

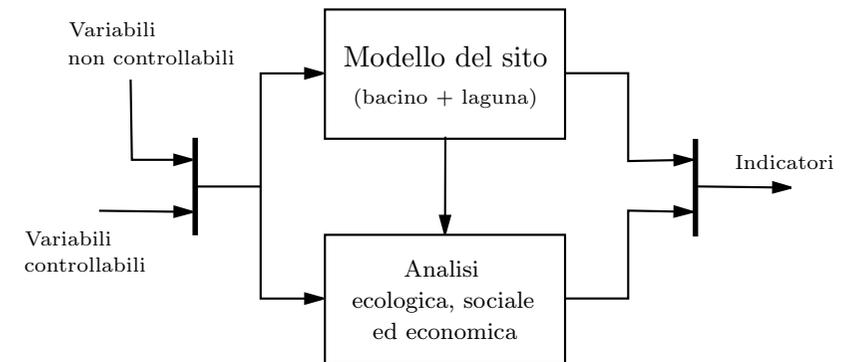
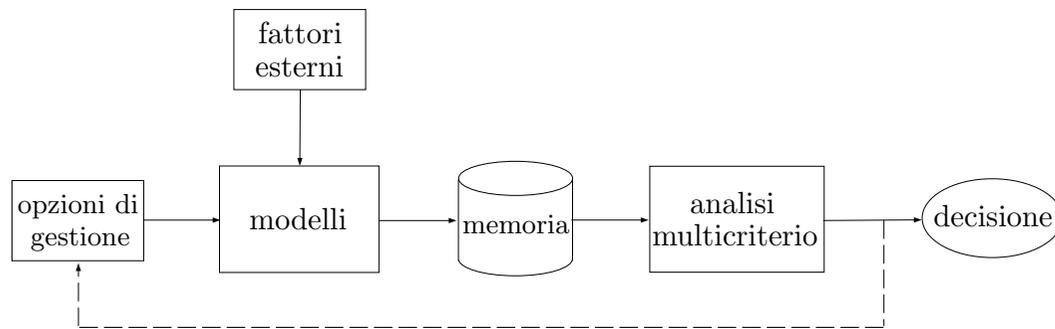


DII - Università di Siena

Applicazione: Un DSS per la gestione dell'acquacoltura nella Sacca di Goro

Corso di Modellistica e Gestione dei Sistemi Ambientali - A.A. 2006/07

Architettura generale del DSS



- A sinistra: Schema dell'architettura di un model-based DSS
- A destra: Struttura interna del blocco "modelli"

Definizione del problema per la Sacca di Goro (1/2)

- Le autorità locali ricevono richieste di nuove concessioni per acquacoltura (vongole) e devono decidere l'estensione di tali concessioni.
- L'attività di acquacoltura ha un forte impatto sull'ecosistema.
- E' prevedibile che un incremento dell'area coltivata risulti in un peggioramento della salute dell'ecosistema.

Lo scopo del DSS consiste nell'aiutare le autorità locali a trovare un compromesso sostenibile tra gli interessi socio-economici e la conservazione dell'ambiente

- Massimizzare il reddito e minimizzare l'impatto ambientale sono obiettivi contrastanti.

Definizione del problema per la Sacca di Goro (2/2)

<i>Azioni di gestione</i>	<i>Variabili controllabili</i>	<i>Vincoli</i>
Accordare nuove concessioni	Area delle concessioni [ha]	min: 1300 max: 1450

<i>Criteri</i>	<i>Indicatori</i>	<i>Obiettivi</i>	<i>Vincoli</i>
Reddito dell'acquacoltura	VAN [MEuro]	massimizzare	–
Bilancio ambientale/economico	$E_{\text{persa}}/\text{VAN}$ [MJ/Euro]	minimizzare	–
Qualità dell'acqua	LWQI	massimizzare	–

Modelli, criteri e indicatori

- Per le simulazioni viene utilizzato il modello biogeochimico della Sacca di Goro sviluppato in (Zaldivar et al., 2003).
 - *Variabili simulate*: Nutrienti, fitoplancton, zooplancton, macro-alghe, ossigeno disciolto, vongole, ecc.
 - *Variabili controllabili*: Area delle concessioni
 - *Variabili non controllabili*: Flussi in ingresso dal bacino, condizioni meteo, ecc.
- Il reddito dell'acquacoltura, espresso dal Valore Attuale Netto (VAN), viene scelto come criterio economico puro
- Il Lagoon Water Quality Index (LWQI) viene utilizzato per esprimere un criterio puramente ambientale relativo alla qualità dell'acqua
- Un criterio misto ambientale-economico viene espresso attraverso il rapporto tra l'Exergia persa (Ex_{persa}) e il VAN per il settore economico dell'acquacoltura

Risultati del DSS

Vengono presentati due diversi tipi di risultati, con lo scopo di mostrare aspetti differenti del processo decisionale:

- Effetti della variazione dei pesi dei criteri
- Effetti della variazione dei fattori esterni

Si evidenzia che:

- Vengono valutate e confrontate solo $n=7$ opzioni di gestione in modo da rendere chiara la visualizzazione dei risultati
- Le opzioni di gestione sono ottenute variando l'area delle concessioni da 1300 a 1450 ha con un passo di 25 ha
- Comunque, il DSS può potenzialmente valutare un grande numero di alternative

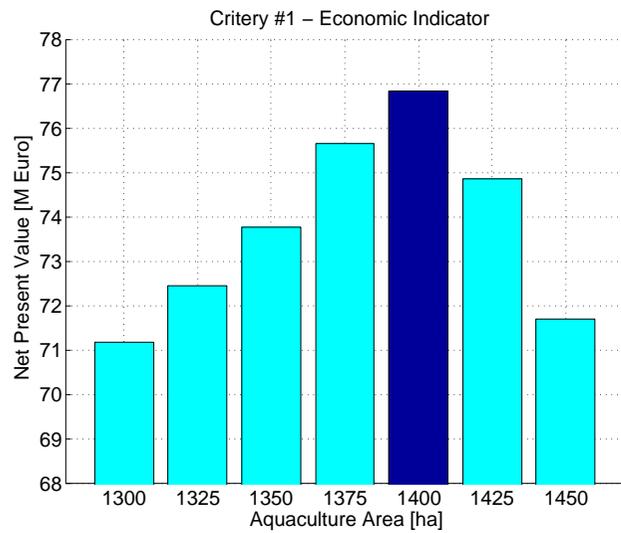
Variazione dei pesi dei criteri

- Per ciascuno dei 7 valori dell'area delle concessioni, il sistema è simulato lungo un'orizzonte temporale di 3 anni
- Sono considerate condizioni meteo normali in tutte le simulazioni
- L'Analytic Hierarchy Process (AHP) è utilizzato come tecnica di analisi multicriterio
- Si considerano i seguenti vettori di pesi (ottenuti attraverso l'AHP):

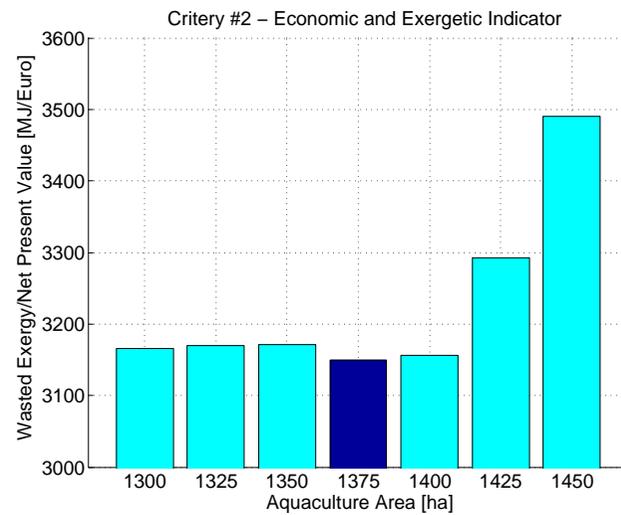
$$w_1 = \begin{matrix} VAN & Ex/VAN & LWQI \\ (0.1062, & 0.2605, & 0.6333) \end{matrix} \quad w_2 = \begin{matrix} VAN & Ex/VAN & LWQI \\ (0.6333, & 0.2605, & 0.1062) \end{matrix}$$

- w_1 privilegia il criterio ambientale (espresso dal terzo indicatore, LWQI)
- w_2 privilegia il criterio economico (espresso dal primo indicatore, VAN)

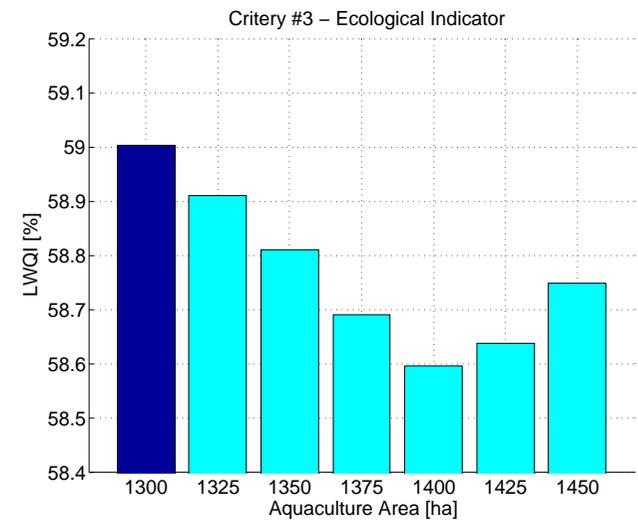
Variazione dei pesi dei criteri: Indicatori



VAN

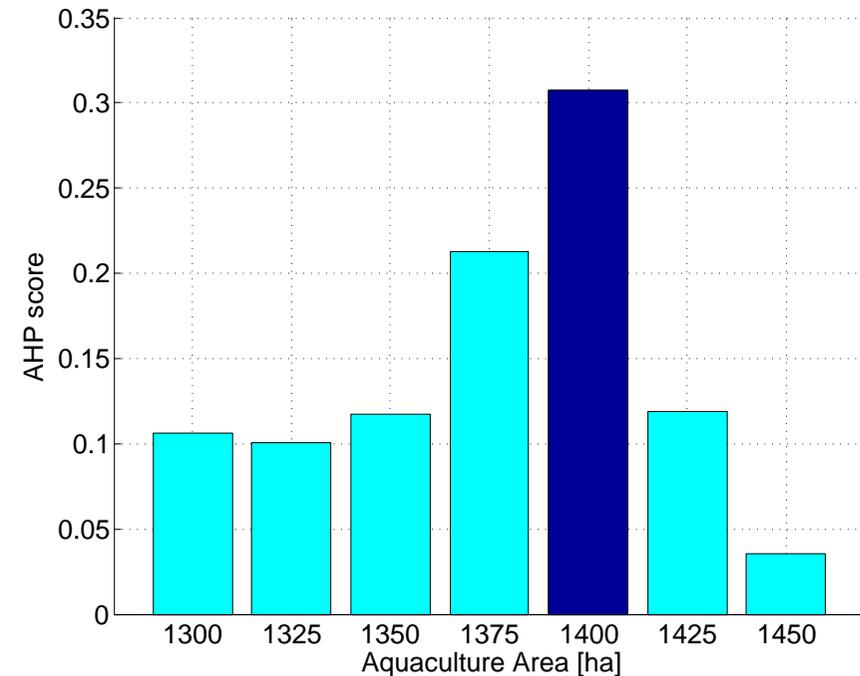
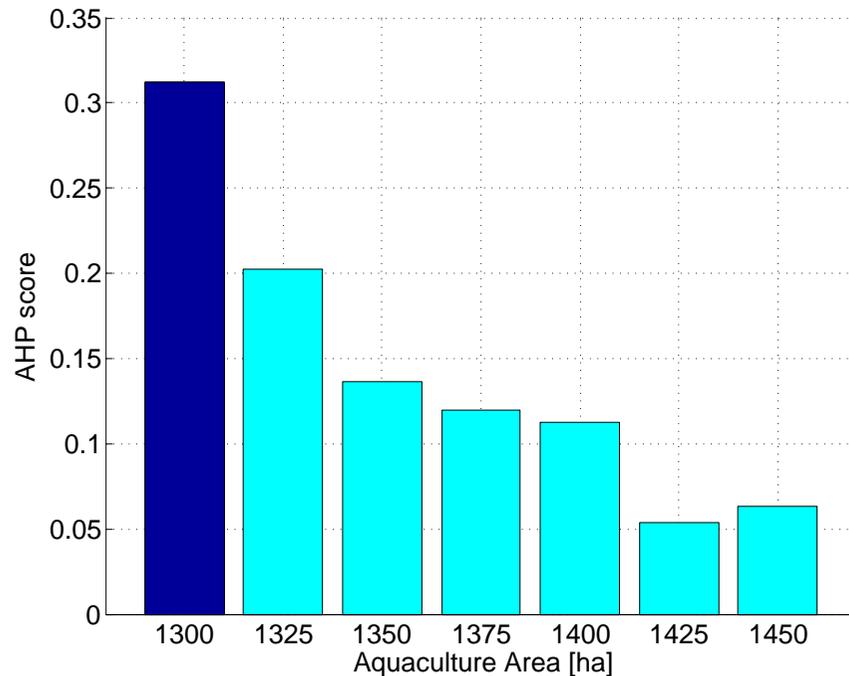


Ex_{persa}/VAN



LWQI

Variazione dei pesi dei criteri: Risultati dell'AHP



- A sinistra: voti ottenuti usando il vettore dei pesi w_1
Privilegiando il criterio ambientale, la soluzione premia valori bassi dell'area delle concessioni
- A destra: voti ottenuti usando il vettore dei pesi w_2
Privilegiando il criterio economico, la soluzione si sposta verso valori più elevati dell'area delle concessioni

Variazione dei fattori esterni

- Vengono ancora considerati 7 valori differenti dell'area delle concessioni
- La corrispondente prestazione del sistema su un orizzonte temporale di 2 anni viene valutata sotto 9 diverse condizioni esterne
 - Tutte le combinazioni di annate asciutte (D), normali (N), e umide (W)
- Il vettore dei pesi w_2 (che privilegia il criterio economico) viene utilizzato nella AHP

Variazione dei pesi: Risultati dell'AHP

Matrice dei voti (in ascissa le alternative, in ordinata le condizioni esterne)

	1300	1325	1350	1375	1400	1425	1450
D-D	0.099	0.149	0.255	0.286	0.042	0.069	0.100
D-N	0.119	0.108	0.163	0.173	0.310	0.096	0.031
D-W	0.311	0.337	0.116	0.066	0.046	0.053	0.072
N-D	0.176	0.269	0.294	0.102	0.074	0.049	0.037
N-N	0.124	0.096	0.099	0.150	0.186	0.287	0.058
N-W	0.106	0.108	0.170	0.119	0.214	0.082	0.201
W-D	0.286	0.134	0.177	0.283	0.032	0.036	0.052
W-N	0.194	0.242	0.351	0.037	0.039	0.052	0.086
W-W	0.291	0.369	0.119	0.038	0.039	0.061	0.083
mean	0.190	0.201	0.194	0.139	0.109	0.087	0.080

- Assumendo condizioni esterne equiprobabili, si calcola la media su ciascuna colonna, ottenendo così il voto medio per ciascuna alternativa
- La seconda alternativa (1325 ha) risulta essere la soluzione più robusta rispetto ai fattori esterni, pur avendo privilegiato il criterio economico (si confronti questo risultato con quello a Pagina 8, figura a destra)

Conclusioni

- L'AHP è effettivamente capace di riflettere nella decisione le priorità dell'utente
- Tenere in conto la robustezza della decisione rispetto ai fattori esterni è fondamentale per prendere una decisione affidabile
- Quando si tiene in conto la potenziale variabilità dei fattori esterni rispetto alle condizioni normali, il DSS premia valori bassi dell'area delle concessioni, anche se viene privilegiato il criterio economico
- Ciò significa che, in media, il beneficio economico atteso dovuto all'incremento dell'area delle concessioni, non compensa le perdite dal punto di vista ambientale