

Analisi Multilivello con *Mplus*

Seminario 4 – 30 Maggio 2016

Valerio Ghezzi

Dipartimento di Psicologia

Sapienza – Università di Roma

- **TWO-Level Efa;**
- **TWO-Level CFA;**
- **Invarianza di misura tra I livelli;**
- **Il fit di “livello”.**

TWO-Level EFA

TWO-Level EFA

L'EFA multilivello è utile nel caso in cui: 1) non si abbia **alcuna teoria di riferimento sulla struttura fattoriale della scala**; 2) non si abbia idea della struttura fattoriale della scala **soltanto rispetto a uno dei livelli di analisi**; 3) Condurre una EFA su un unico livello **“controllando” per la variabilità degli item sugli altri livelli** (Hox, 2010);

I criteri per determinare il numero di fattori da estrarre sono gli stessi dell'EFA condotta su un unico livello: 1) **Interpretabilità della soluzione**; 2) **Scree-test degli autovalori**; 3) **Analisi dei residui su entrambi i livelli** (Brown, 2015);

Il punto di partenza è una matrice di varianze e covarianze WITHIN e una BETWEEN. Il punto d'arrivo è una matrice di saturazioni WITHIN e una BETWEEN.

TWO-Level EFA - ESEMPIO

66.187 lavoratori nested in 3524 organizzazioni
(average cluster size = 18.715)

14 item misurati su una scala Likert da 1 a 5 (1=minimo accordo);

6 item che misurano il JOB CONTROL
(es. *I can decide when to take a break*);

8 item che misurano le JOB DEMANDS
(es. *I have to work very fast*)

ESTRATTO DELL'INPUT

ANALYSIS: TYPE = TWOLEVEL EFA I 3 UW* I 3 UB*;

! ESTRAZIONE DI I-3 FATTORI A LIVELLO WITHIN E BETWEEN

! IL SIMBOLO * STIMA ANCHE I MODELLI IN CONGIUNZIONE CON

! LA PARTE SATURA DI CIASCUN LIVELLO (ES. I FATTORE WITHIN E

! IL MODELLO SATURO A LIVELLO BETWEEN)

ESTIMATOR = MLR;

ROTATION = GEOMIN;

OUTPUT: RES;

! RICHIEDE I RESIDUI STANDARDIZZATI MODEL-IMPLIED

ICC(I) a livello degli item

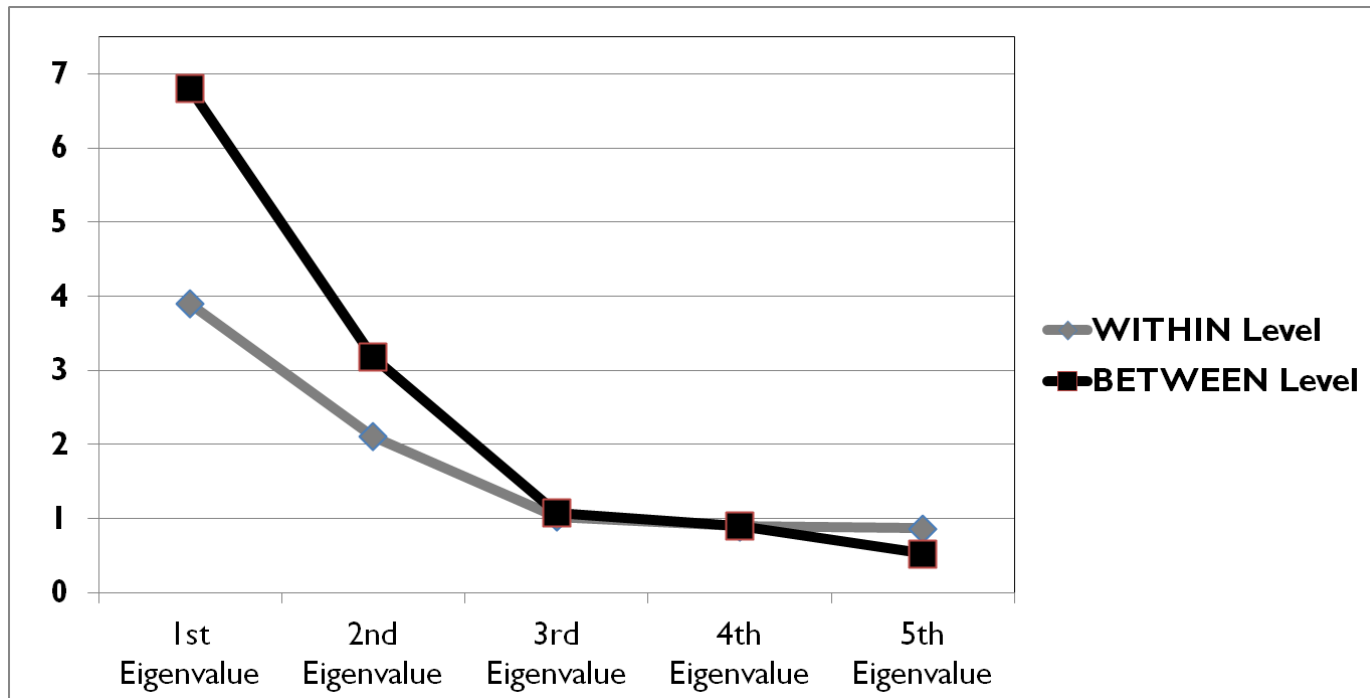
Estimated Intraclass Correlations for the Y Variables

Intraclass		Intraclass		Intraclass	
Variable	Correlation	Variable	Correlation	Variable	Correlation
D2_CO	0.342	D3_DE	0.157	D6_DE	0.161
D9_DE	0.242	D10_CO	0.138	D12_DE	0.178
D15_CO	0.176	D16_DE	0.170	D18_DE	0.213
D19_CO	0.200	D20_DE	0.230	D22_DE	0.164
D25_CO	0.137	D30_CO	0.245		

Scree-test (WITHIN e BETWEEN)

EIGENVALUES FOR WITHIN LEVEL SAMPLE CORRELATION MATRIX					
	1	2	3	4	5
1	3.902	2.110	1.016	0.890	0.863

EIGENVALUES FOR BETWEEN LEVEL SAMPLE CORRELATION MATRIX					
	1	2	3	4	5
1	6.806	3.176	1.076	0.898	0.526



Loadings (Pattern Matrix)

WITHIN LEVEL RESULTS

	1	2
D2_CO	0.127*	0.389*
D3_DE	0.530*	0.009
D6_DE	0.667*	0.004
D9_DE	0.518*	-0.096*
D10_CO	0.051*	0.640*
D12_DE	0.626*	-0.065*
D15_CO	-0.014*	0.769*
D16_DE	0.388*	0.065*
D18_DE	0.433*	0.077*
D19_CO	-0.023*	0.701*
D20_DE	0.571*	-0.044*
D22_DE	0.716*	0.010*
D25_CO	0.036*	0.647*
D30_CO	0.065*	0.305*

FACTOR CORRELATIONS

	1	2
1	1.000	
2	0.335*	1.000

BETWEEN LEVEL RESULTS

	1	2
D2_CO	0.000	0.722*
D3_DE	0.900*	-0.052*
D6_DE	0.873*	-0.005*
D9_DE	0.658*	0.114*
D10_CO	0.137*	0.880*
D12_DE	0.942*	-0.167*
D15_CO	-0.021	0.969*
D16_DE	0.520*	0.396*
D18_DE	0.559*	0.208*
D19_CO	-0.069*	0.941*
D20_DE	0.676*	0.147*
D22_DE	0.892*	0.119*
D25_CO	0.214*	0.816*
D30_CO	0.118*	0.604*

FACTOR CORRELATIONS

	1	2
1	1.000	
2	0.249*	1.000

Residui (WITHIN)

Correlazioni Residue WITHIN (SRMR = .03)

	Residuals for Correlations				
	D2_CO	D3_DE	D6_DE	D9_DE	D10_CO
D2_CO	0.000				
D3_DE	-0.028	0.000			
D6_DE	-0.031	0.032	0.000		
D9_DE	0.051	-0.018	-0.066	0.000	
D10_CO	0.020	-0.001	0.003	-0.017	0.000
D12_DE	-0.039	0.046	-0.017	0.023	-0.005
D15_CO	-0.013	0.000	0.000	0.008	-0.007
D16_DE	0.135	-0.003	-0.034	0.026	0.002
D18_DE	0.002	0.000	-0.012	-0.033	-0.009
D19_CO	0.024	-0.004	-0.010	0.036	-0.018
D20_DE	0.027	-0.024	-0.075	0.184	0.012
D22_DE	-0.019	-0.031	0.084	-0.052	0.000
D25_CO	-0.046	0.011	0.005	-0.032	0.016
D30_CO	0.056	-0.002	-0.028	0.004	-0.010

	Residuals for Correlations				
	D12_DE	D15_CO	D16_DE	D18_DE	D19_CO
D12_DE	0.000				
D15_CO	0.010	0.000			
D16_DE	-0.007	-0.025	0.000		
D18_DE	-0.002	-0.006	0.039	0.000	
D19_CO	-0.005	0.015	0.003	-0.002	0.000
D20_DE	0.009	0.001	0.023	-0.006	0.008
D22_DE	-0.017	0.000	-0.023	0.012	-0.010
D25_CO	0.007	0.000	-0.013	0.006	-0.023
D30_CO	0.003	-0.041	0.025	0.020	0.008

	Residuals for Correlations			
	D20_DE	D22_DE	D25_CO	D30_CO
D20_DE	0.000			
D22_DE	-0.026	0.000		
D25_CO	-0.009	0.007	0.000	
D30_CO	0.020	-0.014	0.043	0.000

Residui (BETWEEN)

Correlazioni Residue BETWEEN (SRMR = .07)

	Residuals for Correlations				
	D2_CO	D3_DE	D6_DE	D9_DE	D10_CO
D2_CO	0.000				
D3_DE	-0.021	0.000			
D6_DE	-0.049	-0.023	0.000		
D9_DE	0.064	-0.021	-0.143	0.000	
D10_CO	-0.053	0.021	0.023	-0.067	0.000
D12_DE	-0.065	0.039	-0.027	0.062	0.020
D15_CO	-0.050	0.034	0.049	-0.102	0.001
D16_DE	0.262	0.054	-0.063	0.092	-0.111
D18_DE	0.075	0.047	0.098	-0.142	-0.049
D19_CO	-0.076	-0.022	0.029	-0.036	0.027
D20_DE	-0.019	-0.068	-0.089	0.300	-0.023
D22_DE	-0.012	-0.028	0.092	-0.100	-0.005
D25_CO	-0.123	0.022	0.028	-0.145	0.028
D30_CO	0.130	0.023	-0.062	0.041	-0.056

	Residuals for Correlations				
	D12_DE	D15_CO	D16_DE	D18_DE	D19_CO
D12_DE	0.000				
D15_CO	0.007	0.000			
D16_DE	-0.018	-0.079	0.000		
D18_DE	-0.070	0.008	0.118	0.000	
D19_CO	0.015	0.009	-0.123	-0.051	0.000
D20_DE	0.018	-0.091	-0.002	-0.084	0.012
D22_DE	-0.025	0.022	-0.007	0.057	0.013
D25_CO	0.023	0.041	-0.126	-0.018	0.002
D30_CO	0.011	-0.065	0.107	-0.024	-0.030

	Residuals for Correlations			
	D20_DE	D22_DE	D25_CO	D30_CO
D20_DE	0.000			
D22_DE	-0.023	0.000		
D25_CO	-0.097	-0.014	0.000	
D30_CO	0.000	-0.047	-0.010	0.000

Varianza spiegata dopo la rotazione (WITHIN)

WITHIN

PATTERN MATRIX (loadings)

	F1	F2
D2_CO	0,127	0,389
D3_DE	0,53	0,009
D6_DE	0,667	0,004
D9_DE	0,518	-0,096
D10_CO	0,051	0,64
D12_DE	0,626	-0,065
D15_CO	-0,014	0,769
D16_DE	0,388	0,065
D18_DE	0,433	0,077
D19_CO	-0,023	0,701
D20_DE	0,571	-0,044
D22_DE	0,716	0,01
D25_CO	0,036	0,647
D30_CO	0,065	0,305

STRUCTURE MATRIX (Coeff di correlazione tra indicatore e fattore latente)

	F1	F2
D2_CO	0,257	0,432
D3_DE	0,534	0,187
D6_DE	0,669	0,228
D9_DE	0,485	0,077
D10_CO	0,266	0,657
D12_DE	0,605	0,144
D15_CO	0,244	0,765
D16_DE	0,41	0,195
D18_DE	0,458	0,222
D19_CO	0,212	0,693
D20_DE	0,556	0,147
D22_DE	0,72	0,25
D25_CO	0,252	0,659
D30_CO	0,167	0,327

MATRICE PRODOTTO

	F1	F2
D2_CO	0,032639	0,168048
D3_DE	0,28302	0,001683
D6_DE	0,446223	0,000912
D9_DE	0,25123	-0,00739
D10_CO	0,013566	0,42048
D12_DE	0,37873	-0,00936
D15_CO	-0,00342	0,588285
D16_DE	0,15908	0,012675
D18_DE	0,198314	0,017094
D19_CO	-0,00488	0,485793
D20_DE	0,317476	-0,00647
D22_DE	0,51552	0,0025
D25_CO	0,009072	0,426373
D30_CO	0,010855	0,099735

%VAR EXPLAINED	18,62452	15,71684
-----------------------	----------	----------

Varianza spiegata dopo la rotazione (BETWEEN)

BETWEEN

PATTERN MATRIX (loadings)

D2_CO	0	0,722
D3_DE	0,9	-0,052
D6_DE	0,873	-0,005
D9_DE	0,658	0,114
D10_CO	0,137	0,88
D12_DE	0,942	-0,167
D15_CO	-0,021	0,969
D16_DE	0,52	0,396
D18_DE	0,559	0,208
D19_CO	-0,069	0,941
D20_DE	0,676	0,147
D22_DE	0,892	0,119
D25_CO	0,214	0,816
D30_CO	0,118	0,604

STRUCTURE MATRIX (Coeff di correlazione tra indicatore e fattore latente)

D2_CO	0,18	0,722
D3_DE	0,887	0,172
D6_DE	0,872	0,212
D9_DE	0,686	0,277
D10_CO	0,356	0,914
D12_DE	0,901	0,068
D15_CO	0,22	0,964
D16_DE	0,619	0,526
D18_DE	0,61	0,347
D19_CO	0,165	0,924
D20_DE	0,713	0,315
D22_DE	0,922	0,341
D25_CO	0,417	0,87
D30_CO	0,268	0,633

MATRICE PRODOTTO

D2_CO	0	0,521284
D3_DE	0,7983	-0,00894
D6_DE	0,761256	-0,00106
D9_DE	0,451388	0,031578
D10_CO	0,048772	0,80432
D12_DE	0,848742	-0,01136
D15_CO	-0,00462	0,934116
D16_DE	0,32188	0,208296
D18_DE	0,34099	0,072176
D19_CO	-0,01139	0,869484
D20_DE	0,481988	0,046305
D22_DE	0,822424	0,040579
D25_CO	0,089238	0,70992
D30_CO	0,031624	0,382332

%VAR EXPLAINED	38,31228	32,85021
----------------	----------	----------

RACCOMANDAZIONI TWO-Level EFA

- 1) **Il modello di EFA su più livelli stima moltissimi parametri**, in questo caso quindi è ancor più importante considerare la numerosità campionaria dei livelli superiori al primo come un elemento fondamentale per la convergenza del modello (Hox, 2010);
- 2) Alcuni studi di simulazione (Hox & Maas, 2001; Maas & Hox, 2005) **suggeriscono di non scendere mai sotto $N=100$ al livello gerarchico superiore quando si utilizzano le variabili latenti**;
- 3) Tuttavia, **il punto 2) dipende fortemente dalla complessità del modello e dal numero di parametri liberamente stimati in esso**. Recenti studi hanno indicato come, utilizzando stimatori appropriati (i.e., BAYES) i modelli multilivello performino relativamente bene anche con un numero di cluster decisamente inferiore (e.g., Hox, de Schoot, & Matthijsse, 2012; Stegmueller, 2013).

E se non ho molti gruppi?

ANALYSIS: TYPE = COMPLEX EFA | 3;
ESTIMATOR = MLR;

Tale procedura consente a Mplus di correggere il chi quadrato e gli errori standard (di conseguenza, le stime) per la non indipendenza delle osservazioni all'interno dei gruppi (Stapleton, 2006).

L'analisi viene condotta sul livello dell'individuo, ma tale procedura prende in considerazione il fatto che i punteggi sono annidati all'interno del gruppo di appartenenza, producendo stime che sono meno *biased* rispetto alle stime che non tengono conto dell'informazione circa la *nestedness* dei dati.

TWO-Level CFA

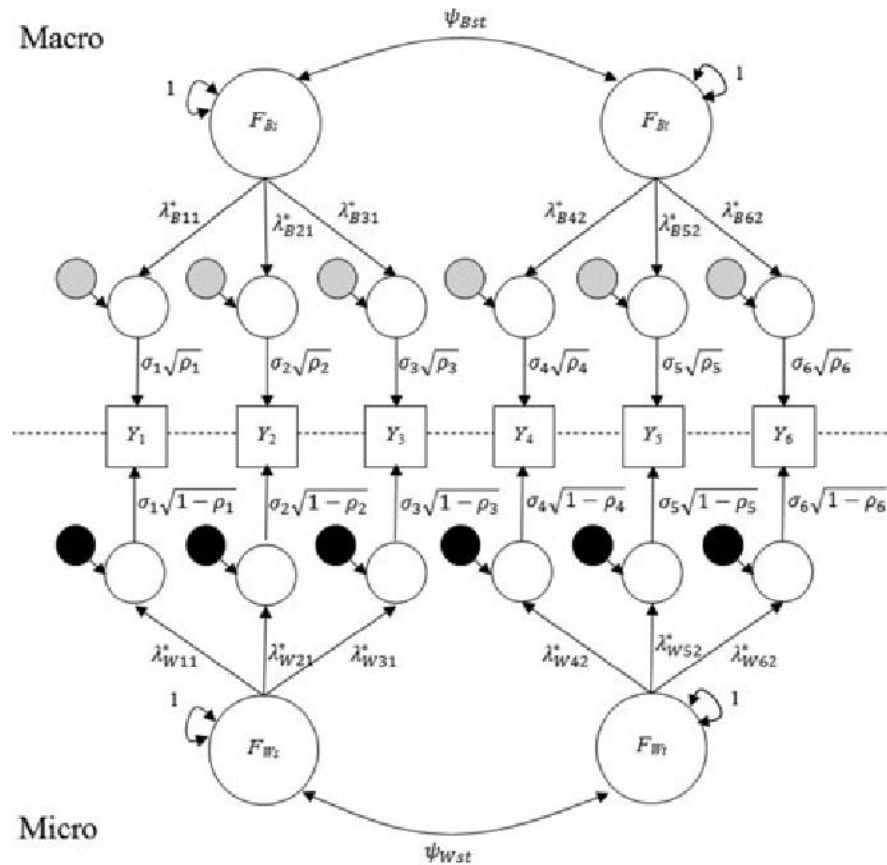
Modello Matematico della CFA Multilivello

$$y_{ij} = \nu_j + \Lambda \eta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$$\eta_{ij} = \alpha + \eta_{Bj} + \eta_{Wij}$$

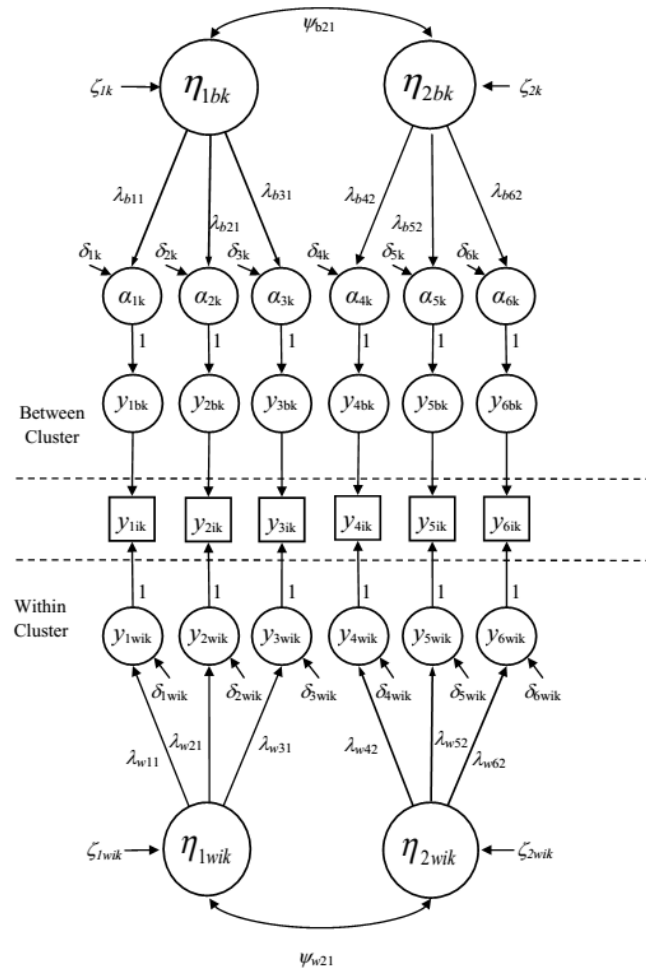
$$y_{ij} = \nu_B + \Lambda_B \eta_{Bj} + \varepsilon_B + \Lambda_{Wij} \eta_{Wij} + \varepsilon_{Wij}$$

Rappresentazione diagrammatica della CFA Multilivello



Pornprasertmanit, Lee, & Preacehr, 2014, p. 528

Rappresentazione diagrammatica della CFA Multilivello (II)



Geldolf, Preacher, & Zyphur, 2014, supplemental materials, p. 3

TWO-Level CFA - esercguid_2.inp

ESTRATTO DELL'INPUT

MODEL:

%WITHIN%

```
W_CONTR BY d2_co@I d10_cO d15_co d19_co d25_co d30_co;  
W_DEM BY d3_de@I d6_de d9_de d12_de d16_de d18_de d20_de  
d22_de ;
```

%BETWEEN%

```
B_CONTR BY d2_co@I d10_cO d15_co d19_co d25_co d30_co;  
B_DEM BY d3_de@I d6_de d9_de d12_de d16_de d18_de d20_de  
d22_de ;
```

TWO-Level CFA – TECH1 (WITHIN)

LAMBDA					PSI				
	W_CONTR	W_DEM	B_CONTR	B_DEM		W_CONTR	W_DEM	B_CONTR	B_DEM
D2_CO	0	0	0	0	W_CONTR	27			
D3_DE	0	0	0	0	W_DEM	28	29		
D6_DE	0	1	0	0	B_CONTR	0	0	0	
D9_DE	0	2	0	0	B_DEM	0	0	0	0
D10_CO	3	0	0	0					
D12_DE	0	4	0	0					
D15_CO	5	0	0	0					
D16_DE	0	6	0	0					
D18_DE	0	7	0	0					
D19_CO	8	0	0	0					
D20_DE	0	9	0	0					
D22_DE	0	10	0	0					
D25_CO	11	0	0	0					
D30_CO	12	0	0	0					

THETA				
D2_CO	D3_DE	D6_DE	D9_DE	D10_CO
D2_CO	13			
D3_DE	0	14		
D6_DE	0	0	15	
D9_DE	0	0	0	16
D10_CO	0	0	0	0
D12_DE	0	0	0	17
D15_CO	0	0	0	0
D16_DE	0	0	0	0
D18_DE	0	0	0	0
D19_CO	0	0	0	0
D20_DE	0	0	0	0
D22_DE	0	0	0	0
D25_CO	0	0	0	0
D30_CO	0	0	0	0

THETA				
D12_DE	D15_CO	D16_DE	D18_DE	D19_CO
D12_DE	18			
D15_CO	0	19		
D16_DE	0	0	20	
D18_DE	0	0	0	21
D19_CO	0	0	0	0
D20_DE	0	0	0	22
D22_DE	0	0	0	0
D25_CO	0	0	0	0
D30_CO	0	0	0	0

THETA			
D20_DE	D22_DE	D25_CO	D30_CO
D20_DE	23		
D22_DE	0	24	
D25_CO	0	0	25
D30_CO	0	0	0

12 LOADINGS
14 VARIANZE RESIDUE (Matrice Diagonale)
3 VARIANZE DELLE VARIABILI LATENTI

29 PARAMETRI STIMATI

TWO-Level CFA – TECH1 (BETWEEN)

PARAMETER SPECIFICATION FOR BETWEEN

1					
NU					
D2_CO					
	D3_DE	D6_DE	D9_DE	D10_CO	
1	30	31	32	33	34
1					
NU					
D12_DE					
	D15_CO	D16_DE	D18_DE	D19_CO	
1	35	36	37	38	39
1					
NU					
D20_DE					
	D22_DE	D25_CO	D30_CO		
1	40	41	42	43	
1					
LAMBDA					
W_CONTR					
	W_DEM	B_CONTR	B_DEM		
D2_CO	0	0	0	0	
D3_DE	0	0	0	0	
D6_DE	0	0	0	44	
D9_DE	0	0	0	45	
D10_CO	0	0	46	0	
D12_DE	0	0	0	47	
D15_CO	0	0	48	0	
D16_DE	0	0	0	49	
D18_DE	0	0	0	50	
D19_CO	0	0	51	0	
D20_DE	0	0	0	52	
D22_DE	0	0	0	53	
D25_CO	0	0	54	0	
D30_CO	0	0	55	0	

1					
THETA					
D2_CO					
	D3_DE	D6_DE	D9_DE	D10_CO	
D2_CO	56				
D3_DE	0	57			
D6_DE	0	0	58		
D9_DE	0	0	0	59	
D10_CO	0	0	0	0	60
D12_DE	0	0	0	0	0
D15_CO	0	0	0	0	0
D16_DE	0	0	0	0	0
D18_DE	0	0	0	0	0
D19_CO	0	0	0	0	0
D20_DE	0	0	0	0	0
D22_DE	0	0	0	0	0
D25_CO	0	0	0	0	0
D30_CO	0	0	0	0	0

1					
THETA					
D12_DE					
	D15_CO	D16_DE	D18_DE	D19_CO	
D12_DE	61				
D15_CO	0	62			
D16_DE	0	0	63		
D18_DE	0	0	0	64	
D19_CO	0	0	0	0	65
D20_DE	0	0	0	0	0
D22_DE	0	0	0	0	0
D25_CO	0	0	0	0	0
D30_CO	0	0	0	0	0

1				
THETA				
D20_DE				
	D22_DE	D25_CO	D30_CO	
D20_DE	66			
D22_DE	0	67		
D25_CO	0	0	68	
D30_CO	0	0	0	69

1				
ALPHA				
W_CONTR				
	W_DEM	B_CONTR	B_DEM	
1	0	0	0	0

1				
PSI				
W_CONTR				
	W_DEM	B_CONTR	B_DEM	
W_CONTR	0			
W_DEM	0	0		
B_CONTR	0	0	70	
B_DEM	0	0	71	72

14 INTERCETTE
12 LOADINGS
14 VARIANZE RESIDUE (Matrice Diagonale)
3 VARIANZE DELLE VARIABILI LATENTI

43 PARAMETRI STIMATI

TOTALE PARAMETRI STIMATI = 72

TWO-Level CFA - FIT

MODEL FIT INFORMATION

Number of Free Parameters 72

Chi-Square Test of Model Fit

Value	13682.437*
Degrees of Freedom	152
P-Value	0.0000
Scaling Correction Factor for MLR	1.5493

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)

Estimate 0.037

CFI/TLI

CFI	0.891
TLI	0.869

SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)

Value for Within	0.043
Value for Between	0.114

TWO-Level CFA - esercguid_2.out

Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
----------	------	-----------	-----------------------

Estimate	S.E.	Est./S.E.	Two-Tailed P-Value
----------	------	-----------	-----------------------

Within Level

Between Level

W_CONTR BY

D2_CO	0.443	0.006	78.063	0.000
D10_CO	0.661	0.005	145.117	0.000
D15_CO	0.756	0.004	197.177	0.000
D19_CO	0.687	0.004	169.095	0.000
D25_CO	0.658	0.006	118.392	0.000
D30_CO	0.334	0.006	57.372	0.000

B_CONTR BY

D2_CO	0.672	0.017	39.270	0.000
D10_CO	0.926	0.009	98.963	0.000
D15_CO	0.963	0.008	122.647	0.000
D19_CO	0.922	0.009	100.249	0.000
D25_CO	0.889	0.011	83.806	0.000
D30_CO	0.621	0.018	34.805	0.000

W_DEM BY

D3_DE	0.536	0.005	108.011	0.000
D6_DE	0.677	0.006	121.320	0.000
D9_DE	0.472	0.006	77.431	0.000
D12_DE	0.600	0.004	135.036	0.000
D16_DE	0.406	0.006	63.015	0.000
D18_DE	0.463	0.006	80.823	0.000
D20_DE	0.545	0.006	99.059	0.000
D22_DE	0.727	0.007	108.312	0.000

B_DEM BY

D3_DE	0.861	0.013	65.837	0.000
D6_DE	0.875	0.015	60.058	0.000
D9_DE	0.698	0.036	19.542	0.000
D12_DE	0.857	0.012	72.679	0.000
D16_DE	0.660	0.020	32.508	0.000
D18_DE	0.635	0.022	28.532	0.000
D20_DE	0.732	0.031	23.613	0.000
D22_DE	0.940	0.009	104.126	0.000

W_DEM WITH

W_CONTR	0.355	0.012	29.185	0.000
---------	-------	-------	--------	-------

B_DEM WITH

B_CONTR	0.342	0.031	10.884	0.000
---------	-------	-------	--------	-------

TWO-Level CFA – Modifica del modello

MODIFICA DEL MODELLO:

D16_DE WITH D2_CO; ! 16. I am unable to **take sufficient breaks** 2. I can decide when **to take a break**
D20_DE WITH D9_DE;
D22_DE WITH D6_DE;

Number of Free Parameters 75

Chi-Square Test of Model Fit

Value	7416.902*
Degrees of Freedom	149
P-Value	0.0000
Scaling Correction Factor for MLR	1.5036

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation) 0.027

CFI 0.941

TLI 0.928

SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)

Value for Within 0.031

Value for Between 0.114

Invarianza di misura tra i livelli

Invarianza Cross-Level - OVERVIEW

L'invarianza cross-livello di un modello di misura è **in parte assimilabile al contesto della valutazione dell'invarianza nell'analisi multigruppo** (Guenole, 2016). Tuttavia, il significato dei livelli di invarianza tra i livelli ha un significato profondamente diverso da quello tra i gruppi;

In particolare, nell'invarianza di misura cross-livello, ci si riferisce all'invarianza **di misura tra i livelli con il termine isomorfismo**, mentre ci si riferisce all'**equivalenza della rete nomologica tra i costrutti attraverso i livelli con il termine omologia** (Tay, Woo, & Vermunt, 2014).

Isomorfismo

Il costrutto “multilivello” può essere definito come **il contenuto condiviso tra i livelli di analisi** (i.e., isomorfismo, Kozlowski & Klein, 2000), sebbene non vengano fatte inferenze sui processi o le determinanti che portano alla loro “emergenza” (i.e., omologia);

L'**isomorfismo** implica che “**un costrutto a livello gerarchico inferiore abbia un significato e delle proprietà simili al livello superiore**” (Tay et al., 2014, p. 78);

Per esempio, la self-efficacy lavorativa individuale può essere rappresentata come la credenza rispetto all'essere capaci di raggiungere un obiettivo, mentre la controparte collettiva ha origine da un gruppo di individui che condividono tali credenze per raggiungere un determinato obiettivo di gruppo, ma i processi sottostanti tra i livelli possono essere molto diversi tra loro (Tay et al., 2014).

“Livelli” di Isomorfismo

Table 1. Analogy Between Between-Groups Measurement Equivalence and Cross-Level Isomorphism.

Between-Groups Measurement Equivalence	Cross-Level Isomorphism
Configural invariance: Pattern of zero and nonzero factor loadings holds between groups	Weak configural isomorphism: Same number of dimensions holds between levels Dimensions are generally shown to be indexed by similar indicators across levels without fixing loading patterns Strong configural isomorphism: Same number of dimensions and the pattern of zero and nonzero factor loadings holds between levels
Metric invariance: Factor loadings are equivalent between groups	Weak metric isomorphism: Relative ordering of factor loadings/item discriminations holds between levels (evidenced by high congruence of the loadings between levels) Strong metric isomorphism: Magnitude of factor loadings/item discriminations holds between levels
Scalar invariance: Indicator thresholds are equivalent between groups Invariance in uniqueness	No current models for estimating item thresholds across levels No statistical basis for testing across levels

Tay et al., 2014, p. 84

STRONG CONFIGURAL ISOPHORMISM - s_c_i.inp

MODEL:

%WITHIN%

W_CONTR BY d2_co@I
d10_cO
d15_co
d19_co
d25_co
d30_co;

W_DEM BY d3_de@I

d6_de
d9_de
d12_de
d16_de
d18_de
d20_de
d22_de;
D16_DE WITH D2_CO;
D20_DE WITH D9_DE;
D22_DE WITH D6_DE;

%BETWEEN%

B_CONTR BY d2_co@I
d10_cO
d15_co
d19_co
d25_co
d30_co;

B_DEM BY d3_de@I

d6_de
d9_de
d12_de
d16_de
d18_de
d20_de
d22_de;

STRONG METRIC ISOPHORMISM – s_m_i.inp

MODEL:

%WITHIN%

W_CONTR BY d2_co@I
d10_cO(1)
d15_co(2)
d19_co(3)
d25_co(4)
d30_co(5);

W_DEM BY d3_de@I

d6_de(6)
d9_de(7)
d12_de(8)
d16_de(9)
d18_de(10)
d20_de(11)
d22_de(12) ;
D16_DE WITH D2_CO;
D20_DE WITH D9_DE;
D22_DE WITH D6_DE;

%BETWEEN%

B_CONTR BY d2_co@I
d10_cO(1)
d15_co(2)
d19_co(3)
d25_co(4)
d30_co(5);

B_DEM BY d3_de@I

d6_de(6)
d9_de(7)
d12_de(8)
d16_de(9)
d18_de(10)
d20_de(11)
d22_de(12);

Confronto del FIT

$\Delta CFI = .002$

Model	SB χ^2	Scaling Factor	df	p	RMSEA	CFI	TLI	SRMR_w	SRMR_b
STRONG CONFIGURAL ISOMORPHISM	7417,62	1,5035	149	<.001	.027	.941	.928	.031	.114
STRONG METRIC ISOMORPHISM	7642,27	1,5575	161	<.001	.027	.939	.932	.031	.114

**Satorra-Bentler Scaled
Chi Square**

df

p-value

336.655

12

.000

Possibile modifica del modello

M.I. E.P.C. Std E.P.C. StdYX E.P.C.

Within Level

BY Statements

W_CONTR BY D2_CO	150.365	-0.734	-0.323	-0.328
W_CONTR BY D10_CO	20.199	0.021	0.009	0.009
W_CONTR BY D15_CO	4.295	0.008	0.004	0.004
W_CONTR BY D19_CO	35.029	-0.025	-0.011	-0.010
W_CONTR BY D25_CO	34.396	0.022	0.010	0.011
W_CONTR BY D30_CO	86.926	-0.035	-0.015	-0.014
W_DEM BY D9_DE	41.233	-0.019	-0.009	-0.011
W_DEM BY D20_DE	5.023	-0.008	-0.004	-0.004
W_DEM BY D22_DE	11.885	0.016	0.008	0.009

Between Level

BY Statements

B_CONTR BY D2_CO	150.359	0.734	0.195	0.312
B_CONTR BY D10_CO	20.201	-0.124	-0.033	-0.072
B_CONTR BY D15_CO	4.291	-0.053	-0.014	-0.030
B_CONTR BY D19_CO	35.022	0.194	0.052	0.098
B_CONTR BY D25_CO	34.380	-0.140	-0.037	-0.097
B_CONTR BY D30_CO	86.929	0.511	0.136	0.238
B_DEM BY D9_DE	41.234	0.183	0.060	0.146
B_DEM BY D20_DE	5.023	0.068	0.023	0.047
B_DEM BY D22_DE	11.894	-0.063	-0.021	-0.048

ICC(I) a LIVELLO LATENTE

ICC o ICC(I)

$$\rho = \sigma_b^2 / (\sigma_b^2 + \sigma_w^2)$$

Dove:

σ_b^2 = varianza a livello di gruppo o between

σ_w^2 = varianza a livello individuale o within

Varianze delle variabili latenti

STRONG METRIC ISOPHORMISM

LIVELLO 1

W_CONTR 0.193

W_DEM 0.251

LIVELLO 2

B_CONTR 0.071

B_DEM 0.109

Un prerequisito per la comparazione delle varianze latenti tra i livelli o il calcolo dell'ICC(I) a livello latente è l'invarianza cross-livello dei loadings (Metha & Neal, 2005; Heck & Thomas, 2015).

$$\rho_{control} = .071 / (.071 + .193) = .27$$

$$\rho_{demands} = .109 / (.109 + .251) = .30$$

ICC(I) a LIVELLO LATENTE

ICC o ICC(I)

$$\rho = \sigma_b^2 / (\sigma_b^2 + \sigma_w^2)$$

Dove:

σ_b^2 = varianza a livello di gruppo o between

σ_w^2 = varianza a livello individuale o within

Varianze delle variabili latenti

STRONG CONFIGURAL ISOMORPHISM

LIVELLO 1

W_CONTR	0.179
W_DEM	0.250

LIVELLO 2

B_CONTR	0.225
B_DEM	0.111


$$\rho_{control} = .225 / (.179 + .225) = .56$$

$$\rho_{demands} = .113 / (.113 + .232) = .33$$

Il fit di “livello”

Appendix A: Checklist Multilevel Reporting

Goodness-of-fit. In structural equation modeling, goodness-of-fit indices such as **CFI** or **RMSEA** are often reported. In multilevel SEM, **interpretation is best served by reporting these indices separately for each level.** Unfortunately, with current software this **means hand calculation.**

RMSEA di “livello”

L'RMSEA del livello prescelto si ottiene “saturando” il livello (o i livelli) opposti del modello rispetto al livello cui si vuole valutare il fit (approccio della *saturazione parziale del modello*, vedi Ryu & West, 2009; Ryu, 2014).

es. per **RMSEA_{PS_B} (.024)**

%WITHIN%

D2_CO-D22_DE WITH D2_CO-D22_DE;

%BETWEEN%

B_CONTR BY d2_co@I d10_co d15_co d19_co d25_co d30_co;

B_DEM BY d3_de@I d6_de d9_de d12_de d16_de d18_de d20_de d22_de ;

es. per **RMSEA_{PS_W} (.029)**

%WITHIN%

W_CONTR BY d2_co@I d10_co d15_co d19_co d25_co d30_co;

W_DEM BY d3_de@I d6_de d9_de d12_de d16_de d18_de d20_de d22_de ;

D16_DE WITH D2_CO;

D20_DE WITH D9_DE;

D22_DE WITH D6_DE;

%BETWEEN%

D2_CO-D22_DE WITH D2_CO-D22_DE;

CFI di “livello”

Rispetto al calcolo della CFA multilivello, l'indice CFI gli elementi di calcolo al numeratore sono: a) il valore del chi quadrato del modello parzialmente saturato (come per il calcolo dell'RMSEA precedentemente illustrato) e b) i suoi df ;

Il denominatore riguarda invece il chi quadrato e i df del modello “nullo”, che in questo caso deve prevedere a) il modello di indipendenza standard (vengono stimate solo le varianze degli indicatori) nel livello rispetto al quale si vuole calcolare il CFI e b) il modello saturo nel livello “opposto”.

CFI di “livello”

$$CFI_{PS_B} = 1 - \frac{\text{Max}[(\chi^2_{\text{HypthesizedB,SaturatedW}} - df_{\text{HypthesizedB,SaturatedW}}), 0]}{\text{Max}[(\chi^2_{\text{IndependenceB,SaturatedW}} - df_{\text{IndependenceB,SaturatedW}}), 0]}$$

$$CFI_{PS_W} = 1 - \frac{\text{Max}[(\chi^2_{\text{SaturatedB,HypthesizedW}} - df_{\text{SaturatedB,HypthesizedW}}), 0]}{\text{Max}[(\chi^2_{\text{SaturatedB,IndependenceW}} - df_{\text{SaturatedB,IndependenceW}}), 0]}$$

Ryu & West, 2009, p. 590

es. Modello Nullo per **CFI_{PS_B}**

MODEL:

%WITHIN%

D2_CO-D22_DE WITH D2_CO-D22_DE;

%BETWEEN%

D2_CO-D22_DE WITH D2_CO-D22_DE@0;

es. Modello Nullo per **CFI_{PS_B}**

MODEL:

%WITHIN%

D2_CO-D22_DE WITH D2_CO-D22_DE@0;

%BETWEEN%

D2_CO-D22_DE WITH D2_CO-D22_DE;

FIT di “livello”

BETWEEN	SBχ^2	df	ΔSBχ^2 - df	RMSEA_{PS_B}	CFI_{PS_B}
Partially Saturated Model (Between)	3051,445	76	2975,445	.024	0,712827
"Null Model"	10361,15	91	10361,15		
WITHIN	SBχ^2	df	ΔSBχ^2 - df	RMSEA_{PS_W}	CFI_{PS_W}
Partially Saturated Model (Between)	4009,568	73	3936,568	.029	0,963371
"Null Model"	107563,5	91	107472,5		

Analisi Multilivello con *Mplus*

Seminario 4 – 30 Maggio 2016

Valerio Ghezzi

Dipartimento di Psicologia

Sapienza – Università di Roma