

**Un approccio multicriteriale per la
valutazione della sostenibilità di
progetti di riuso economico di edifici
storici in Venezia**

Silvio Giove

Dipartimento di Matematica Applicata

Università degli Studi di Venezia

Dorsoduro 3825/E,30123 – Venezia, Italy

e-mail: sgiove@unive.it

Gruppo di ricerca

Paolo Rosato

economista

Valentina Zanatta

conservatore

Silvio Giove

matematico

Mila Dalla Valle

architetto

Margaretha Breil

urbanista

I termini del problema

- La disponibilità di risorse da dedicare alle politiche di conservazione/trasformazione è limitata (costi elevati)
- Mancano strumenti di *supporto alle decisioni* sulle modalità di recupero/intervento

Obiettivi



Sviluppo di modelli decisionali basati sull'aggregazione delle preferenze di un panel di Esperti per la valutazione della Sostenibilità dei progetti

- Indagare sul rapporto fra uso e conservazione nella realtà
- Sviluppare modelli di valutazione dei potenziali usi economici sostenibili degli edifici storici

MCDA

**Rappresentazione implicita della struttura
di preferenza gerarchica
di un panel di Esperti**

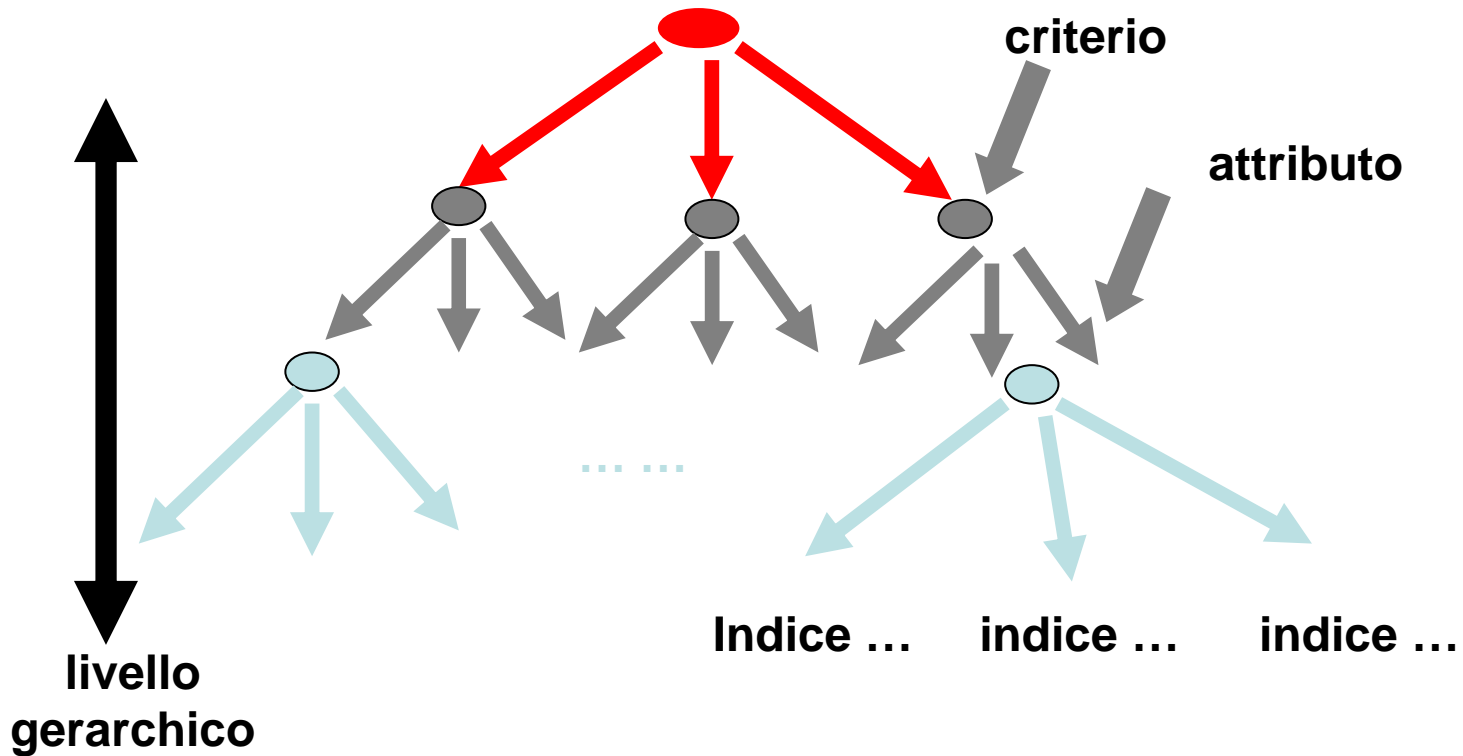
Misure non additive

**Funzione d'insieme che assegna un “peso” ad
ogni sottoinsieme di criteri (coalizioni)
consentendo **interazioni** (sinergie/ridondanze)**

Algoritmi di aggregazione

Integrale di Choquet (Sugeno, Sipos, CPT, ..)

Struttura gerarchica



Per ogni nodo, si calcola il valore aggregato relativo ai criteri che vi afferiscono

Misure non additive


- Interazioni tra criteri per l'assegnazione dei pesi ai nodi dell'albero gerarchico.
- I valori delle misure si ottengono attraverso un questionario che chiede le valutazioni su ipotetici scenari. Per ogni nodo dell'albero, verrà richiesto di valutare alcune particolari combinazioni dei criteri (*edges*), esprimendo tali valutazioni nella scala [1, 100]

Aggregazione multi-lineare:

$$V(x_1, x_2, x_3) = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{1,2}x_1x_2 + a_{1,3}x_1x_3 + a_{2,3}x_2x_3 + a_{1,2,3}x_1x_2x_3$$

$a_T > 0$  Effetto sinergico

$a_T < 0$  Ridondanza (conflitto)

$a_T = 0$  Nessuna interazione
(addizione)

• **EDGE:** uno scenario in cui tutte le variabili sono allo stato 'ottimo' o 'pessimo'

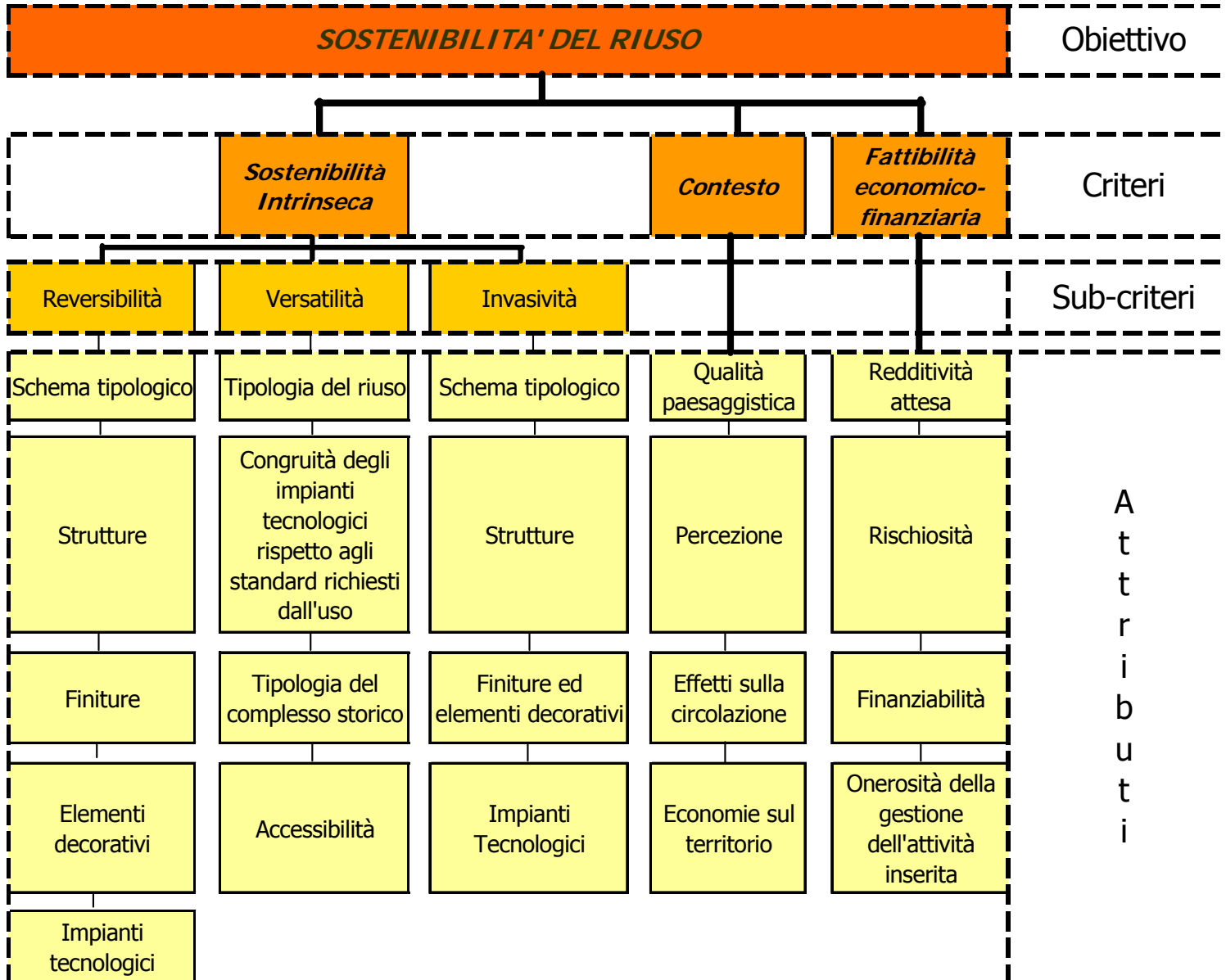
• L'importanza totale di un criterio è data dal suo effetto sul peso di ogni coalizione che comprende tale criterio

• Dati $a(i)$, $a(i,j)$, etc., ogni altro caso può essere calcolato mediante l'operatore multi-lineare

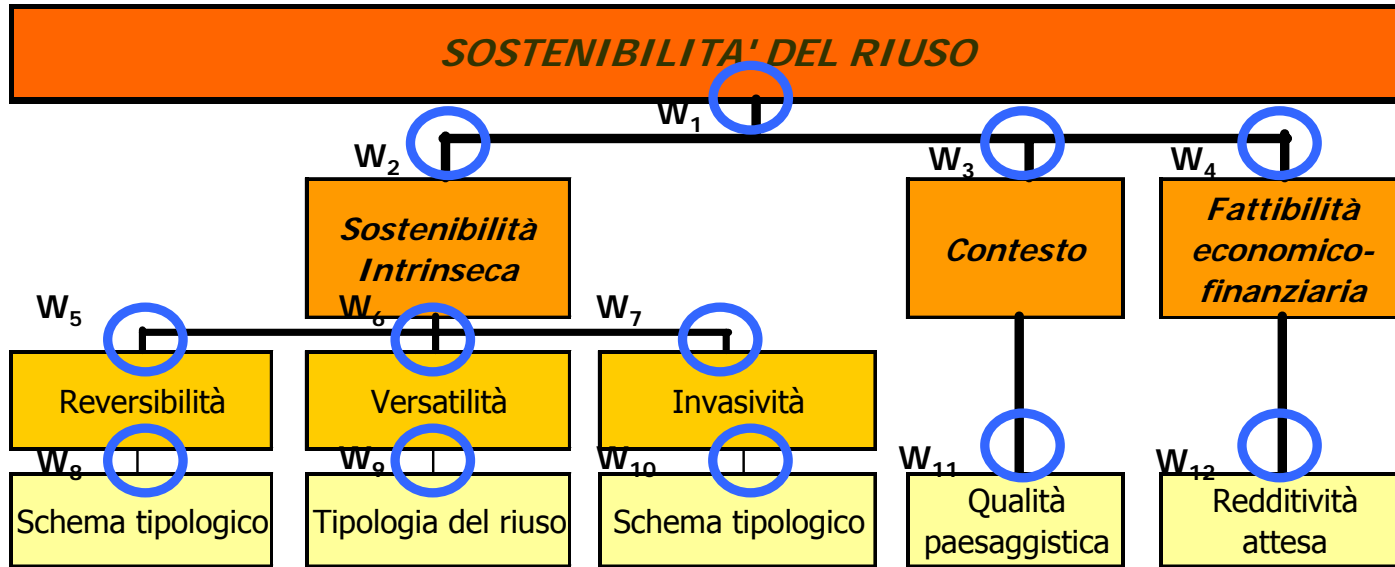
L'albero gerarchico

- Individuazione di tutte le j -esime caratteristiche (x_{ij}) che contribuiscono alla sostenibilità di un i -esimo progetto di riuso economico;
- classificazione e aggregazione delle caratteristiche in criteri e sub-criteri (strutturazione gerarchica);
- elicitazione dei pesi (w_j) che esprimono l'importanza relativa delle varie caratteristiche ad ogni livello di scomposizione gerarchica.

L'albero gerarchico



La funzione di aggregazione



- Ad ogni nodo dell'albero gerarchico corrisponde un peso w_j ottenuto attraverso l'utilizzo di una funzione di aggregazione: nel caso in esame la media aritmetica;
- la funzione di aggregazione si alimenta di valutazioni di esperti raccolte mediante la somministrazione di un questionario.

Il questionario

SOSTENIBILITA'				PESI			
Sostenibilità Intrinseca	Contesto	Fattibilità economico-finanziaria	VALUTAZIONE				
pessimo	pessimo	pessimo	0	0			
ottimo	pessimo	pessimo	20		Sostenibilità Intrinseca		
pessimo	ottimo	pessimo	30		Contesto		
pessimo	pessimo	ottimo	40		Fattibilità economico-finanziaria		
ottimo	ottimo	pessimo	50		Sostenibilità Intrinseca	Contesto	
ottimo	pessimo	ottimo	60		Sostenibilità Intrinseca	Fattibilità economico-finanziaria	
pessimo	ottimo	ottimo	70		Contesto	Fattibilità economico-finanziaria	
ottimo	ottimo	ottimo	100	1	Sostenibilità Intrinseca	Contesto	Fattibilità economico-finanziaria

All'esperto viene chiesto di attribuire una valutazione da 0 a 100 ad ipotetici scenari caratterizzati da uno o più criteri *i-esimi*, rispettando la condizione di **monotonia**

Il questionario

SOSTENIBILITA'			
Sostenibilità Intrinseca	Contesto	Fattibilità economico-finanziaria	VALUTAZIONE
pessimo	pessimo	pessimo	0
ottimo	pessimo	pessimo	20
pessimo	ottimo	pessimo	30
pessimo	pessimo	ottimo	40
ottimo	ottimo	pessimo	50
ottimo	pessimo	ottimo	60
pessimo	ottimo	ottimo	70
ottimo	ottimo	ottimo	100

PESI			
0			
0,2	Sostenibilità Intrinseca		
0,3	Contesto		
0,4	Fattibilità economico-finanziaria		
0	Sostenibilità Intrinseca	Contesto	
0	Sostenibilità Intrinseca	Fattibilità economico-finanziaria	
0	Contesto	Fattibilità economico-finanziaria	
0,1	Sostenibilità Intrinseca	Contesto	Fattibilità economico-finanziaria

- La funzione di aggregazione permette di trasformare le valutazioni dei singoli esperti nel set delle misure
- le valutazioni dei diversi esperti verranno poi aggregate in un unico set di misure.

$$I_S = 0,295SI + 0,247C + 0,200FEF + 0,109SI \cdot C \\ + 0,082SI \cdot FEF + 0,035C \cdot FEF + 0,032SI \cdot C \cdot FEF$$

I_S = indicatore sintetico di 'sostenibilità'

SI = sostenibilità intrinseca

C = contesto

FEF = fattibilità economico finanziaria

Gli indici di *andness* e *orness*

$$\text{Orness}_m(i) = \frac{1}{n-1} \sum_{T \subseteq N} \frac{n-t}{t+1} a_T$$

$$\text{Andness}_m(i) = 1 - \text{Orness}_m(i)$$

Gli indici di *andness* e *orness*

Gli esperti consultati avevano formazioni culturali eterogenee ed assimilabili ad almeno due tipologie: i *conservatori* ed i *progettisti - pianificatori*.

Pertanto si è ritenuto indispensabile individuare indici capaci di indicare il grado di “conservatività” del giudizio dell'esperto.

		Esperto 1	Esperto 2	Esperto 3	Esperto 4	Esperto 5	Esperto 6	Esperto 7	Esperto 8	Esperto 9	Esperto 10	Esperto 11	Media
Sostenibilità	<i>orness</i>	0,312	0,228	0,417	0,358	0,375	0,433	0,383	0,500	0,508	0,542	0,442	0,409
	<i>andness</i>	0,688	0,772	0,583	0,642	0,625	0,567	0,617	0,500	0,492	0,458	0,558	0,591
Sostenibilità intrinseca	<i>orness</i>	0,450	0,400	0,540	0,525	0,408	0,583	0,433	0,417	0,500	0,500	0,667	0,493
	<i>andness</i>	0,550	0,600	0,460	0,475	0,592	0,417	0,567	0,583	0,500	0,500	0,333	0,507
Reversibilità	<i>orness</i>	0,398	0,355	0,500	0,790	0,508	0,395	0,485	0,470	0,478	0,511	0,413	0,482
	<i>andness</i>	0,602	0,645	0,500	0,210	0,492	0,605	0,515	0,530	0,523	0,489	0,588	0,518
Versatilità	<i>orness</i>	0,626	0,350	0,499	0,504	0,442	0,318	0,517	0,436	0,556	0,489	0,478	0,474
	<i>andness</i>	0,374	0,650	0,501	0,496	0,558	0,682	0,483	0,564	0,444	0,511	0,522	0,526
Invasività	<i>orness</i>	0,438	0,440	0,525	0,416	0,376	0,478	0,578	0,476	0,438	0,551	0,522	0,476
	<i>andness</i>	0,563	0,560	0,475	0,584	0,624	0,522	0,422	0,524	0,563	0,449	0,478	0,524
Contesto	<i>orness</i>	0,506	--	0,486	0,464	0,456	0,447	0,633	0,508	0,525	0,493	0,490	0,501
	<i>andness</i>	0,494	--	0,514	0,536	0,544	0,553	0,367	0,492	0,475	0,507	0,510	0,499
Fattibilità economico-finanziaria	<i>orness</i>	0,600	0,319	0,525	0,457	0,557	0,458	0,475	0,492	0,469	0,515	0,408	0,480
	<i>andness</i>	0,400	0,681	0,475	0,543	0,443	0,542	0,525	0,508	0,531	0,485	0,592	0,520

- $orness=1/andness=0$: atteggiamento per niente conservativo
- $orness=0/andness=1$: atteggiamento conservativo
- $orness=0,5/andness=0,5$: perfettamente additivo

L'ARSENALE

Ipotesi di riuso: AREA ARTIGIANALE

SOSTENIBILITA'	0,690	Intrinseca	0,730	Reversibilità	0,744
<i>orness</i>	<i>0,409</i>	<i>orness</i>	<i>0,493</i>	<i>orness</i>	<i>0,371</i>
<i>andness</i>	<i>0,591</i>	<i>andness</i>	<i>0,507</i>	<i>andness</i>	<i>0,629</i>
				Versatilità	0,668
				<i>orness</i>	<i>0,474</i>
				<i>andness</i>	<i>0,526</i>
				Invasività	0,782
				<i>orness</i>	<i>0,481</i>
				<i>andness</i>	<i>0,519</i>
		Contesto	0,832		
		<i>orness</i>	<i>0,501</i>		
		<i>andness</i>	<i>0,499</i>		
		Economica	0,658		
		<i>orness</i>	<i>0,480</i>		
		<i>andness</i>	<i>0,520</i>		

L'ARSENALE

Ipotesi di riuso: PORTO TURISTICO

SOSTENIBILITA'	0,710	Intrinseca	0,662	Reversibilità	0,539
<i>orness</i>	<i>0,409</i>	<i>orness</i>	<i>0,493</i>	<i>orness</i>	<i>0,371</i>
<i>andness</i>	<i>0,591</i>	<i>andness</i>	<i>0,507</i>	<i>andness</i>	<i>0,629</i>
				Versatilità	0,670
				<i>orness</i>	<i>0,474</i>
				<i>andness</i>	<i>0,526</i>
				Invasività	0,767
				<i>orness</i>	<i>0,481</i>
				<i>andness</i>	<i>0,519</i>
		Contesto	0,850		
		<i>orness</i>	<i>0,501</i>		
		<i>andness</i>	<i>0,499</i>		
		Economica	0,804		
		<i>orness</i>	<i>0,480</i>		
		<i>andness</i>	<i>0,520</i>		

Risultati e conclusioni

Le potenzialità del modello

- Possibilità di utilizzo del modello:
 - *Scoring* → progetti migliori o peggiori, rispetto a determinati criteri
 - *Valutazione di progetti* → analisi dettagliata a supporto della decisione
 - *Validazione e comunicazione dei risultati* → (opinione pubblica, gestori, decisore pubblico)

I risultati dell'analisi

- L'analisi ha evidenziato che la sostenibilità del progetto di un porto turistico (darsena) è leggermente più favorevole di quella dell'insediamento di ditte artigiane.
- Darsena: maggiori trasformazioni → sostenibilità intrinseca meno favorevole, ma compensato da una maggior sostenibilità rispetto al contesto e soprattutto da una maggiore sostenibilità economica (turismo)

CONCLUSIONI e SVILUPPI

- **Analisi di sensitività**
- **Altri operatori**
- **Misura e gestione del consenso**
- **Indici di Shapley**
- **Modelli di ordine ridotto**