2
MMSTuoOperatore_2 NavigazioneWeb_2 NoScattoRisp_2 NumeriFissi_2
Promozioni_2 SMSTuoOperatore_2 vsPochiNumeri_2



Esercizio - Tracciato

Variabile	Descrizione
AccessoWeb_2	Livello di soddisfazione relativo al costo di accesso a internet
AltriOperatori_2	Livello di soddisfazione relativo ai costi verso altri operatori
assistenza_2	Livello di soddisfazione relativo al servizio di assistenza
Autoricarica_2	Livello di soddisfazione relativo alla possibilità di autoricarica
CambioTariffa_2	Livello di soddisfazione relativo alla facilità di cambiamento della tariffa
ChiamateTuoOperatore_2	Livello di soddisfazione relativo alla possibilità di effettuare chiamate a costi inferiori verso numeri dello stesso operatore
ChiarezzaTariffe_2	Livello di soddisfazione relativo alla chiarezza espositiva delle tariffe
ComodatoUso_2	Livello di soddisfazione relativo alla possibilità di rivedere un cellulare in comodato d'uso
copertura_2	Livello di soddisfazione relativo alla copertura della rete
CostoMMS_2	Livello di soddisfazione relativo al costo degli MMS
CostoSMS_2	Livello di soddisfazione relativo al costo degli SMS
diffusione_2	Livello di soddisfazione relativo alla diffusione
DurataMinContratto_2	Livello di soddisfazione relativo alla presenza di una durata minima del contratto
immagine_2	Livello di soddisfazione relativo all'immagine
MMSTuoOperatore_2	Livello di soddisfazione relativo alla possibilità inviare MMS a costi inferiori verso numeri dello stesso operatore
NavigazioneWeb_2	Livello di soddisfazione relativo al costo di navigazione in internet
NoScattoRisp_2	Livello di soddisfazione relativo all'assenza di scatto alla risposta
NumeriFissi_2	Livello di soddisfazione relativo alle agevolazioni verso numeri fissi
Promozioni_2	Livello di soddisfazione relativo alla possibilità di attivare promozioni sulle tariffe
SMSTuoOperatore_2	Livello di soddisfazione relativo alla possibilità inviare SMS a costi inferiori verso numeri dello stesso operatore
vsPochiNumeri_2	Livello di soddisfazione relativo alle agevolazioni verso uno o più numeri di telefono

