Queste note forniscono una breve introduzione ai sistemi di supporto alle decisioni (DSS), con particolare attenzione alla categoria dei *model-based DSS* (cioè sistemi di supporto alle decisioni basati sull'utilizzo di modelli).

1.1 I sistemi di supporto alle decisioni

- I DSS sono sistemi informativi interattivi sviluppati per supportare la soluzione di problemi di gestione non strutturati.
- Un DSS incorpora strumenti per la generazione delle opzioni di gestione alternative, e meccanismi per la loro analisi comparativa, ordinamento e selezione sull base dei criteri, obiettivi e vincoli forniti dall'utente.
- Nei model-based DSS la funzionalità dominante è fornita dall'utilizzo di modelli matematici e analitici. I modelli consentono di simulare il comportamento (per esempio, la dinamica temporale) di un sistema sottoposto a differenti opzioni di gestione, e di calcolare gli indicatori per la valutazione quantitativa dei criteri.

1.2 Il problema di decisione

Si assume che il *problema di decisione* sia strutturato e presentato in termini di:

- *Opzioni di gestione*, cioè le azioni, strategie e/o politiche che possono essere intraprese per modificare il comportamento del sistema.
- *Criteri*, sulla base dei quali vengono valutate le prestazioni del sistema.
- *Obiettivi*, cioè il tipo di ottimizzazione che deve essere realizzata per ciascun criterio.
- *Vincoli*, che stabiliscono limiti fissati per alcuni o tutti i criteri.

Lo scopo del DSS è supportare la scelta di una opzione di gestione che sia *ammissibile* (cioè soddisfi i vincoli) ed *efficiente* (cioè ottimizzi gli obiettivi).

- Le opzioni di gestione sono descritte da assegnamenti di valori alle *variabili controllabili* (che possono essere sia continue che discrete).
- Le *variabili non controllabili* descrivono fattori esterni che non sono soggetti a scelta, ma influenzano le prestazioni del sistema. Il loro ruolo nel DSS può essere interpretato solo in termini di *sensitività* e *robustezza* della decisione finale.

- I criteri sono espressi per mezzo di *indicatori*.
- Gli obiettivi corrispondono a indicatori il cui valore deve essere *massimizzato* o *minimizzato*.
- I vincoli impongono un *valore massimo* e/o *minimo* a ciascun indicatore. Possono corrispondere a soglie basate sull'esperienza o sulla normativa.
- Ulteriori variabili che non corrispondono a criteri, ma che il decisore potrebbe voler vincolare, sono indicate come *variabili interne*.
- Anche le variabili controllabili e non controllabili poossono essere limitate per riflettere vincoli sia fisici che pratici.

1.3 Logica del DSS

1. Un insieme di opzioni di gestione alternative viene generato cambiando i valori delle variabili controllabili.
2. Ciascuna opzione di gestione determina una corrispondente prestazione del sistema, che viene quantificata per mezzo di indicatori.
3. I valori degli indicatori vengono analizzati, valutati e confrontati per giungere a un ordinamento finale delle opzioni di gestione.

NOTA: La presenza di criteri multipli e contrastanti richiede tipicamente l'introduzione di *pesi* diretti o indiretti per confrontarli in maniera consistente. Si rimanda alla parte sull'analisi multicriterio.

1.4 Architettura di un model-based DSS

Tenendo in conto della logica introdotta nel paragrafo precedente, e del fatto che in un model-based DSS la funzionalità dominante è fornita dai modelli (utilizzati in questo contesto per la simulazione del sistema e la valutazione degli indicatori), un'architettura generale per i model-based DSS è riportata in Figura 1.1.

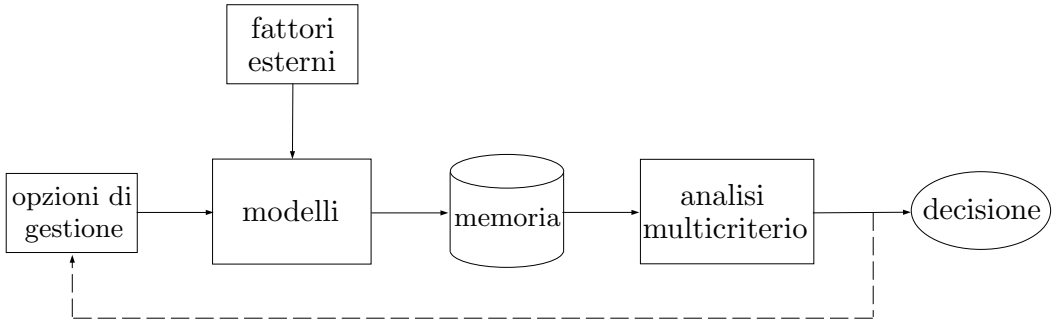

Figura 1.1: Schema dell'architettura di un model-based DSS.

Descrizione dei blocchi

- *Opzioni di gestione.* Genera le opzioni di gestione alternative assegnando valori alle variabili controllabili. Si assume un approccio discreto in cui viene considerato un numero finito n di opzioni di gestione.
  NOTA: L'approccio discreto non garantisce l'ottimalità, nel senso che quanto più è piccolo l'insieme di opzioni da cui scegliere, tanto meno probabile è l'eventualità che esso contenga la soluzione ottima. D'altra parte, per sistemi complessi e non differenziabili, questo può essere l'unico approccio praticabile. Ciò implica che si dovrebbe cercare di generare il numero più grande possibile di alternative. Si osservi che il meccanismo di generazione può sfruttare la retroazione dalla fase di analisi multicriterio al fine di estendere, adattare o raffinare l'insieme di possibili soluzioni.

- *Fattori esterni.* Genera le condizioni esogene assegnando valori alle variabili non controllabili. Si veda la nota successiva sul ruolo delle condizioni esogene nel DSS.

- *Modelli.* Rappresenta l'interconnessione dei modelli utilizzati per descrivere e rappresentare il comportamento del sistema. Il ruolo dei modelli è duplice:

  – Fornire simulazioni e predizioni degli andamenti delle variabili (per esempio, fisiche, chimiche, biologiche, socio-economiche) del sistema.

  – Calcolare i valori degli indicatori per una valutazione quantitativa dei criteri.

  Quando si considera l'i-esima opzione di gestione, $i = 1, \ldots, n$, l'uscita del blocco è un vettore m-dimensionale $I^{(i)}$ (dove m è il numero di criteri) contenente i corrispondenti valori degli indicatori. Viene verificato il soddisfacimento dei vincoli. Se uno o più vincoli sono violati, l'alternativa considerata è scartata come non ammissibile.

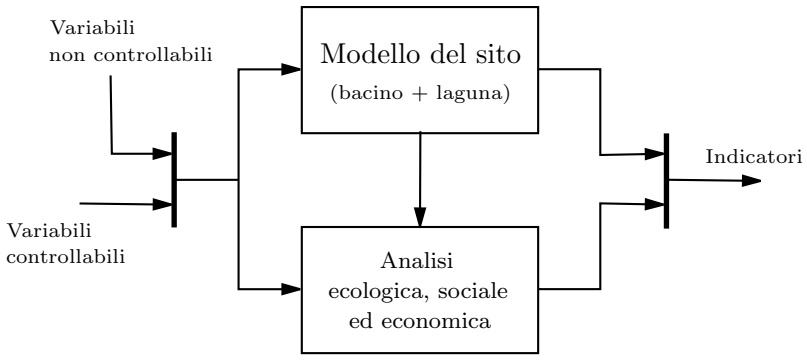

Figura 1.2: Struttura interna del blocco "*modelli*" in Figura 1.1 per un ecosistema lagunare e il suo bacino.

In Figura 1.2 viene mostrato come è strutturato internamente il blocco "*modelli*" per un ecosistema lagunare e il suo bacino.
NOTA: Ruolo delle variabili non controllabili

- Per una fissata opzione di gestione, le prestazioni del sistema sono chiaramente influenzate dalle variabili non controllabili.
- Al fine di realizzare un confronto equo delle differenti alternative, le prestazioni del sistema devono essere valutate sotto le stesse condizioni esogene.
- Al fine di rendere la decisione *robusta* rispetto alle condizioni esogene, è consigliabile ripetere la valutazione e il confronto delle opzioni di gestione alternative per diversi assegnamenti di valori alle variabili non controllabili, e poi considerare un ordinamento medio.

- *Archivio dati.* Sotto condizioni esogene fissate, i valori degli indicatori corrispondenti alle n opzioni di gestione da confrontare vengono memorizzati nella matrice $n \times m$

$$\mathcal{I} = [\ I^{(1)}\ \ldots\ I^{(n)}\ ]^T.$$

- *Analisi multicriterio.* Se venisse considerato solo il j-esimo criterio, la migliore opzione di gestione si otterrebbe semplicemente prendendo l'ottimo lungo la j-esima colonna della matrice $\mathcal{I}$. Tuttavia, quando tutti gli m criteri sono presi in considerazione assieme, accade tipicamente che l'ottimo su ciascuna colonna non è raggiunto dalla stessa opzione di gestione. Da qui la necessità di strumenti per l'analisi multicriterio. Si veda la presentazione relativa.