

Touristic carrying capacity (TCC)

Compromesso ottimale (*trade-off*) tra attività turistiche e risorse disponibili

Programmazione e gestione sostenibile ed efficiente riducendo al minimo l'impatto sulle caratteristiche Ambientali e Sociali del sito



SOLUZIONE DI COMPROMESSO

IDEA:

Massimizzare il reddito delle categorie commerciali turistiche ed allo stesso tempo ridurre per quanto possibile gli impatti sul territorio (ambientali e sociali)

PROGRAMMAZIONE LINEARE (LP: Linear Programming))

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_x c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \\ b_{1,1} x_1 + b_{1,2} x_2 + \dots + b_{1,n} x_n \leq d_1 \\ b_{2,1} x_1 + b_{2,2} x_2 + \dots + b_{2,n} x_n \leq d_2 \\ \dots\dots\dots \\ b_{m,1} x_1 + b_{m,2} x_2 + \dots + b_{m,n} x_n \leq d_m \\ x_1, x_2, \dots, x_m \geq 0 \end{array} \right.$$

IL MODELLO LP di base – il caso di VENEZIA

Reddito

Spesa giornaliera individuale per tre categorie di turisti (c_1, c_2, c_3):

- TH: hotel tourists
- NTH: extra-hotel tourists
- E: trippers

Vincoli

- HB = letti disponibili in hotels
- NHB = letti disponibili extra-hotels
- L = numero di pasti
- P = numero di parcheggi
- T = viaggi disponibili individuali
- WD = capacità di smaltimento di rifiuti solidi
- SMV = massimo numero di visitatori presenti in piazza S. Marco (*risorsa NON rinnovabile*)

1. IL MODELLO di base LP

$$\text{MAX } z = 220 TH + 85,4 TNH + 49 E$$

s.t.

$$\text{HB: } TH \leq 9.000$$

$$\text{NHB: } TNH \leq 1.600$$

$$\text{L: } 1,00 TH + 0,75 TNH + 0,5 E \leq 25.000$$

$$\text{P: } 0,33 TH + 0,33 TNH + 0,75 E \leq 30.000$$

$$\text{T: } TH + TNH + 2,00 E \leq 30.000$$

$$\text{WD: } 2,30 TH + 2,00 TNH + 0,70 E \leq 30.000$$

$$\text{SMV: } 0,47 TH + 0,30 TNH + 0,70 E \leq 10.000$$

ESTENSIONI

- Fuzzy LP – considera incertezza intervallare (o fuzzy) sui parametri del modello
- Fuzzy Goal Programming – include preferenze degli stakeholders mediante opportune funzioni d'utilità

2. II MODELLO LP con COEFFICIENTI INTERVALLARI

- Alcuni coefficienti del modello possono essere incerti e variare dentro un range opportuno
- .. Questo può dipendere dalle diverse risposte ottenute (interviste per stimare i parametri)

Interval Tourist Carrying Capacity (ITCC)

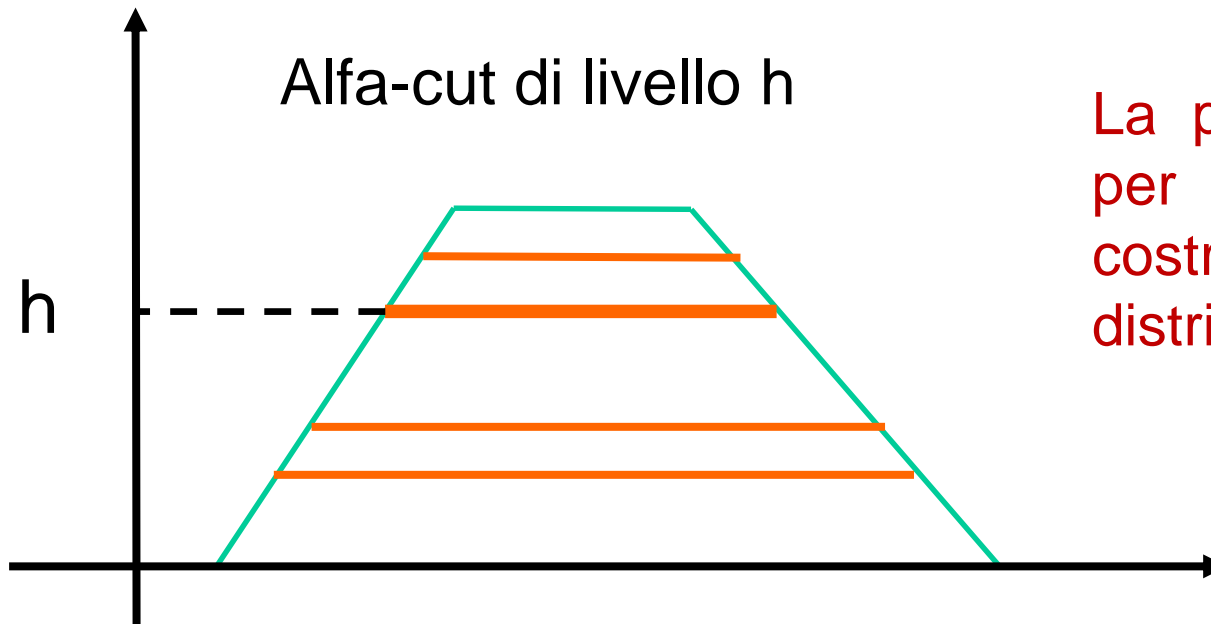
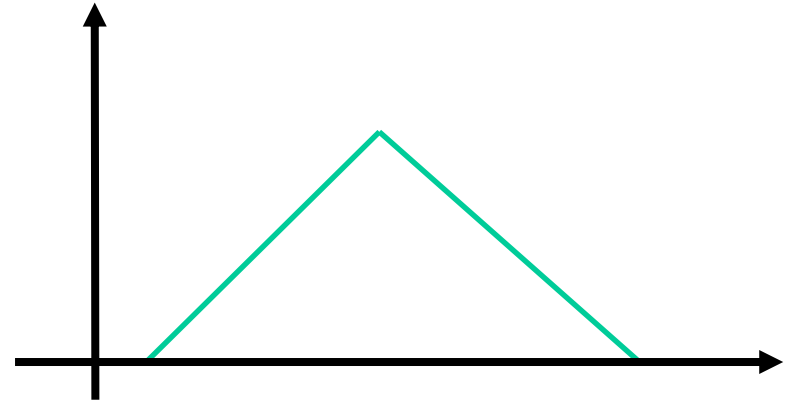
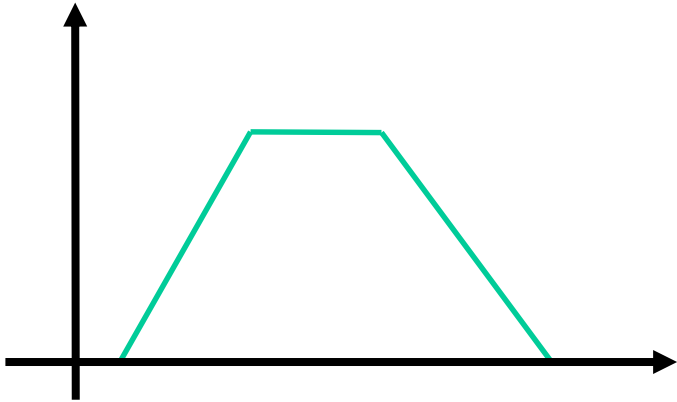
Il prototipo software (EXCELL) consente di inserire per ciascun dato:

- Estremo inferiore dell'intervallo
- Estremo superiore dell'intervallo
- Valore mediano (più *probabile*)

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_x \varrho_1 TH + \varrho_2 NTH + \varrho_3 E \\ TH \leq d_1^o \\ TNH \leq d_2^o \\ \varrho_{3,1}^o TH + \varrho_{3,2}^o NTH + \varrho_{3,3}^o E \leq d_3^o \\ \varrho_{5,1}^o TH + \varrho_{5,2}^o NTH + \varrho_{5,3}^o E \leq d_5^o \\ \varrho_{6,1}^o TH + \varrho_{6,2}^o NTH + \varrho_{6,3}^o E \leq d_6^o \\ \varrho_{7,1}^o TH + \varrho_{7,2}^o NTH + \varrho_{7,3}^o E \leq d_7^o \\ TH, NTH, E \geq 0 \end{array} \right.$$

objective function									
	coef_TH_i	coef_TH_c	coef_TH_s	coef_NTH	coef_NTH	coef_NTH	coef_E_in	coef_E_ce	coef_E_sup
	190	210	230	140	160	180	45	60	80
matrix A									
	coef_TH_i	coef_TH_c	coef_TH_s	coef_NTH	coef_NTH	coef_NTH	coef_E_in	coef_E_ce	coef_E_sup
HB	1	1	1	0	0	0	0	0	0
NHB	0	0	0	1	1	1	0	0	0
L	0,675	0,75	0,825	0,585	0,65	0,715	0,18	0,2	0,22
P	0,297	0,33	0,363	0,297	0,33	0,363	0,675	0,75	0,825
T	0,9	1	1,1	0,9	1	1,1	0,9	1	1,1
W	2,1	2,3	2,5	1,8	2	2,2	0,9	1	1,1
SMW	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8
vector b									
	constr_inf	constr_ce	constr_sup						
HB	13000	14400	15500						
NHB	18500	20400	22000						
L	233000	240000	247000						
P	19000	20000	21000						
T	45000	46000	47000						
WD	90000	100000	110000						
SMW	9000	10000	11000						
variable values_result									
	TH_sup	TH_centra	TH_inf	NTH_sup	NTH_cent	NTH_infer	E_sup	E_central	E_inf
	15500	9700	13000	22000	20400	6250	3250	0	0
output objective function									
	Z_inf	Z_central	Z_sup						
	3345000	5301000	7785000						8

Numeri fuzzy (trapezoidali/triangolari)



La procedura può essere ripetuta per diversi valori di h tra 0 ed 1 costruendo una stima della distribuzione del dato

Al crescere dell'informazione disponibile (precisione) i coefficienti possono essere definiti con maggior precisione tramite *numeri fuzzy*

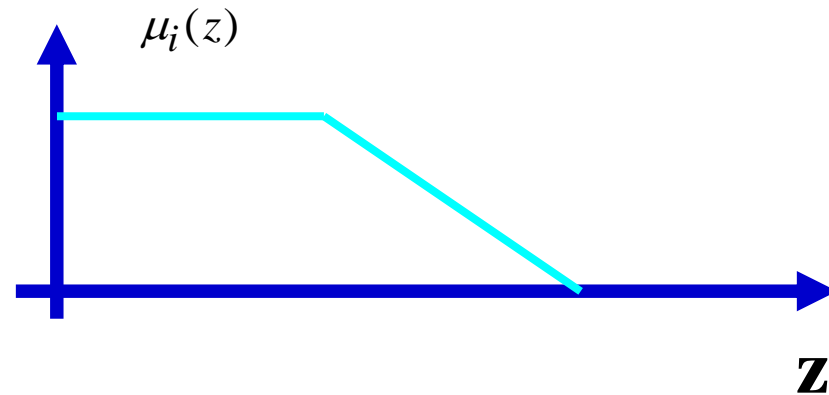
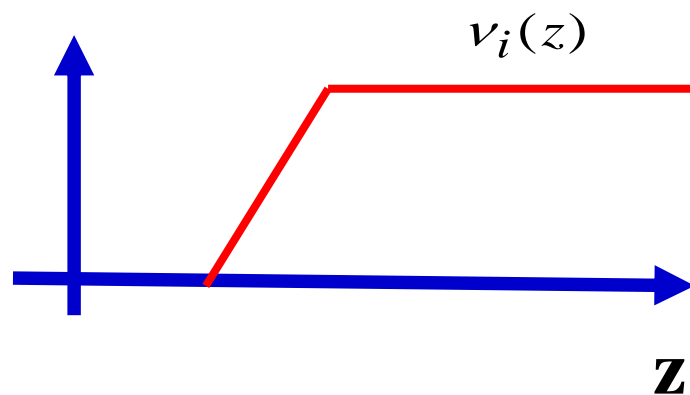
Avremo così un problema di *Programmazione Lineare a Coefficienti Fuzzy*

FTCC: Fuzzy Touristic Carrying Capacity

3. FUZZY GOAL LP (Canestrelli, Costa)

In questo modello (Canestrelli, Costa et al, 1991) si considerano esplicitamente le (opposte) preferenze degli stakeholders coinvolti:

Operatori turistici e Popolazione Residente



Si considerano allo stesso modo sia la funzione obiettivo (reddito da massimizzare) sia ciascuno dei 7 vincoli (impatti da minimizzare)

Goal: *membership* functions μ_i

$$v_i(x) = U_i(f_i(x))$$

$$\mu_i(x) = V_i(g_i(x))$$

Problema equivalente

$$\left\{ \begin{array}{l} \max_{x, \lambda} \lambda \\ v_i(x) \geq \lambda, \quad i = 0, \dots, n \\ \mu_i(x) \geq \lambda, \quad i = 0, \dots, m \\ x \geq 0 \\ \lambda \in [0, 1] \end{array} \right.$$

Fuzzy Goal Linear Programming (FGLP)

dipendente da un parametro che opera un tuning variabile sul termine noto dei vincoli

$$\text{MAX } z = 220TH + 85,4TNH + 149E$$

s.t.

$$\text{HB: } TH \leq 9.000 + \theta 2.000$$

$$\text{NHB: } TNH \leq 1.600 + \theta 2.400$$

$$\text{L: } TH + 0,75TNH + 0,5E \leq 25.000 + \theta 15.000$$

$$\text{P: } 0,33TH + 0,33TNH + 0,75E \leq 30.000 + \theta 15.000$$

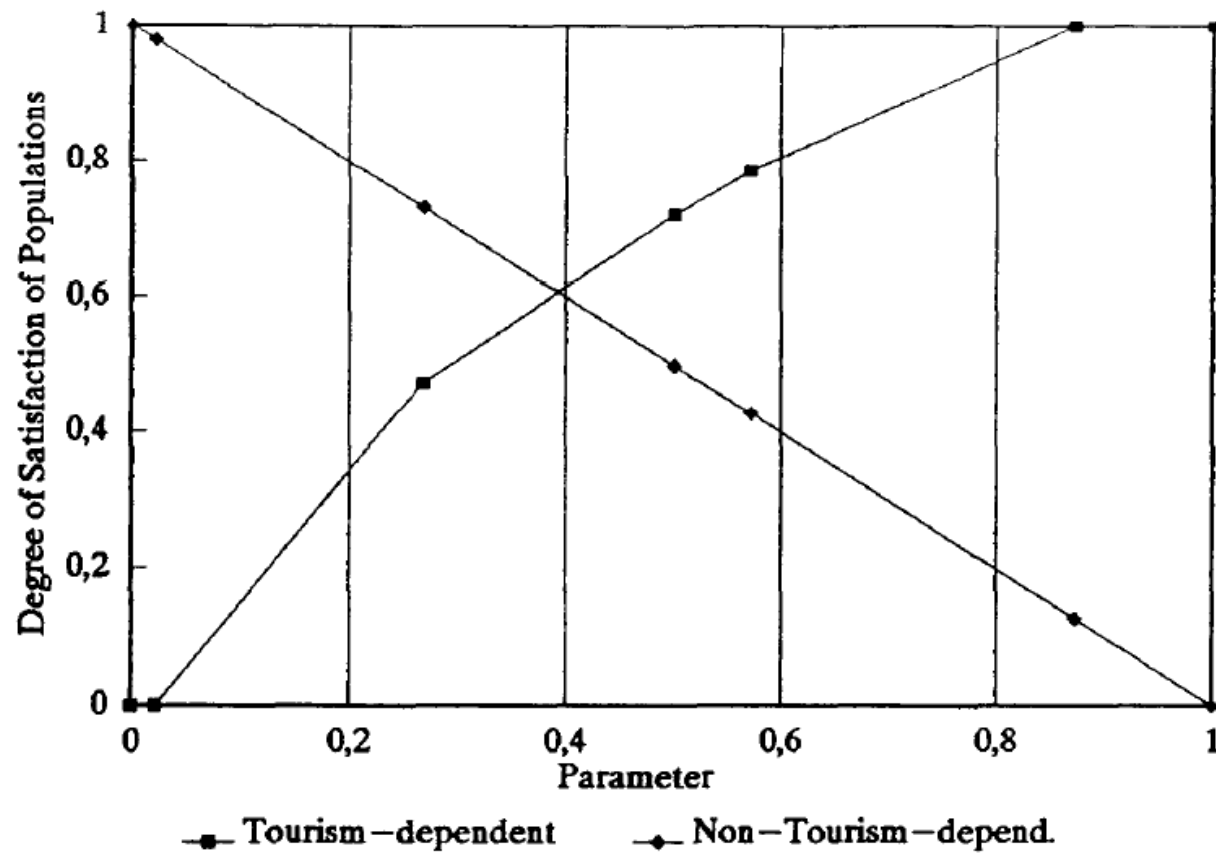
$$\text{T: } TH + TNH + 2,00E \leq 30.000 + \theta 10.000$$

$$\text{WD: } 2,30TH + 2,00TNH + 0,70E \leq 30.000 + \theta 30.000$$

$$\text{SMV: } 0,47TH + 0,30TNH + 0,70E \leq 10.000 + \theta 5.000$$

$\theta=0$ soluzione favorevole ai residenti, $\theta=1$ soluzione favorevole alle categorie produttive

Risolvendo il problema per diversi valori di θ si giunge ad una soluzione di compromesso che si ottiene per valori delle variabili di progetto che forniscono lo stesso livello di soddisfazione per le due categorie



CONCLUSIONI

- 3 Modelli basati sulla LP per la determinazione della TCC
- Approcci fuzzy consentono di «rilassare» i vincoli
- Il modello a coefficienti fuzzy consente di inserire incertezza e variabilità sui dati
- Il modello Fuzzy Goal LP tratta allo stesso modo (analiticamente) funzione obiettivo e vincoli, consentendo in futuro di inserire anche altre f.o.