



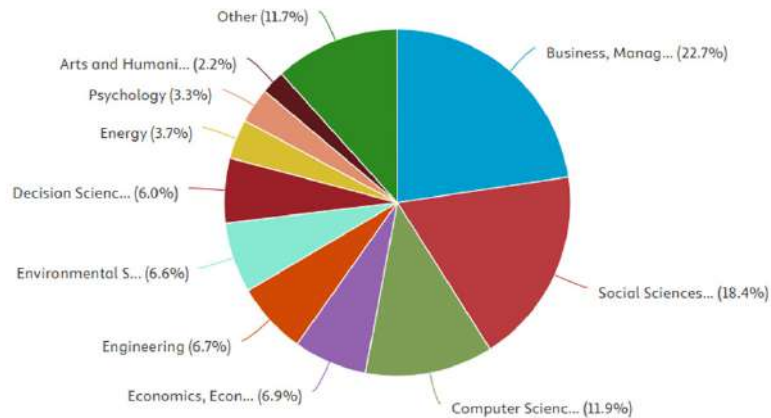
Metodologia PLS-SEM e applicazioni nel settore agroalimentare

Webinar - 11 settembre 2025

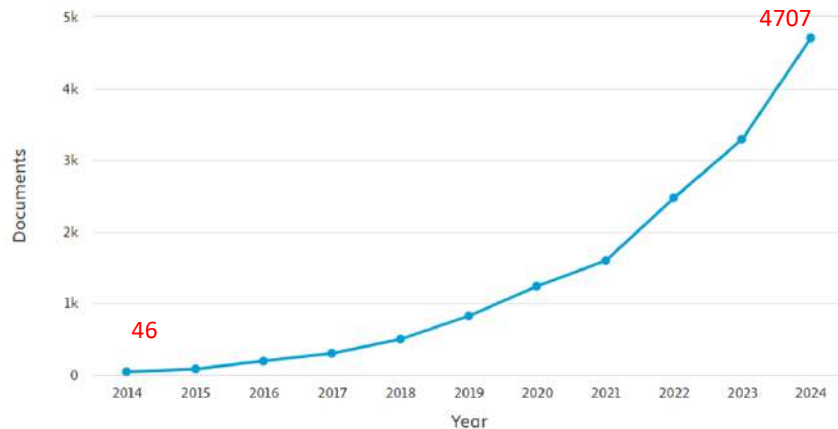
Francesca Gerini, PhD



Documents by subject area



Documents by year



Fonte: Scopus 2025

PLS-SEM nella ricerca scientifica

Il Partial Least Squares - Structural Equation Modelling (**PLS-SEM**) è una tecnica utile per analizzare **relazioni complesse** tra variabili osservate e variabili latenti, specialmente quando i dati non soddisfano le assunzioni richieste dai metodi basati sulla covarianza (**CB-SEM**).

E' un approccio molto diffuso nelle aree del *business*, del *marketing*, delle *scienze sociali*, e dell'*economia*.

La diffusione di questa metodologia è confermata anche dalla **produzione scientifica**: negli ultimi dieci anni le pubblicazioni che utilizzano il PLS-SEM sono incrementate notevolmente.

Differenze tra CB-SEM e PLS-SEM

CB-SEM

Obiettivo

- riprodurre la matrice di covarianza osservata

Applicazioni

- conferma di teorie esistenti

Assunzioni

- dati normalmente distribuiti
- omoschedasticità
- campioni di grandi dimensioni

PLS-SEM

Obiettivo

- massimizzare la varianza spiegata delle variabili dipendenti (massimiz. R^2)

Applicazioni

- sviluppo di teorie e previsione

Assunzioni

- non richiede dati normalmente distribuiti
- può essere utilizzato con campioni più piccoli
- è l'alternativa migliore con costrutti formativi

(Hair et al., 2022)

PLS-SEM: dati e software

Dati utilizzabili

- metrici
- ordinali
- binari

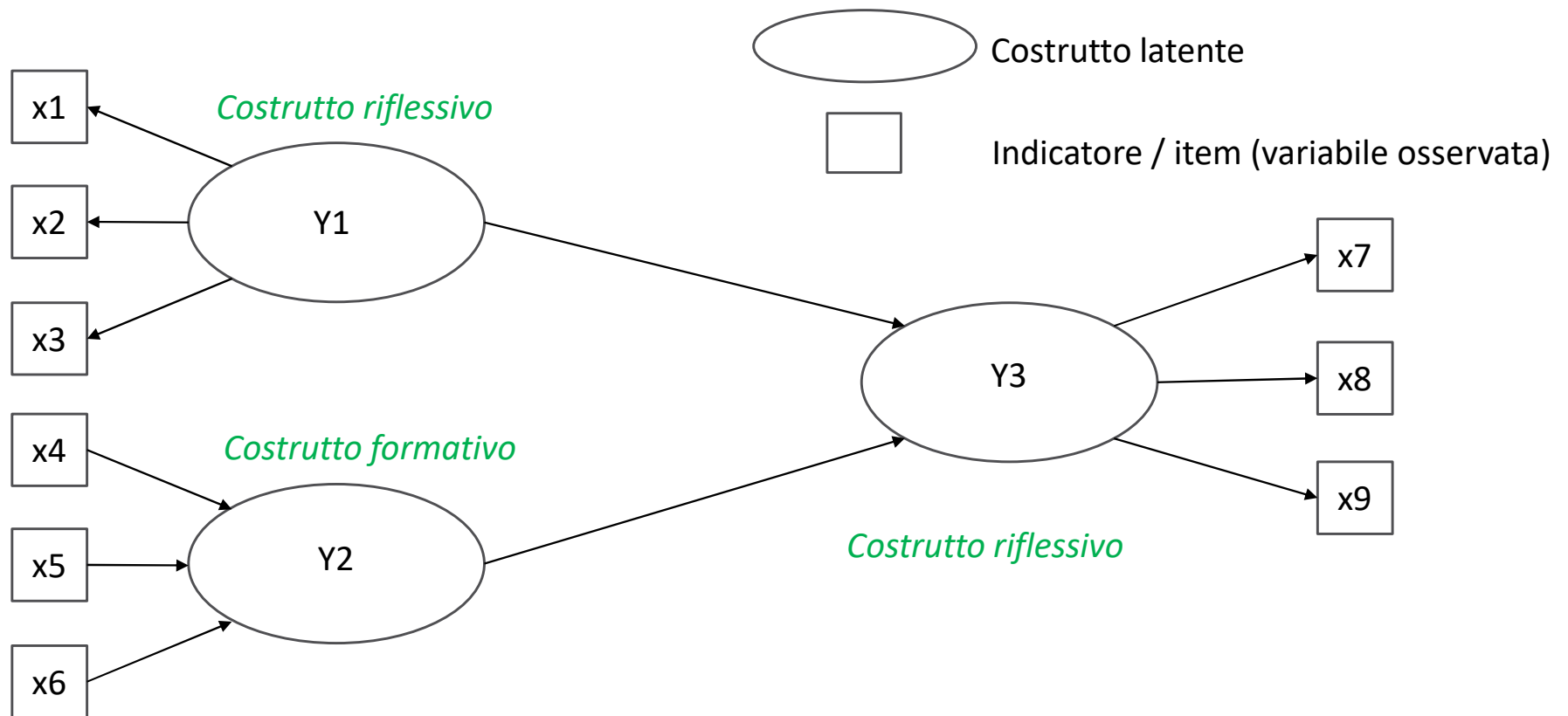
Software

- SmartPLS
- PLS-Graph
- WarpPLS
- Stata
- R (plspm, semPLS)

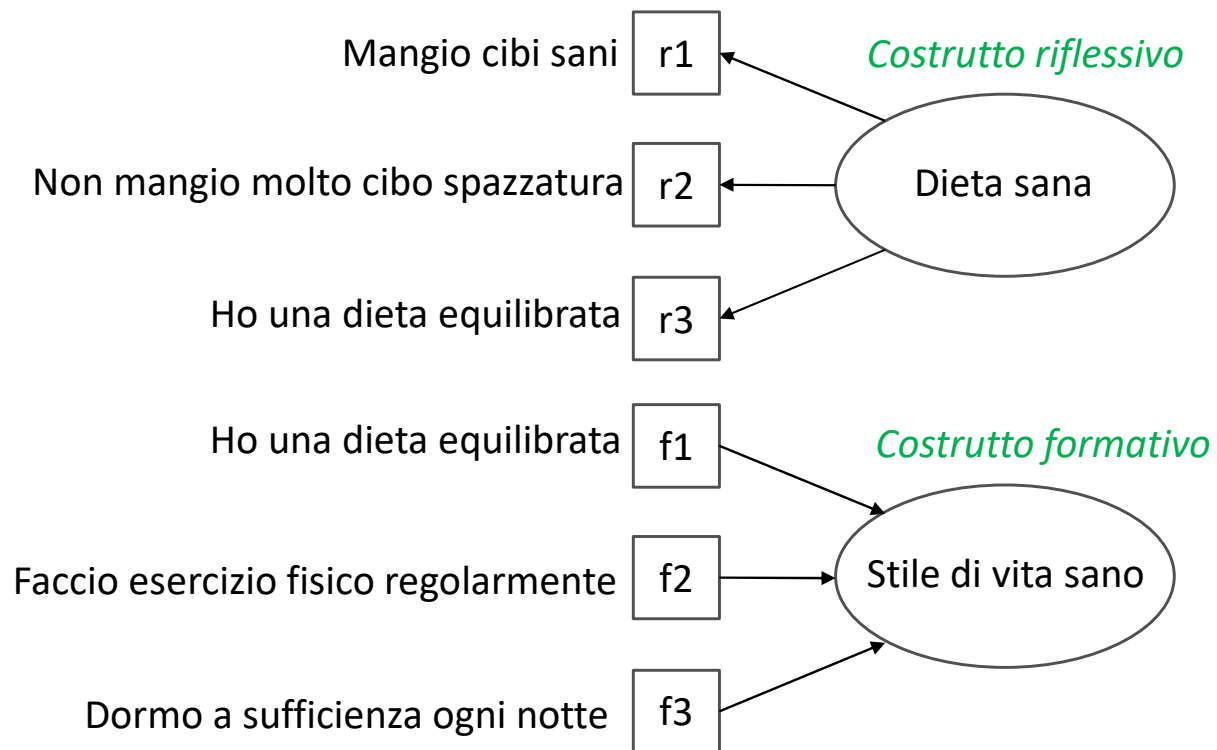
Analisi con PLS-SEM

- Effetti di mediazione
- Effetti di moderazione
- Costrutti di ordine più elevato (higher-order)
- Analisi multi-gruppo
- Rivelazione eterogeneità non osservata (FIMIX-PLS)

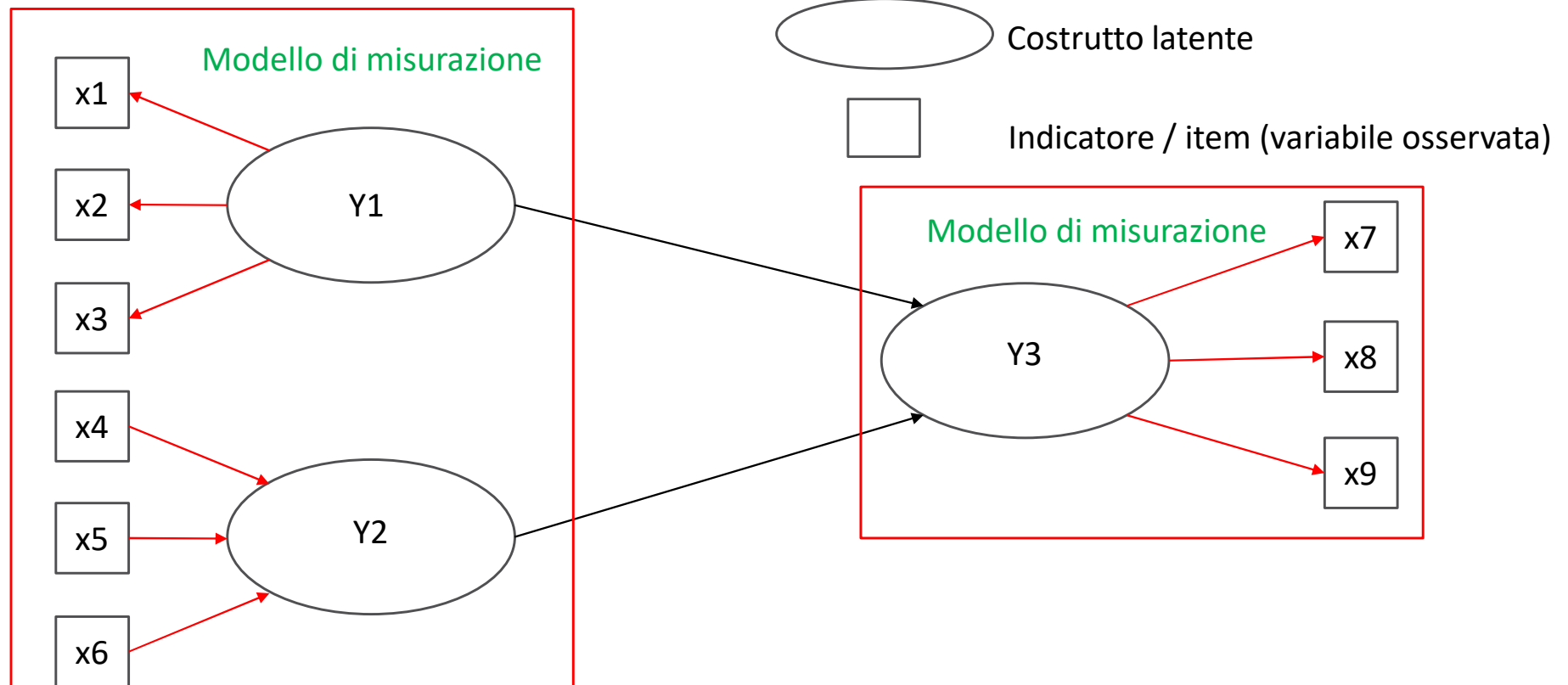
Costrutti riflessivi e formativi



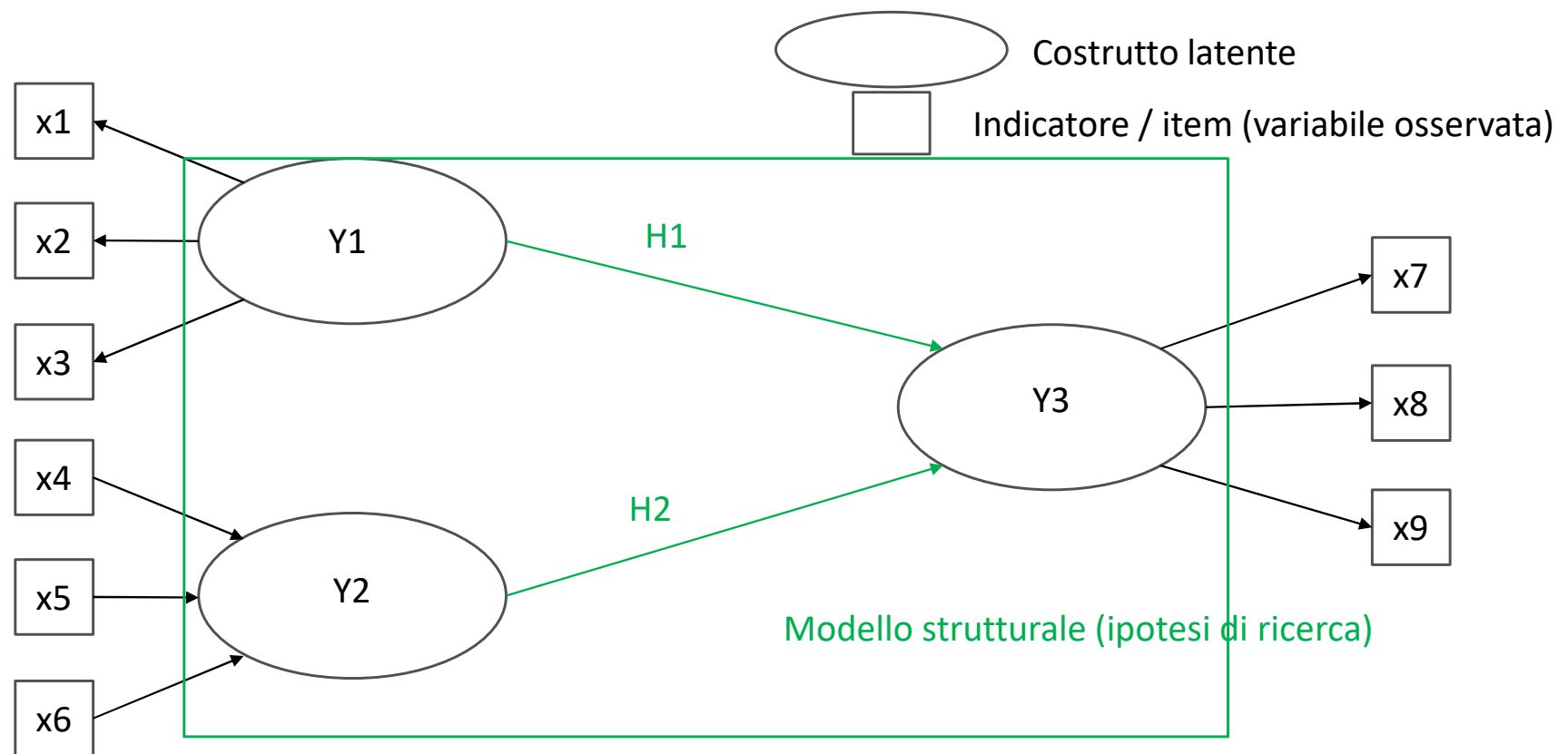
Costrutti riflessivi e formativi: esempi



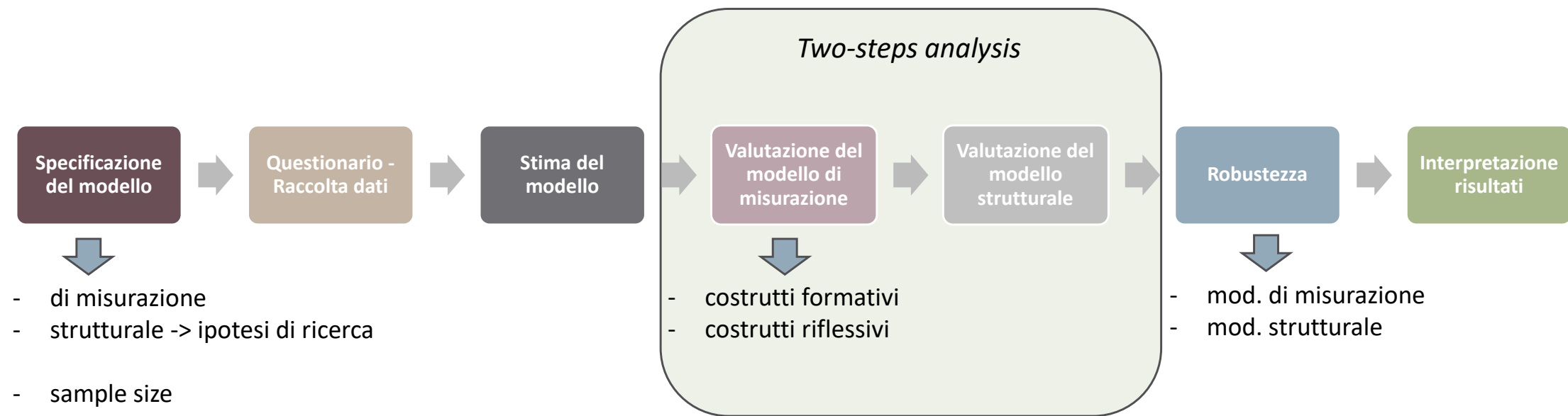
Modello di misurazione



Modello strutturale



Fasi PLS-SEM





Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cleaner Production

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro



Unpacking the motivations behind direct purchases from the farmer: The role of personal versus public outcomes in Italy

Francesca Gerini ^{*}, Caterina Contini [✉], Nicola Marinelli [✉], Leonardo Casini

Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry, University of Florence, P. le delle Cascine 18, 50144, Firenze, Italy

ARTICLE INFO

Handling Editor: Yutao Wang

Keywords:

Short food supply chain
Urban-rural differences
Environmental benefits
Socioeconomic benefits
Consumers' beliefs

ABSTRACT

The short food supply chain (SFSC) is a key component of sustainable food systems; however, its implementation remains limited, representing only a small proportion of farms in the European Union, thereby underscoring the need for further expansion. The aim of this research is to investigate how consumer beliefs regarding SFSC affect purchasing decisions in the Italian context. Our conceptual framework links consumer beliefs about public and personal outcomes to the intention to purchase directly from farmers. Developing new scales derived from documents published by European Union-affiliated entities, we employed partial least squares structural equation modelling. The findings reveal that personal outcomes have a greater impact on purchasing intention than public outcomes, with notable distinctions between urban and rural residents. These outcomes offer insights for devising strategies to promote SFSCs that not only align with the sustainability goals of the European Green Deal and the Farm to Fork Strategy but also contribute to understanding SFSC motivations, highlighting the need for localized policy and marketing strategies tailored to regional socio-economic and cultural contexts.

PLS-SEM e comportamenti del consumatore: il caso degli acquisti diretti dal produttore

Obiettivi

- Stimare come le valutazioni individuali sugli **effetti pubblici** della filiera corta (*benefici ambientali e socioeconomici*) e sugli **effetti privati** (*benefici personali e barriere*), riconosciuti anche dalle istituzioni governative, incidano sulle scelte di acquisto
- Verificare se esistono differenze significative tra **residenti urbani e rurali** rispetto alle motivazioni che influenzano gli acquisti diretti dai produttori
- L'analisi si concentra sul caso dell'**acquisto diretto dai produttori agricoli**, che rappresenta la forma più breve di filiera corta e che è sostenuta dalle istituzioni in quanto coerente con gli obiettivi della strategia **Farm to Fork** della Commissione Europea e del **Green Deal** europeo.

Modello concettuale e ipotesi di ricerca

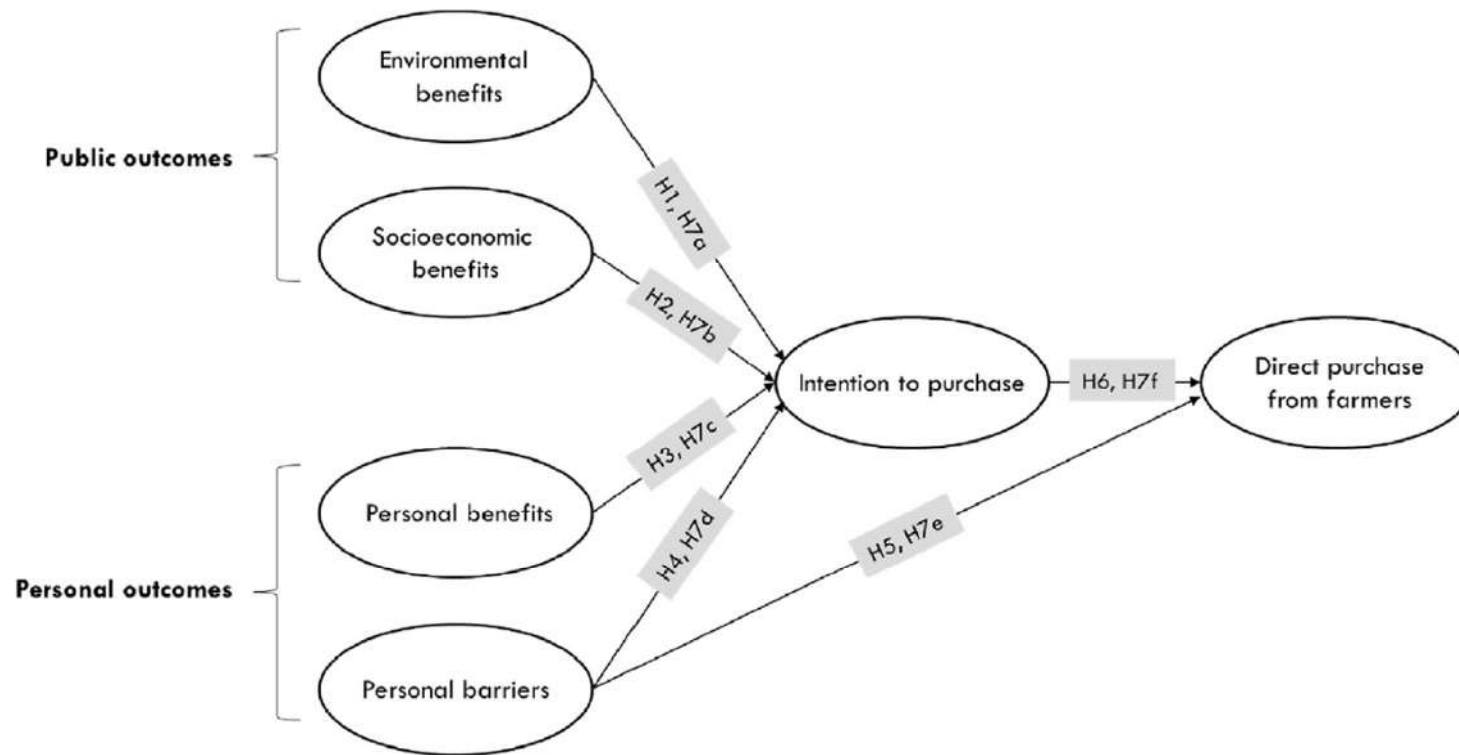


Fig. 1. Conceptual model of direct purchase from farmers. Notes: H stands for hypothesis. H7_a - H7_f stand for hypotheses designed to compare the purchasing behaviors of rural and urban residents.

Metodi: sviluppo delle scale

Sviluppo delle scale

- Use of **validated scales** for *Intention*, *Direct purchase from farmers*
- Development of **new scales** for *Environmental benefits*, *Socioeconomic benefits*, *Personal benefits* and *Personal barriers*, based on an analysis of documents issued EU institutions, such as the **European Commission**, the **European Parliament**, and the **Joint Research Centre**

Test delle nuove scale

- ❑ **Pilot** survey to assess:
 - ✓ **Content validity**: Exploratory factor analysis on the new scales (**4 factors**, 70% explained variance), KMO = 0.954, Barlett's spherical test $p < 0.000$ -> **assessed**
 - ✓ **Structural validity**: item-to-total correlation > 0.50 , inter item correlation > 0.30 , and Cronbach's $\alpha > 0.6$ -> **assessed**
 - ✓ **Convergent and discriminant validities**: confirmatory factor analysis (loadings > 0.5 , $\chi^2/df = 2.46$, RMSEA = 0.076, TLI = 0.9, CFI = 0.9, AVE > 0.5) -> **assessed**

Questionario finale

- 44 items measured on a **7-point Likert scale** of agreement (1 = Totally disagree, 7 = Totally agree) o frequency (1 = Never, 7 = Every day)

Metodi: scale

Credo che acquistare prodotti direttamente dagli agricoltori contribuisca a....

Environmental benefits	
env1	Produrre alimenti in modo sostenibile dal punto di vista ambientale ^{a,b}
env2	Impiegare meno fitofarmaci e fertilizzanti di sintesi ^{a,b}
env3	Ridurre l'energia impiegata per la produzione degli alimenti ^{a,b}
env4	Ridurre l'inquinamento del suolo e dell'acqua ^b
env5	Preservare il suolo e le risorse idriche ^b
env6	Migliorare la biodiversità ^b
Socioeconomic benefits	
soe1	Aumentare la consapevolezza del consumatore sui prodotti alimentari ^b
soe2	Promuovere lo sviluppo di aree rurali dinamiche ^c
soe3	Creare benefici sociali ^{a,b,c}
soe4	Sostenere l'occupazione nelle aree rurali ^{a,b,c}
soe5	Creare posti di lavoro in agricoltura e nella produzione di alimenti ^{a,b,c}
soe6	Garantire alimenti freschi al consumatore ^{a,b}
soe7	Rendere disponibili alimenti stagionali al consumatore ^{a,b}
soe8	Promuovere la coesione sociale a livello locale ^{a,b}
soe9	Rafforzare l'identità culturale delle aree rurali ^{a,b}
soe10	Rendere disponibili alimenti salubri ai consumatori ^{a,b}
soe11	Favorire lo scambio di informazioni tra agricoltori e consumatori ^b
soe12	Stabilire una relazione di fiducia tra agricoltori e consumatori ^{a,b}
soe13	Garantire agli agricoltori un reddito equo ^{a,b,c}
soe14	Creare benefici economici ^{a,b,c}
soe15	Migliorare la conoscenza del mercato da parte degli agricoltori ^{b,c}
soe16	Promuovere il turismo nelle aree rurali ^{a,b,c}
soe17	Aumentare la percentuale del valore dei prodotti percepita dagli agricoltori ^{a,b,c}
soe18	Fare investire agli agricoltori nelle loro aziende al fine di espanderle o di modernizzarle ^{a,b}
soe19	Sostenere l'economia locale ^{a,b,c}
soe20	Migliorare la comprensione tra produttori e consumatori ^b

Acquistare prodotti direttamente dall'agricoltore...

Personal benefits	
pbe1	Mi permette di mangiare alimenti sicuri ^b
pbe2	Mi permette di mangiare alimenti salubri ^{a,b}
pbe3	Mi permette di mangiare alimenti nutrienti ^b
pbe4	Mi permette di conoscere l'origine degli alimenti ^{a,b}
pbe5	Mi permette di mangiare alimenti naturali ^b
pbe6	Mi fa stare bene ^d
Personal barriers	
pba1	È costoso ^e
pba2	È scomodo ^e
Intention to purchase	
int1	Ho intenzione di acquistare prodotti direttamente dall'agricoltore ^{f,g}
int2	Ho in programma di acquistare prodotti direttamente dall'agricoltore ^{f,g}
int3	Mi sforzerò di acquistare prodotti direttamente dall'agricoltore ^f
int4	La probabilità che io acquisti prodotti direttamente dall'agricoltore è alta ^g
Purchase from farmers	
freq	Con quale frequenza acquisti di solito prodotti direttamente dall'agricoltore? ^g
	<i>Con quale frequenza acquisti di solito prodotti direttamente dall'agricoltore in ...? ^g</i>
freq1	... azienda
freq2	... negozio del produttore
freq3	... mercati contadini
freq4	... gruppi di acquisto solidale
freq5	... home delivery (online/phone order)

Elaborated from Augère-Granier (2016)^a, Kneafsey et al. (2013)^b, European Commission (2019)^c, Steptoe et al. (1995)^d, González-Azcárate et al. (2021)^e, adapted from Ajzen and Sheikh (2013)^f, Giampietri et al. (2018)^g

Metodi: questionario e campione

- **Filtro** iniziale per selezionare i consumatori responsabili o co-responsabili degli acquisti alimentari.

Il questionario era composto da **tre sezioni**:

Prima sezione:

- Definizione di «acquisto diretto dal produttore agricolo»
- Quality check per garantire che tutti gli intervistati avessero la stessa definizione in mente

Seconda sezione:

- Domande sugli acquisti diretti dai produttori agricoli

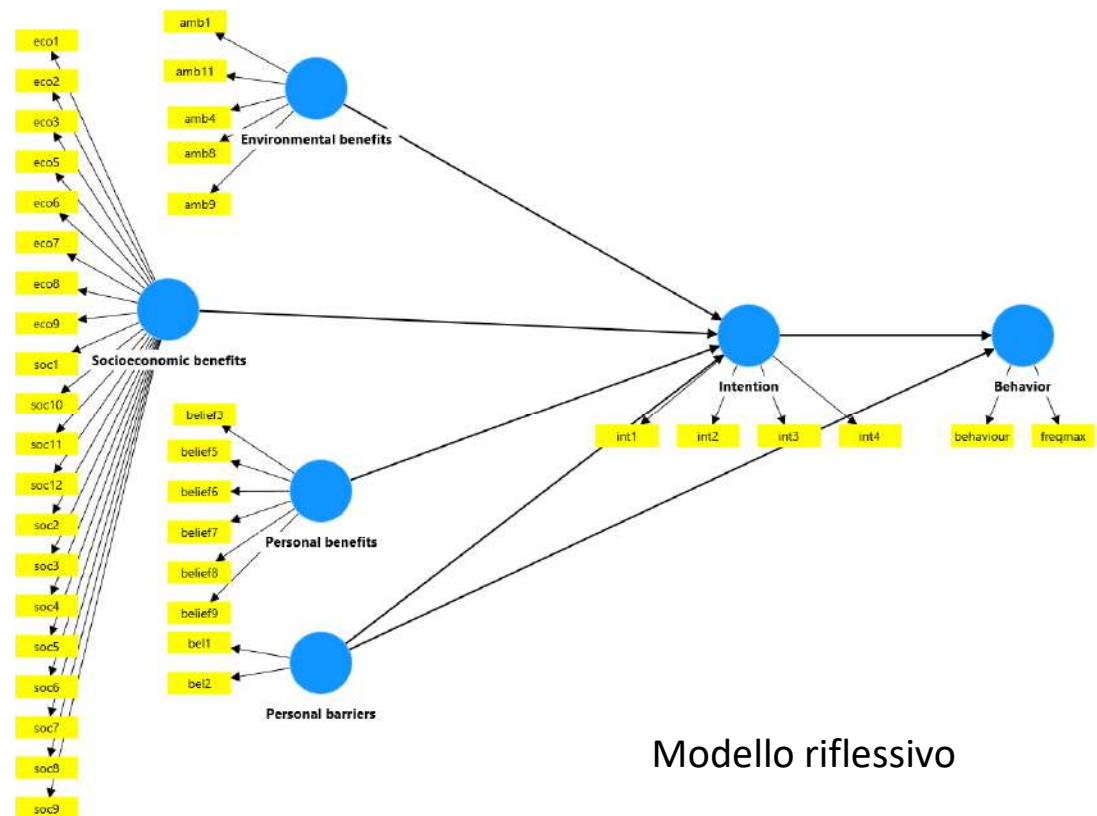
Terza sezione:

- Informazioni sociodemografiche: genere, età, titolo di studio, residenza

- **Campione** di 605 individui, rappresentativo della popolazione italiana per genere, età e residenza in aree rurali o urbane.

Validazione del modello PLS-SEM

- Impiego del software **SmartPLS 4**
- Validazione del modello in **due fasi**:
 - Modello di misurazione
 - Modello strutturale
- Verifica **robustezza**



Validazione del modello di misurazione*

- ✓ **Outer loadings** > 0.7 (eliminazione di *soe16*)
- ✓ **Convergent validity**: average variance extracted (AVE)
 - ✓ AVE > 0.5 -> verificato
- ✓ **Internal consistency validity**: composite reliability ρ_a (CR) e Cronbach's α
 - ✓ CR ≥ 0.6 e Cronbach's $\alpha > 0.70$ -> verificati (con eliminazione di *soe2*, *soe4*, *soe6*, *soe9*, *soe10*, *soe12*, e *soe16*)
- ✓ **Discriminant validity**: analysis of heterotrait-monotrait ratio (HTMT) matrix
 - ✓ Ratios < 0.85 -> verificato
- ✓ **Robustezza**: confermato il modello riflessivo (confirmatory tetrad analysis CTA-PLS)

* per modelli formativi: redundancy analysis, VIF, significatività dei weights degli items

Table 4

Validity and consistency measurements of the model.

Constructs	Codes	Mean	SD	Outer loadings	AVE	CR (ρ_a)	Cronbach's α
<i>Environmental benefits</i>					0.72	0.92	0.92
	env1	5.67	1.15	0.79			
	env2	5.13	1.40	0.82			
	env3	5.31	1.32	0.81			
	env4	5.25	1.30	0.88			
	env5	5.20	1.33	0.90			
	env6	5.36	1.28	0.88			
<i>Socioeconomic benefits</i>					0.61	0.94	0.94
	soe1	5.78	1.04	0.76			
	soe3	5.65	1.10	0.79			
	soe5	5.59	1.12	0.72			
	soe7	6.13	0.88	0.78			
	soe8	5.62	1.11	0.78			
	soe11	5.79	1.02	0.77			
	soe13	5.73	1.00	0.80			
	soe14	5.66	1.02	0.79			
	soe15	5.60	1.06	0.77			
	soe17	5.53	1.08	0.78			
	soe18	5.59	1.09	0.76			
	soe19	6.07	0.89	0.82			
	soe20	5.89	1.00	0.82			
<i>Personal benefits</i>					0.73	0.93	0.93
	pbe1	5.78	1.08	0.89			
	pbe2	5.74	1.07	0.88			
	pbe3	5.66	1.12	0.90			
	pbe4	6.04	1.07	0.81			
	pbe5	5.81	1.07	0.88			
	pbe6	5.37	1.27	0.78			
<i>Personal barriers</i>					0.73	0.71	0.65
	pba1	3.46	1.37	0.80			
	pba2	3.91	1.51	0.91			
<i>Intention to purchase</i>					0.82	0.94	0.93
	int1	5.48	1.30	0.92			
	int2	5.40	1.39	0.94			
	int3	5.27	1.47	0.84			
	int4	5.25	1.51	0.93			
<i>Direct purchase from farmers</i>					0.93	0.93	0.93
	freq	3.32	1.37	0.97			
	freqmax	3.50	1.41	0.96			

Notes: The survey scale was a seven-point scale (1 = Never, 7 = Daily). SD is the standard deviation. *Freqmax* is the maximum purchase frequency of each participant measured in the five direct sales channels.

Table 5

Heterotrait-Monotrait (HTMT) ratios matrix.

Constructs	EB	SB	Pbe	Pba	I	DP
Environmental benefits (EB)	–					
Socioeconomic benefits (SB)	0.75	–				
Personal benefits (PBe)	0.67	0.71	–			
Personal barriers (Pba)	0.42	0.49	0.52	–		
Intention to purchase (I)	0.52	0.60	0.68	0.68	–	
Direct purchase from farmers (DP)	0.32	0.31	0.44	0.58	0.58	–

Robustezza del modello strutturale

1. **Effetti non lineari:** verifica della presenza di relazioni quadratiche
2. **Endogeneità:** approccio Gaussian copula
3. **Eterogeneità non osservata:** procedura FIMIX

Robustezza del modello strutturale

1- Effetti non lineari: effetti quadratici

Table 6

Assessment of nonlinear effects.

Nonlinear relationship	Coefficient	<i>p</i> value	<i>f</i> ²
Environmental benefits ² - > Intention to purchase	-0.05	0.09	0.01
Socioeconomic benefits ² - > Intention to purchase	-0.01	0.61	0.00
Personal benefits ² - > Intention to purchase	0.03	0.29	0.00
Personal barriers ² - > Intention to purchase	-0.09	0.00	0.03
Personal barriers ² - > Direct purchase from farmers	0.01	0.69	0.00
Intention to purchase ² - > Direct purchase from farmers	0.04	0.10	0.01

→ presenza della **relazione quadratica** tra *Personal barriers* - > *Intention to purchase*

Robustezza del modello strutturale

2- Endogeneità - approccio Gaussian copula

Table 7
Results of the Shapiro-Wilk test for normal data.

Variable	Observations	W	V	z	Prob > z
Environmental benefits	605	0.980	7.993	5.039	0.000
Socioeconomic benefits	605	0.985	5.833	4.275	0.000
Personal benefits	605	0.947	20.986	7.379	0.000
Personal barriers	605	0.995	2.032	1.719	0.043
Intention to purchase	605	0.949	20.227	7.290	0.000
Direct purchase from farmers	605	0.983	6.883	4.677	0.000

Table 8
Endogeneity assessment.

Paths	Coefficient	Standard deviation	T statistics	p values
GC (Environmental benefits - > Intention to purchase)	-0.147	0.078	1.889	0.059
GC (Socioeconomic benefits - > Intention to purchase)	0.079	0.075	1.046	0.296
GC (Personal benefits - > Intention to purchase)	0.038	0.049	0.776	0.438
GC (Personal barriers - > Intention to purchase)	-0.365	0.366	0.998	0.318
GC (Personal barriers - > Direct purchase from farmers)	0.016	0.110	0.147	0.883
GC (Intention to purchase - > Direct purchase from farmers)	0.017	0.047	0.363	0.717

Note: GC refers to Gaussian Copula.

→ nessun problema

Robustezza del modello strutturale

3- Eterogeneità non osservata - procedura FIMIX-PLS

Table 9
Fit indices for the one-to seven-segment solutions.

Criteria	Number of segments						
	1	2	3	4	5	6	7
AIC	2723.282	2649.777	2624.07	2611.398	2572.515	2586.177	2551.64
AIC3	2732.282	2668.777	2653.07	2650.398	2621.515	2645.177	2620.64
AIC4	2741.282	2687.777	2682.07	2689.398	2670.52	2704.177	2689.642
BIC	2762.929	2733.48	2751.822	2783.202	2788.371	2846.086	2855.603
CAIC	2771.929	2752.48	2780.822	2822.202	2837.371	2905.086	2924.603
HQ	2738.71	2682.347	2673.783	2678.253	2656.51	2687.317	2669.924
MDL5	2993.52	3220.273	3494.829	3782.417	4043.796	4357.72	4623.446
LnL	-1352.64	-1305.89	-1283.04	-1266.7	-1237.26	-1234.09	-1206.8
EN	-	0.260	0.479	0.431	0.606	0.479	0.554
NFI	-	0.311	0.437	0.359	0.485	0.368	0.411
NEC	-	447.983	315.403	343.998	238.622	315.473	269.694

Notes: AIC: Akaike's information criterion; AIC3: modified AIC with factor 3; AIC4: modified AIC with factor 4; BIC: Bayesian information criteria; CAIC: consistent AIC; HQ: Hannan Quinn criterion; MDL5: minimum description length with factor 5; LnL: Log Likelihood; EN: normed entropy statistic; NFI: non-fuzzy index; NEC: normalized entropy criterion; bolded values represent the optimal outcome according to each segment retention criterion.

Table 10
Relative segment sizes (N = 605).

Number of segments	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6	Segment 7
1	1.000						
2	0.589	0.411					
3	0.502	0.431	0.066				
4	0.416	0.344	0.230	0.010			
5	0.453	0.414	0.071	0.051	0.011		
6	0.357	0.260	0.217	0.104	0.053	0.009	
7	0.341	0.311	0.184	0.053	0.050	0.049	0.013

-Minimum segment size 85

-7 segments

-> soluzione a un segmento

Validazione del modello strutturale

1. **Controllo di collinearità** tra i costrutti predittori mediante il variance inflation factor (VIF): $VIF < 5$, **assenza di problemi di collinearità**
 2. **Procedura di bootstrap**: per verificare se le relazioni ipotizzate tra i costrutti risultano significative.
 3. Valutazione del **potere esplicativo** del modello:
 - i. Coeff. di determinazione R^2 : 0.545 per *Intention*, 0.348 per *Direct Purchase*.
 - ii. Effect magnitude f^2 : effect size ($f^2 < 0.05$), eccetto per Env->Int, SocE->Int
 - iii. Cross-validated redundancy $Q^2_{predict}$: > 0 per tutti gli item che predicono il *Direct Purchase*.
 - iv. PLS-SEM RMSE < LM RMSE: verificato
- ✓ Il modello strutturale presenta un **fit adeguato** e statisticamente affidabile sulla base di R^2 , f^2 , $Q^2_{predict}$, e dei path coefficients

Risultati del modello strutturale

Table 12
PLS-SEM results of the structural model.

Paths	Path coefficients			
	Linear model		Nonlinear model	
Environmental benefits - > Intention to purchase	0.02		0.01	
Socioeconomic benefits - > Intention to purchase	0.15	***	0.17	***
Personal benefits - > Intention to purchase	0.42	***	0.42	***
Personal barriers - > Intention to purchase	-0.30	***	-0.28	***
Personal barriers - > Direct purchase from farmers	-0.25	***	-0.25	***
Intention to purchase - > Direct purchase from farmers	0.41	***	0.41	***
Personal barriers* - > Intention to purchase			-0.09	***
R ²				
Intention to purchase	0.531	***	0.545	***
Direct purchase from farmers	0.348	***	0.348	***
BIC				
Intention to purchase	-426.796		-439.341	
Direct purchase from farmers	-240.594		-240.594	

Effetto quadratico

Notes: *** denotes statistical significance at 1 %; BIC is the Bayesian information criterion.

Analisi multigruppo: residenti urbani e rurali

Tests dell'invarianza: garantire che si stia misurando lo stesso costrutto nei gruppi

Due gruppi: residenti rurali ($n = 101$) e urbani ($n = 504$), rappresentativi della popolazione italiana.

Procedura **MICOM** (Measurement Invariance of Composite Models):

- ✓ Step 1: **invarianza configurale** → verificata
- ✓ Step 2: **invarianza compositiva** → verificata
- ✓ Step 3: **uguaglianza dei valori medi e delle varianze dei compositi** → verificata

L'invarianza completa è stata verificata, pertanto è possibile procedere con l'analisi multigruppo (MGA).

Analisi multigruppo: residenti urbani e rurali

Tests dell'invarianza

Table 14
Results of compositional invariance (Step 2) and equality of composite mean values and variances (Step 3).

Constructs	Step 2		Step 3			
	Correlation	Permutation p value	Mean difference	Permutation p value	Variance difference	Permutation p value
Environmental benefits	0.999	0.368	−0.207	0.072	0.016	0.927
Socioeconomic benefits	0.999	0.499	−0.111	0.313	0.118	0.400
Personal benefits	1.000	0.368	−0.068	0.528	0.287	0.152
Personal barriers	1.000	0.804	−0.025	0.809	−0.109	0.446
Intention to purchase	1.000	0.128	−0.042	0.701	−0.013	0.946
Direct purchase from farmers	1.000	0.851	0.083	0.404	0.199	0.106

Analisi multigruppo: *residenti urbani e rurali*

Risultati

Table 15

Results of the bootstrap for the rural and urban groups, MGA, and hypothesis tests.

Paths	Path coefficients		Bootstrap MGA		
	Rural	Urban	Rural vs. Urban	Hypotheses	
Environmental benefits - > Intention to purchase	-0.12	0.05		Hypothesis 7a supported	
Socioeconomic benefits - > Intention to purchase	0.09	0.19 ***		Hypothesis 7b not supported	
Personal benefits - > Intention to purchase	0.59 ***	0.37 ***	***	Hypothesis 7c supported	
Personal barriers - > Intention to purchase	-0.33 ***	-0.26 ***	***	Hypothesis 7d not supported	
Personal barriers ² - > Intention to purchase	-0.06	-0.09 ***	***		
Personal barriers - > Direct purchase from farmers	0.05	-0.30 ***	***	Hypothesis 7e supported	
Intention to purchase - > Direct purchase from farmers	0.56 ***	0.40 ***	***	Hypothesis 7f not supported	

Notes: *** denotes statistically significant p values at 1 %.

Conclusioni: Vantaggi e Criticità

- Flessibile: funziona con campioni piccoli e dati non normali
- Gestisce modelli complessi con molte variabili latenti e indicatori
- Supporta sia modelli riflessivi sia formativi
- Rischio di specificazione errata dei costrutti riflessivi e formativi
- Richiede valutazioni rigorose di validità e affidabilità
- Possibile abuso del metodo senza solida base teorica

Grazie per l'attenzione!

francesca.gerini@unifi.it

Bibliografia

Adler, S. J., Sharma, P. N., & Radomir, L. (2023). Toward open science in PLS-SEM: Assessing the state of the art and future perspectives. *Journal of Business Research*, 169, 114291.

Hair, J.F., Sarstedt, M., Ringle, C.M., Gudergan, S.P., 2018. *Advanced Issues in Partial Least Squares Structural Equation Modeling*. SAGE Publications, Thousand Oaks, CA.

Hair, J.F., Thomas, G., Hult, M., Ringle, C.M., Sarstedt, M., 2022. *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*, third ed. SAGE Publications, Thousand Oaks, CA.

Ringle, C.M., Wende, S., Becker, J.-M., 2022. *Smartpls 4*. Smartpls. Oststeinbek.