



Il processo di modellazione

Gianluca Zanutto

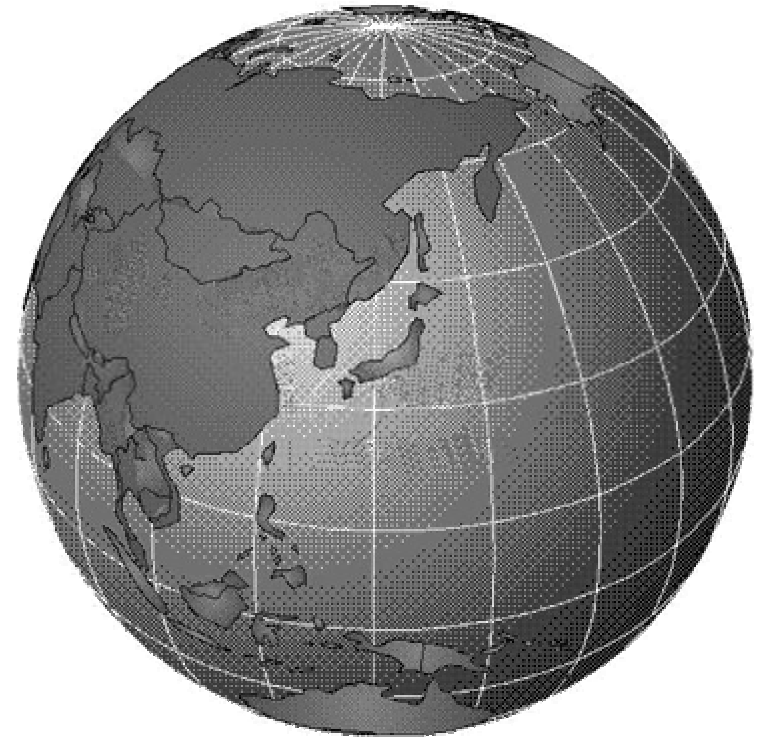
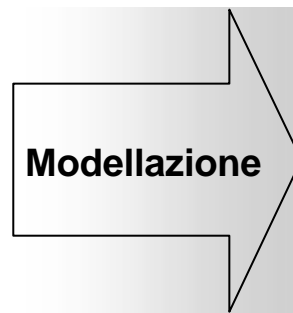
Università degli studi di Udine

Perché modellare?

La necessità di simulare la realtà



Realtà complessa



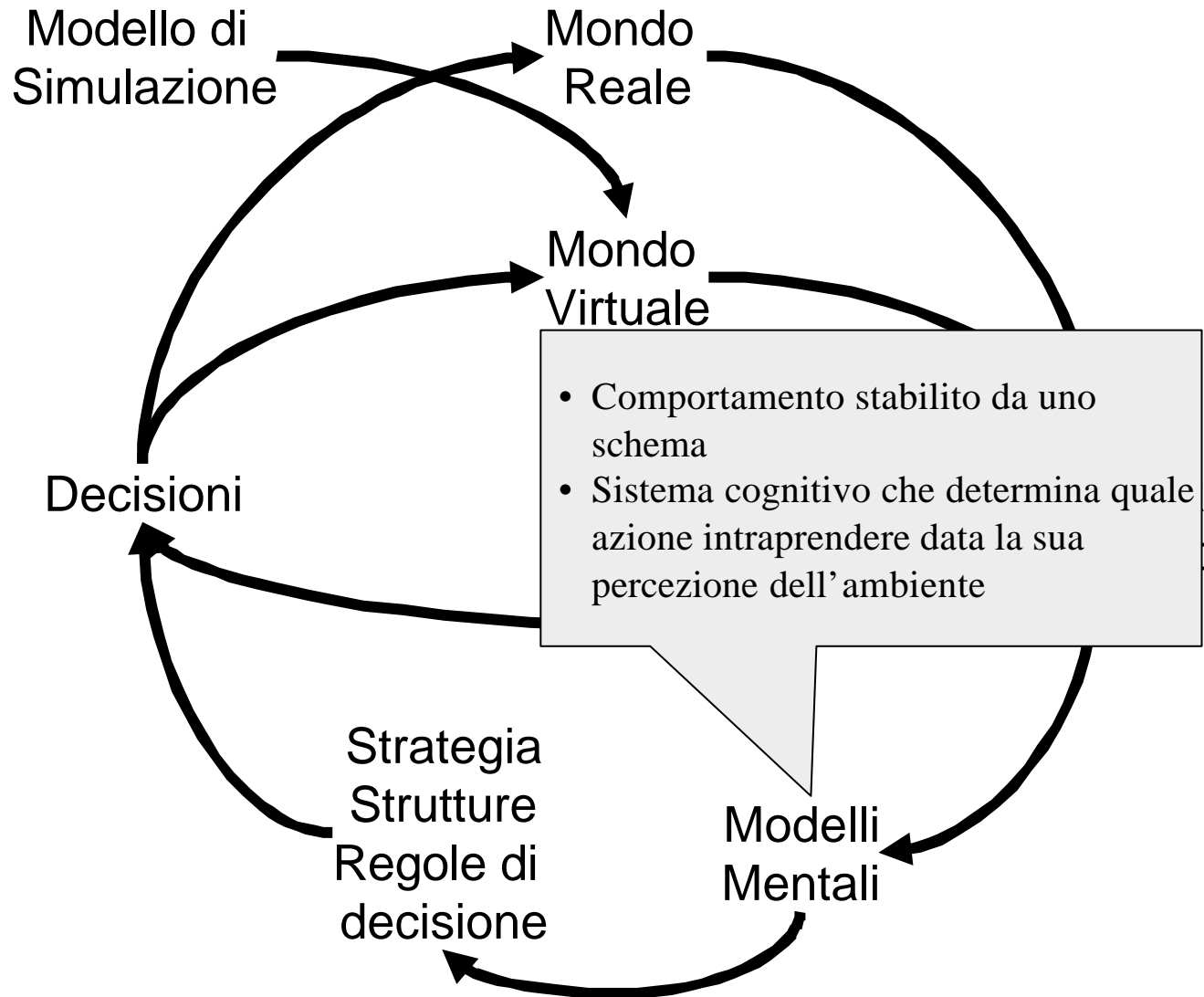
Modello = Riduttore di
complessità

“La mappa non è il territorio”

COME SI COSTRUISCE UN MODELLO

1. Si costruisce il modello per analogia con la realtà
2. La "domanda" sulla realtà viene trasformata in una domanda da fare al modello
3. Facendo evolvere il modello (simulazione), esso fornisce una risposta
4. La risposta viene poi trasferita per analogia al sistema reale.

DECISIONI E SIMULAZIONE



Esempio di mappa mentale



Perché simulare la realtà? La necessità di reagire in anticipo



La parabola della rana bollita

- Una rana gettata in una pentola di acqua bollente reagisce istantaneamente e salta fuori dalla pentola per salvarsi.
- Una rana immersa in una pentola d'acqua fredda posta sopra una fiamma, invece, si rende conto troppo lentamente dell'aumento della temperatura e finisce per morire bollita.

Senge, 1990

**Rana bollita = Organizzazione che non reagisce
in tempo ai segnali deboli**

Le opportunità della simulazione

- L'utilità di un modello System Dynamics risiede nel fatto che esso costituisce una sorta di laboratorio dove eseguire esperimenti per comprendere il comportamento di un sistema (*micromondi*).
- Questi esperimenti sono fondamentali per anticipare possibili risposte del sistema e sviluppare nuovi interventi per governare al meglio le realtà complesse.
- La simulazione permette di operare in un ambiente protetto, con costi e tempi ridotti.

Un famoso tipo di simulazione



Il simulatore di volo

Alcuni fallimenti nella storia e mancanza di simulazione:

- Controllo crescita in Romania
- Inflazione USA ('70)
- Auto elettrica in California

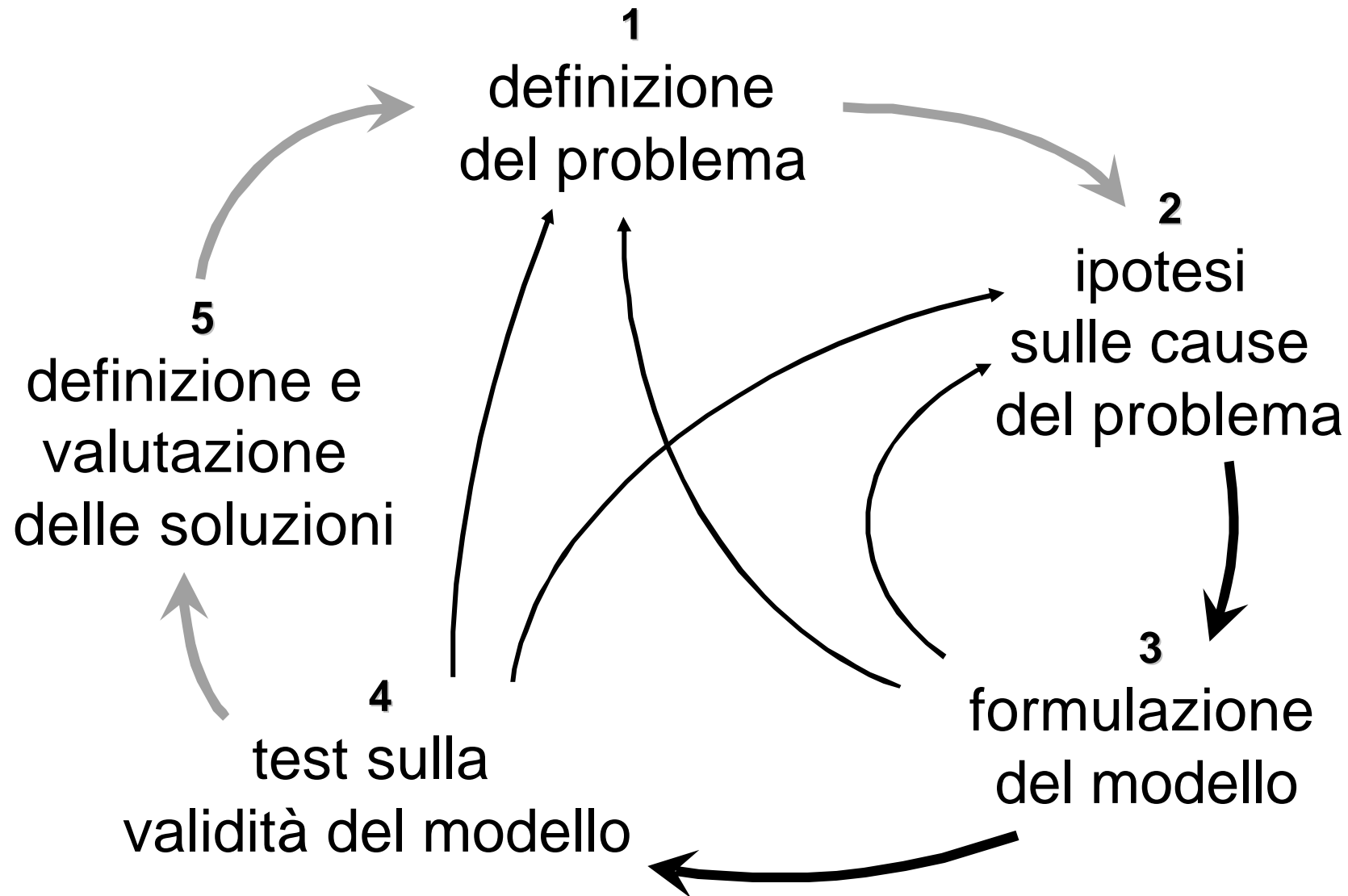
Il processo di modellazione

Si possono individuare **5 macro-fasi**:

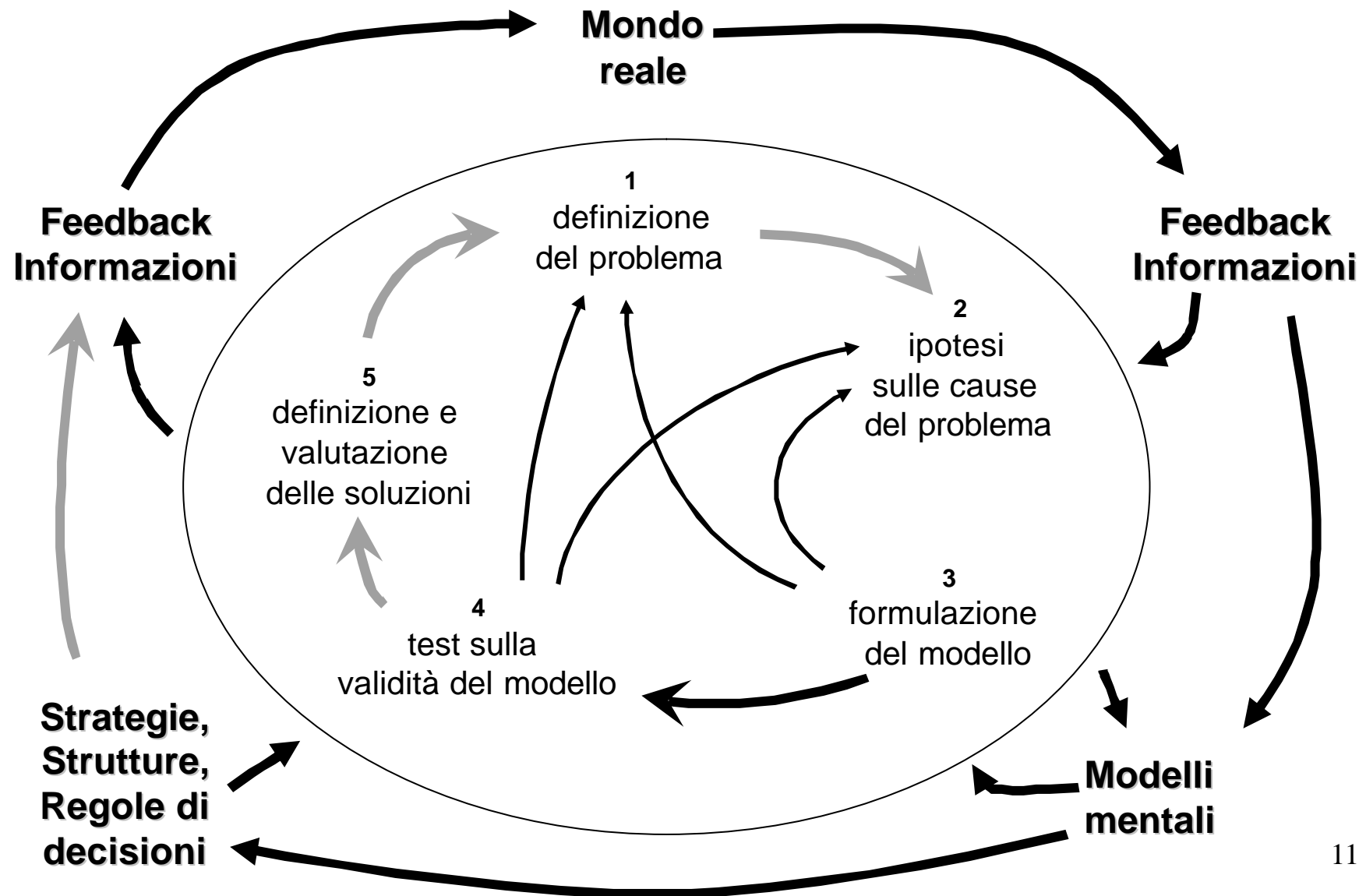
1. definizione del problema interpretazione
2. ipotesi sulle cause del problema
3. formulazione del modello
4. test sulla validità del modello
5. definizione e valutazione delle soluzioni

analisi what if

Il processo è iterativo



Il processo di modellazione nel processo di apprendimento



Fasi del processo di modellazione

All'interno delle **macro-fasi** si possono distinguere alcune **micro-fasi**:

A. definizione del problema

1. Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)
2. Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema

B. ipotesi sulle cause del problema

3. Deduco la mappa causale (circoli causali)

C. formulazione del modello

4. Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)
5. Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)

D. test sulla validità del modello

6. Testo il modello

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI
8. Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato
→ POLICY
9. Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori

Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)
2. Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema

B. ipotesi sulle cause del problema

3. Deduco la mappa causale (circoli causali)

C. formulazione del modello

4. Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)
5. Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)

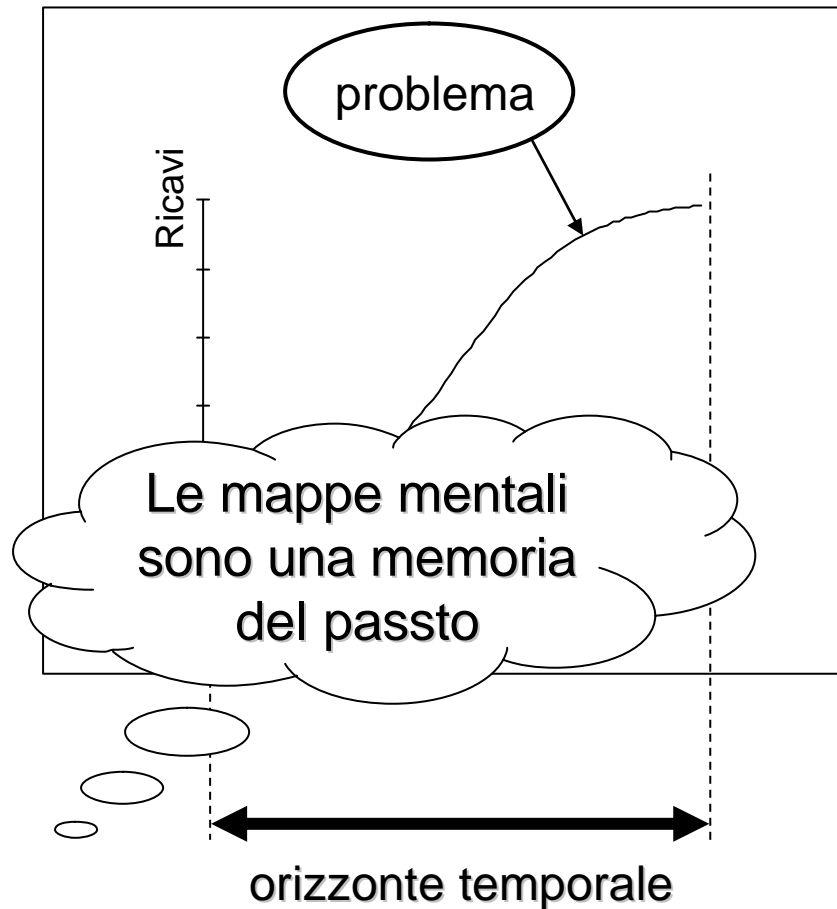
D. test sulla validità del modello

6. Testo il modello

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI
8. Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato
→ POLICY
9. Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori

FASE 1: INDIVIDUO IL PROBLEMA



PROBLEMA:

NELL'ORIZZONTE TEMPORALE CONSIDERATO, IL VALORE DEI RICAVI STAVA CRESCENDO

MA HA SUBITO UN ARRESTO

PUR AVENDO MANTENUTO GLI INVESTIMENTI NELL'AREA COMMERCIALE

Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)
2. Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema

B. ipotesi sulle cause del problema

3. Deduco la mappa causale (circoli causali)

C. formulazione del modello

4. Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)
5. Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)

D. test sulla validità del modello

6. Testo il modello

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI
8. Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato
→ POLICY
9. Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori

FASE 2: IDENTIFICO LE VARIABILI

Elenco variabili

1. Ricavi
2. Investimenti commerciali

PROBLEMA:

NELL'ORIZZONTE TEMPORALE
CONSIDERATO, IL VALORE DEI
RICAVI STAVA CRESCENDO
MA HA SUBITO UN ARRESTO
PUR AVENDO MANTENUTO
GLI **INVESTIMENTI NELL'AREA
COMMERCIALE**

Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)
2. Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema

B. ipotesi sulle cause del problema

3. Deduco la mappa causale (circoli causali)

C. formulazione del modello

4. Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)
5. Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)

D. test sulla validità del modello

6. Testo il modello

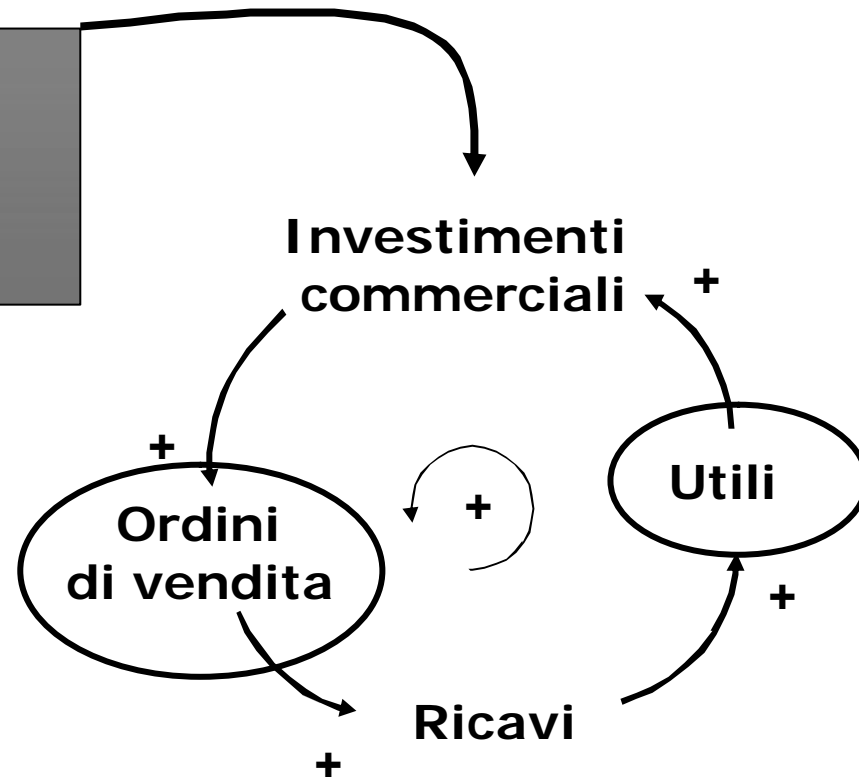
E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI
8. Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato
→ POLICY
9. Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori

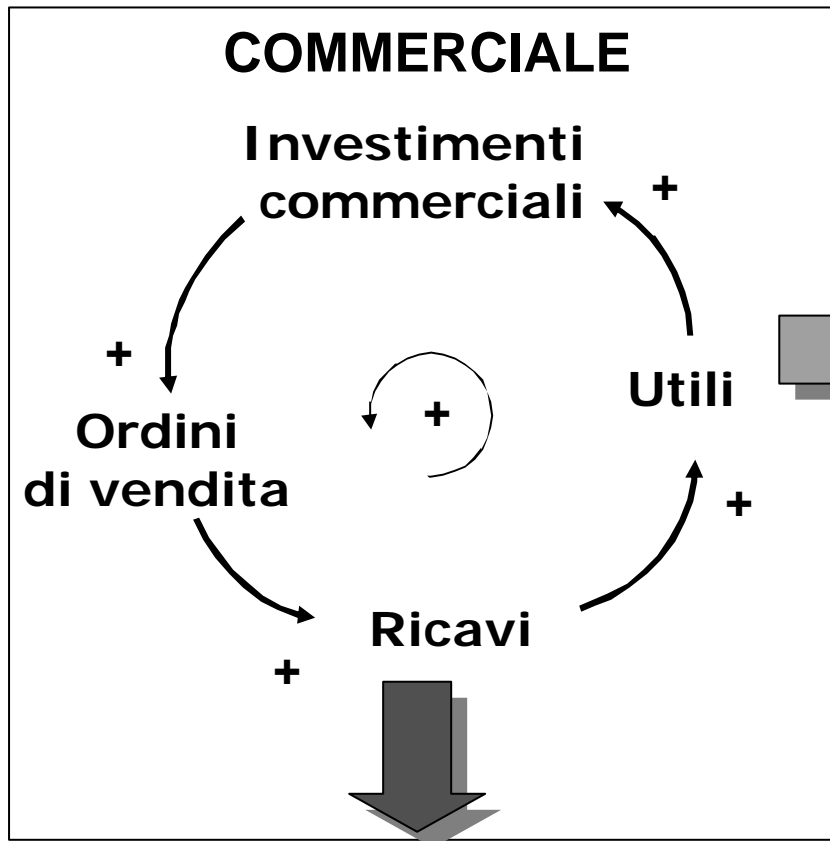
FASE 3: MAPPA CAUSALE iniziale

Elenco variabili

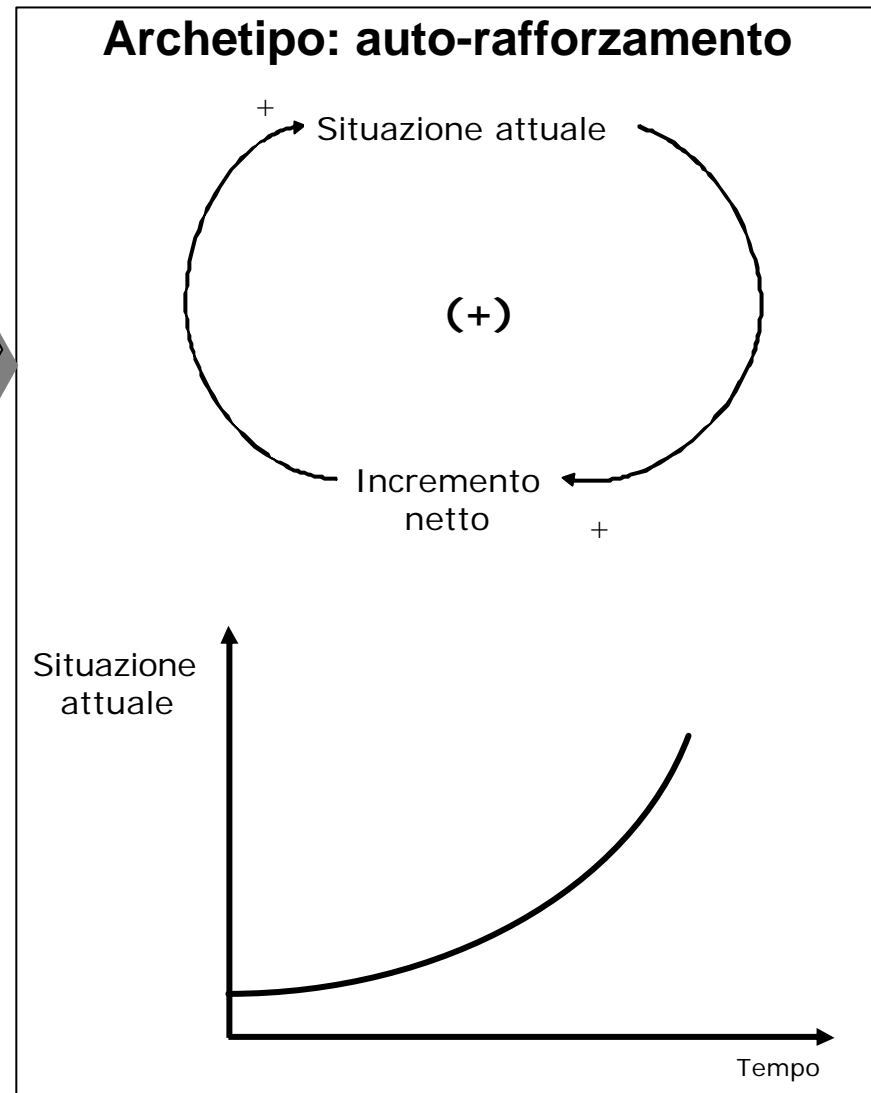
1. Ricavi
2. Investimenti commerciali
3. *Ordini di vendita*
4. *Utili*



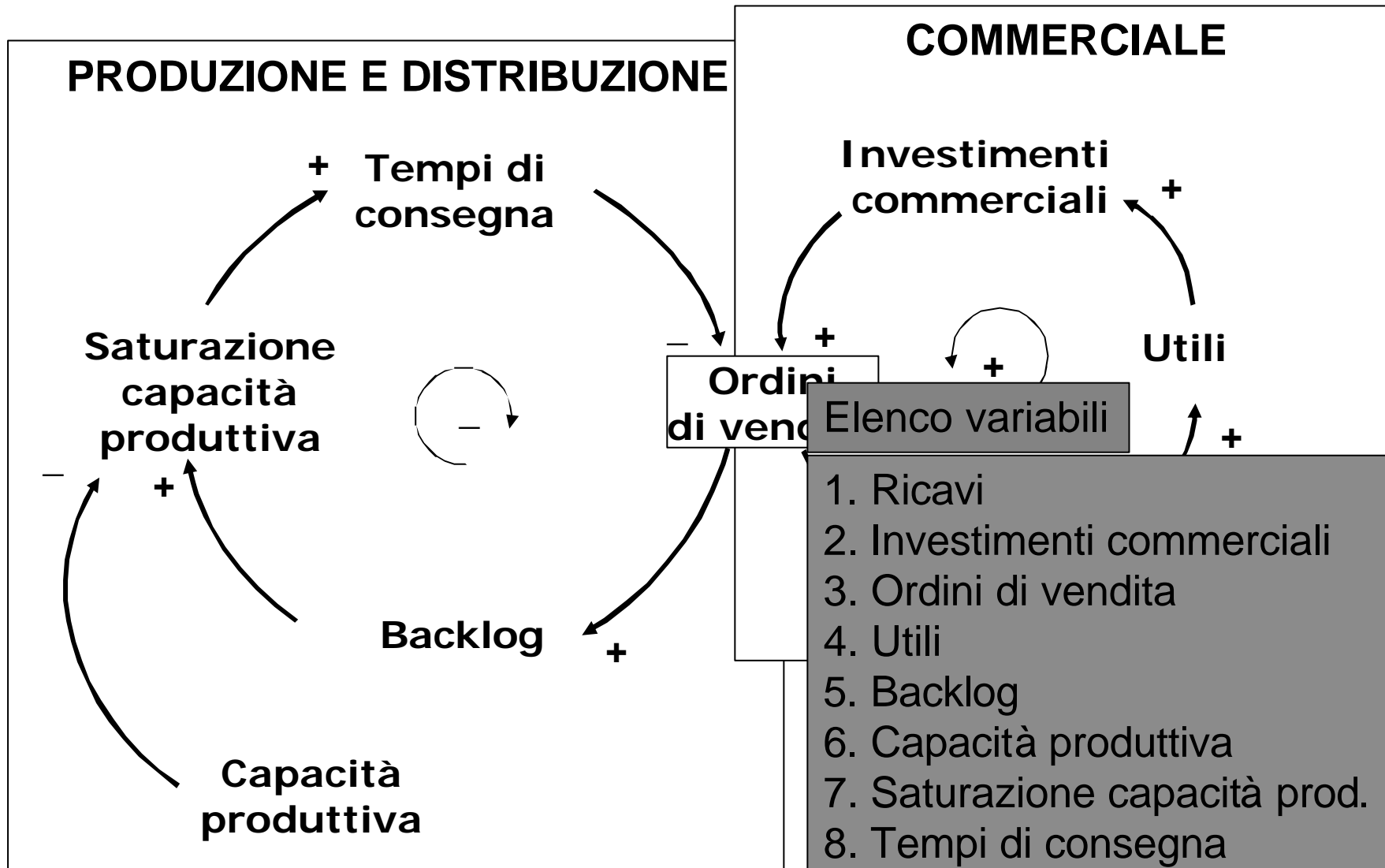
MAPPA CAUSALE iniziale: commenti



manca qualcosa !



FASE 3: MAPPA CAUSALE finale



Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)
2. Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema

B. ipotesi sulle cause del problema

3. Deduco la mappa causale (circoli causali)

C. formulazione del modello

4. Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)
5. Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)

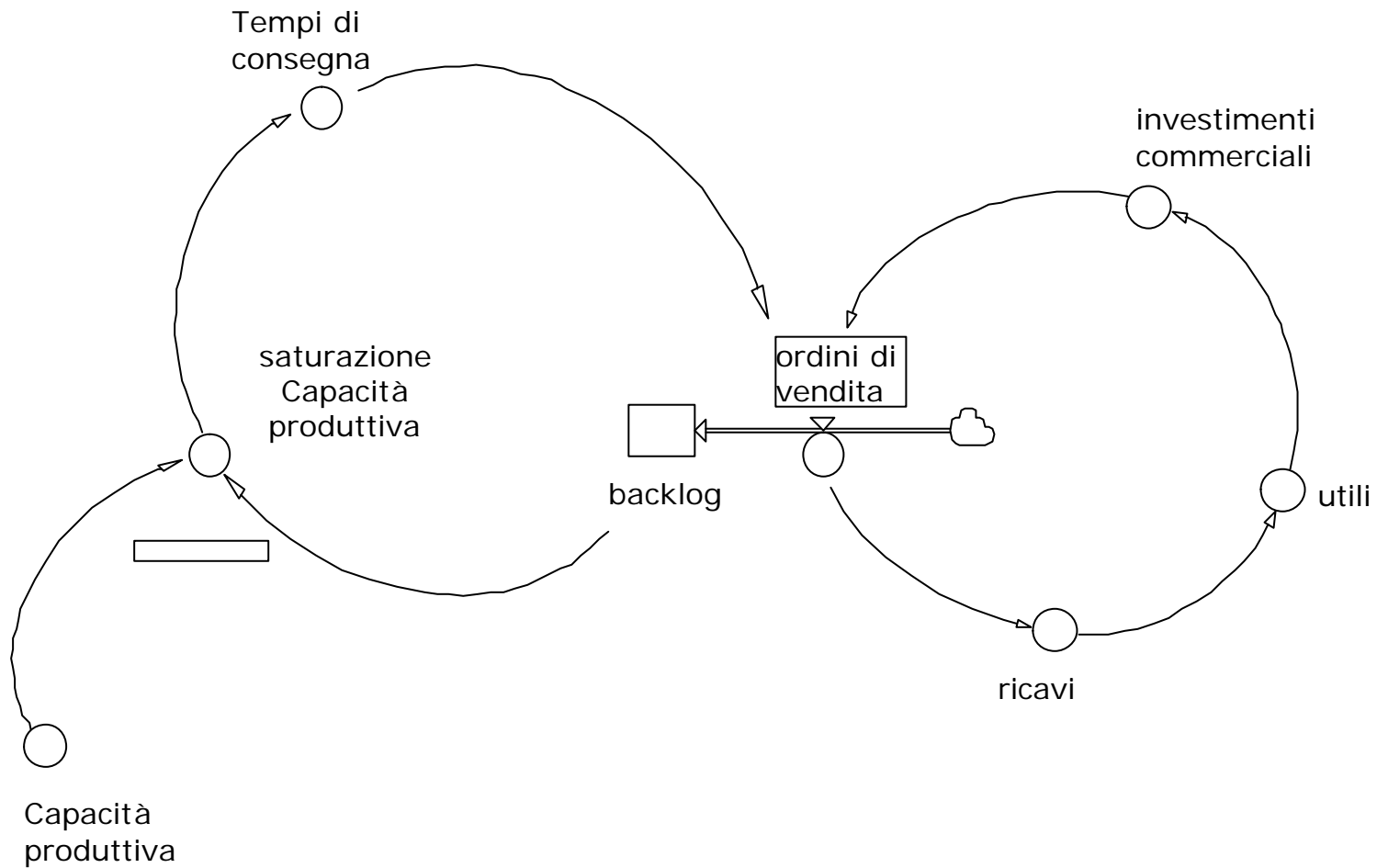
D. test sulla validità del modello

6. Testo il modello

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI
8. Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato
→ POLICY
9. Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori

FASE 4: MAPPA STRUTTURALE



Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)
2. Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema

B. ipotesi sulle cause del problema

3. Deduco la mappa causale (circoli causali)

C. formulazione del modello

4. Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)
5. Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)

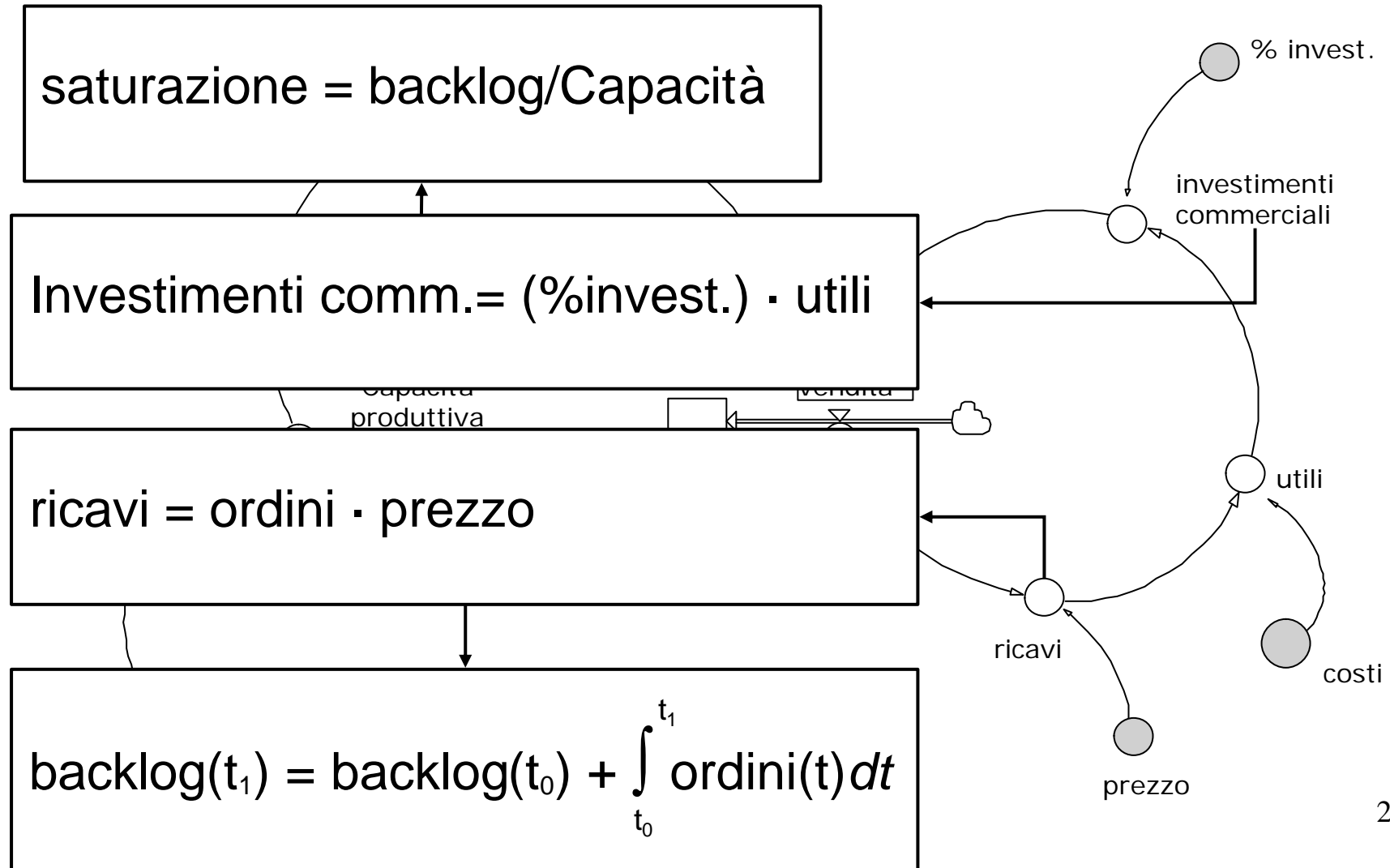
D. test sulla validità del modello

6. Testo il modello

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI
8. Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato
→ POLICY
9. Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori

FASE 5: MODELLO DI SIMULAZIONE



Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)
2. Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema

B. ipotesi sulle cause del problema

3. Deduco la mappa causale (circoli causali)

C. formulazione del modello

4. Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)
5. Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)

D. test sulla validità del modello

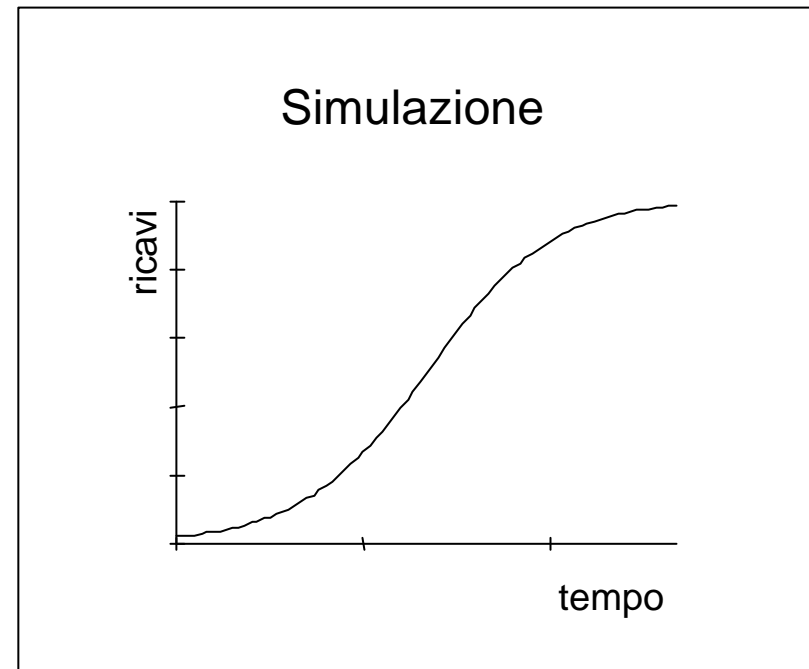
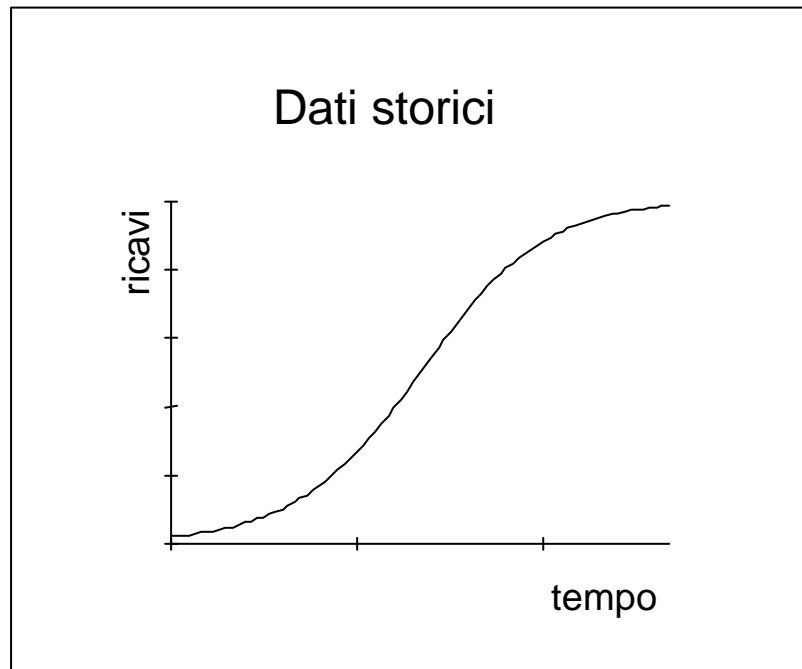
6. Testo il modello

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI
8. Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato
→ POLICY
9. Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori

FASE 6: TEST DI VALIDAZIONE

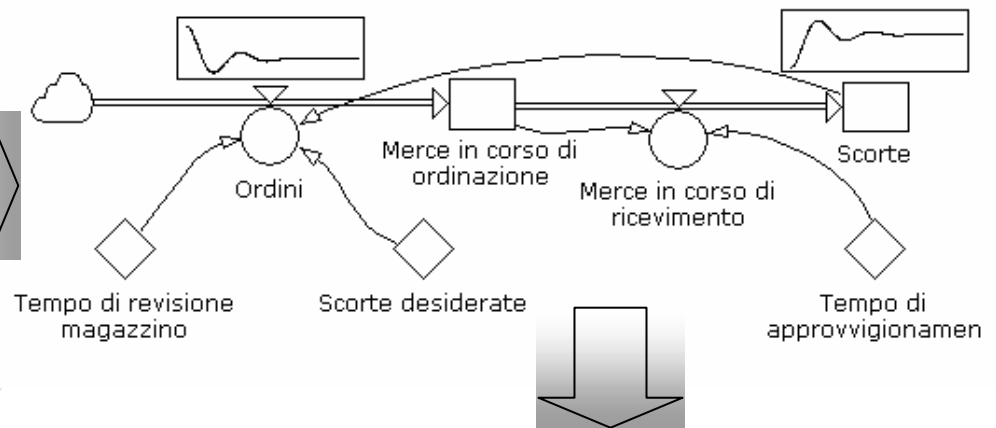
la simulazione con il modello deve sovrapporsi ai dati precedentemente rilevati



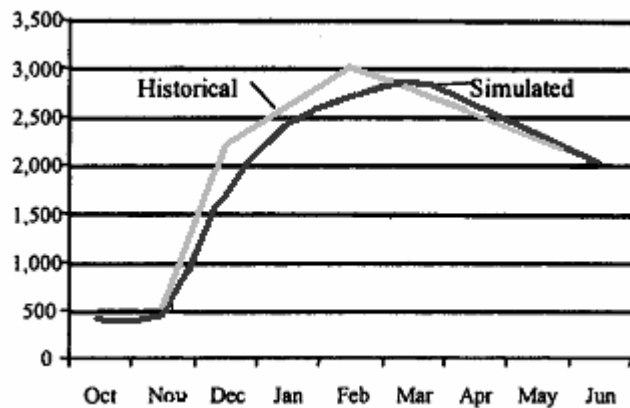
In definitiva, la parte interpretativa ...



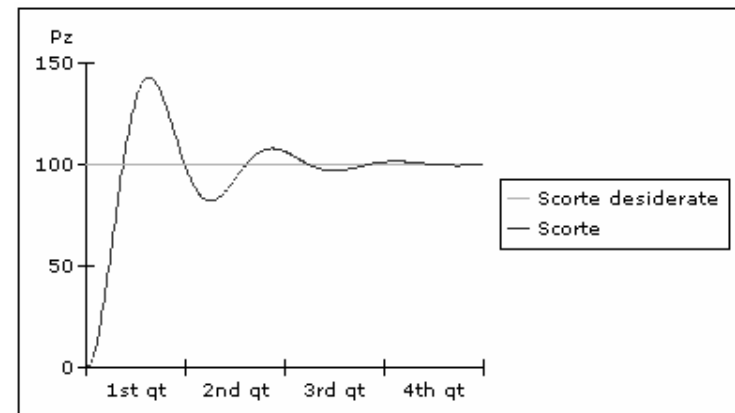
Mappa strutturale e Modello di simulazione



Validazione del modello



Simulazione



Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)
2. Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema

B. ipotesi sulle cause del problema

3. Deduco la mappa causale (circoli causali)

C. formulazione del modello

4. Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)
5. Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)

D. test sulla validità del modello

6. Testo il modello

E. definizione e valutazione delle soluzioni

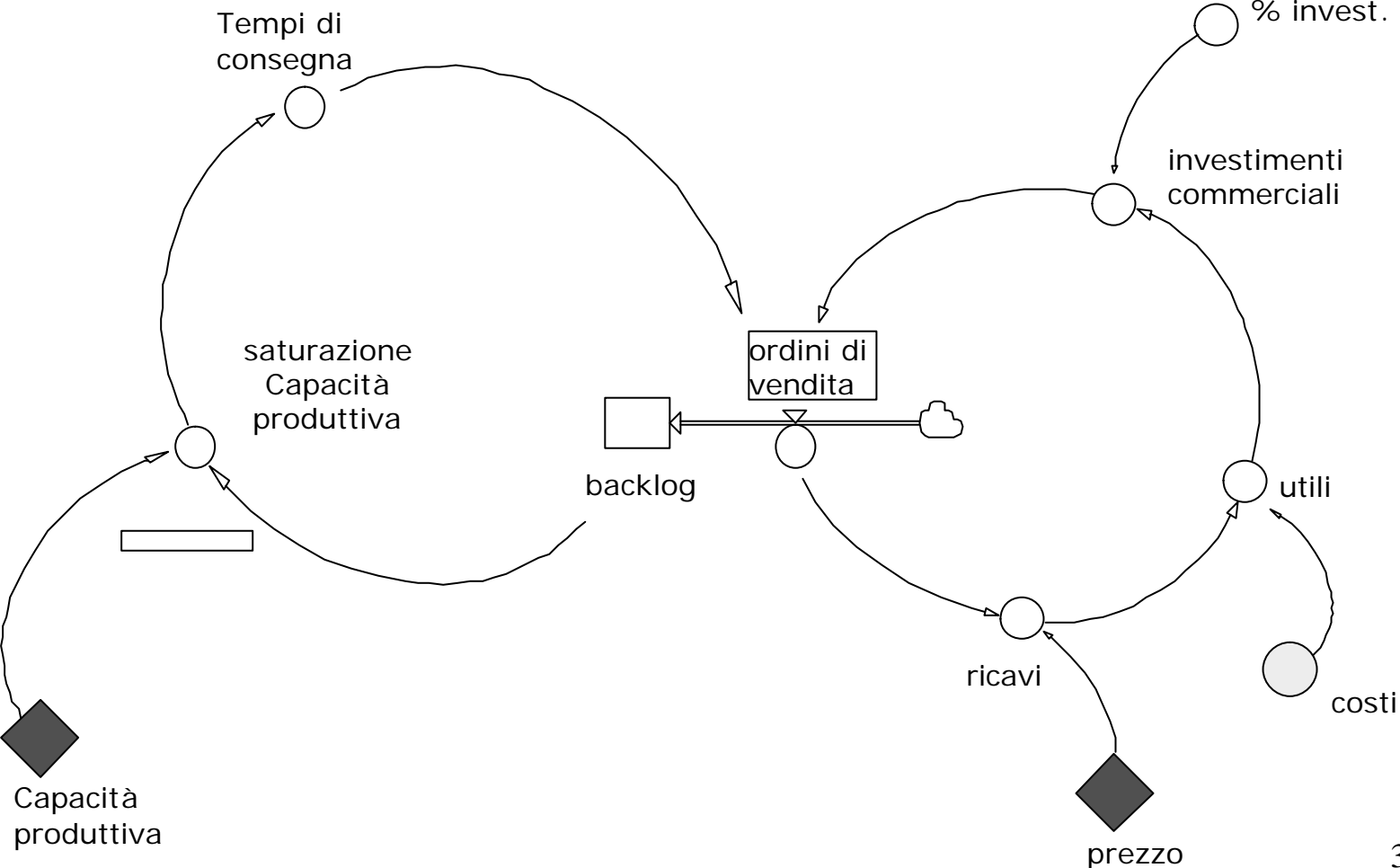
7. Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI
8. Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato
→ POLICY
9. Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori

FASE 7: DEFINIZIONE SCENARI

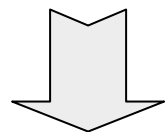
- Capacità produttiva COSTANTE
- Prezzo COSTANTE
- Costi (3 ipotesi):
 - invariati
 - + 5%
 - + 10%

**In questo caso,
gli scenari sono definiti dalla variabile “Costi”**

VARIABILI DI SCENARIO



FASE 7: SCENARI



SCENARI	<u>1</u> costi invariati			
	<u>2</u> costi +5%			
	<u>3</u> costi +10%			

Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)
2. Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema

B. ipotesi sulle cause del problema

3. Deduco la mappa causale (circoli causali)

C. formulazione del modello

4. Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)
5. Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)

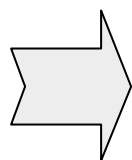
D. test sulla validità del modello

6. Testo il modello

E. definizione e valutazione delle soluzioni

7. Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI
8. Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato
→ POLICY
9. Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori

FASE 8: IPOTESI SULLE LEVE (*POLICY*)



		POLICY		
		<u>1</u> % investimenti comm. 0%	<u>2</u> % investimenti comm. 2%	<u>3</u> % investimenti comm. 5%
SCENARI	<u>1</u> costi invariati			
	<u>2</u> costi +5%			
	<u>3</u> costi +10%			

Fasi del processo di modellazione

A. definizione del problema

1. Individuo il problema manifestatosi (evoluzione inaspettata di una variabile)
2. Identifico le variabili chiave che costituiscono il sistema

B. ipotesi sulle cause del problema

3. Deduco la mappa causale (circoli causali)

C. formulazione del modello

4. Esplicito la mappa strutturale (accumuli e flussi)
5. Formulo il modello di simulazione (equazioni di struttura)

D. test sulla validità del modello

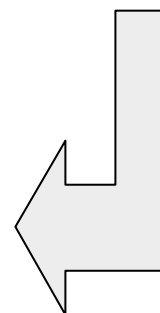
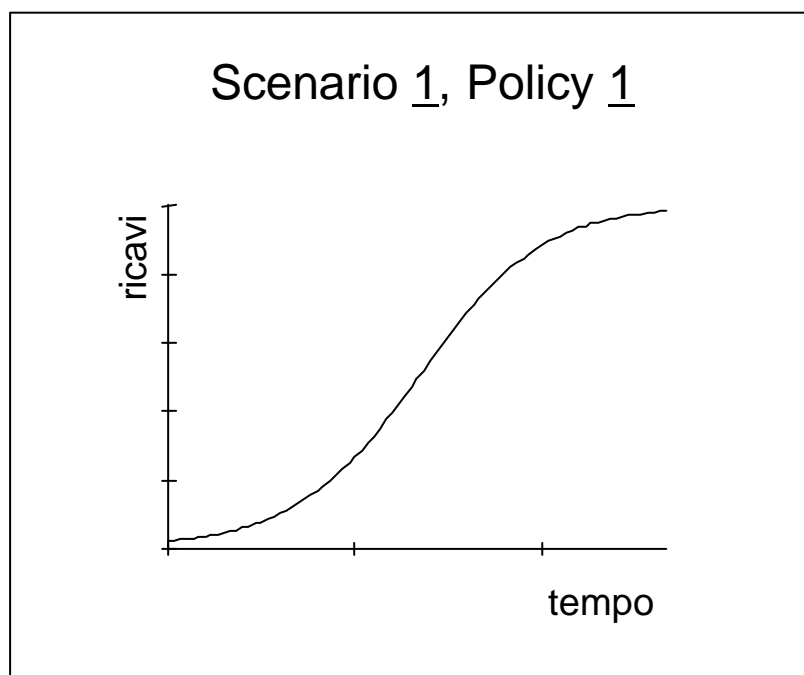
6. Testo il modello

E. definizione e valutazione delle soluzioni

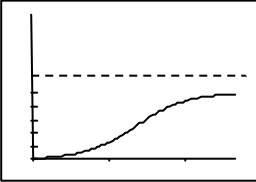
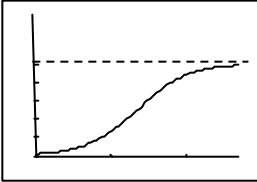
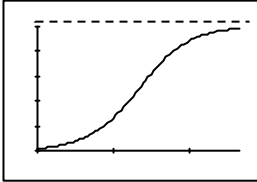
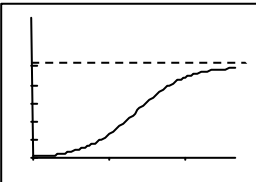
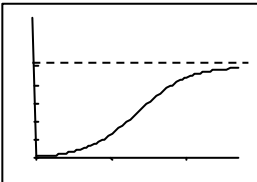
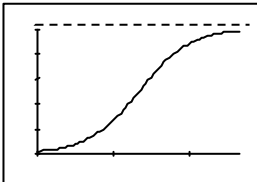
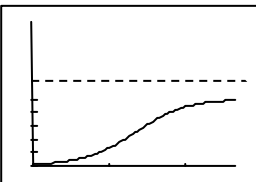
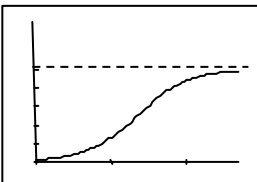
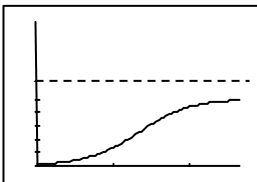
7. Classifico i possibili comportamenti futuri delle variabili esogene → SCENARI
8. Individuo diverse ipotesi sulle leve interne preposte all'ottenimento di un risultato
→ POLICY
9. Valuto l'impatto delle leve nei vari scenari e scelgo le migliori

FASE 9: L'IMPATTO DELLE LEVE SULLE PRESTAZIONI

Per ogni coppia scenario/policy, faccio “girare” il modello sul computer e registro il comportamento delle variabili che abbiamo indicato come prestazioni, ad esempio



Sintesi delle simulazioni

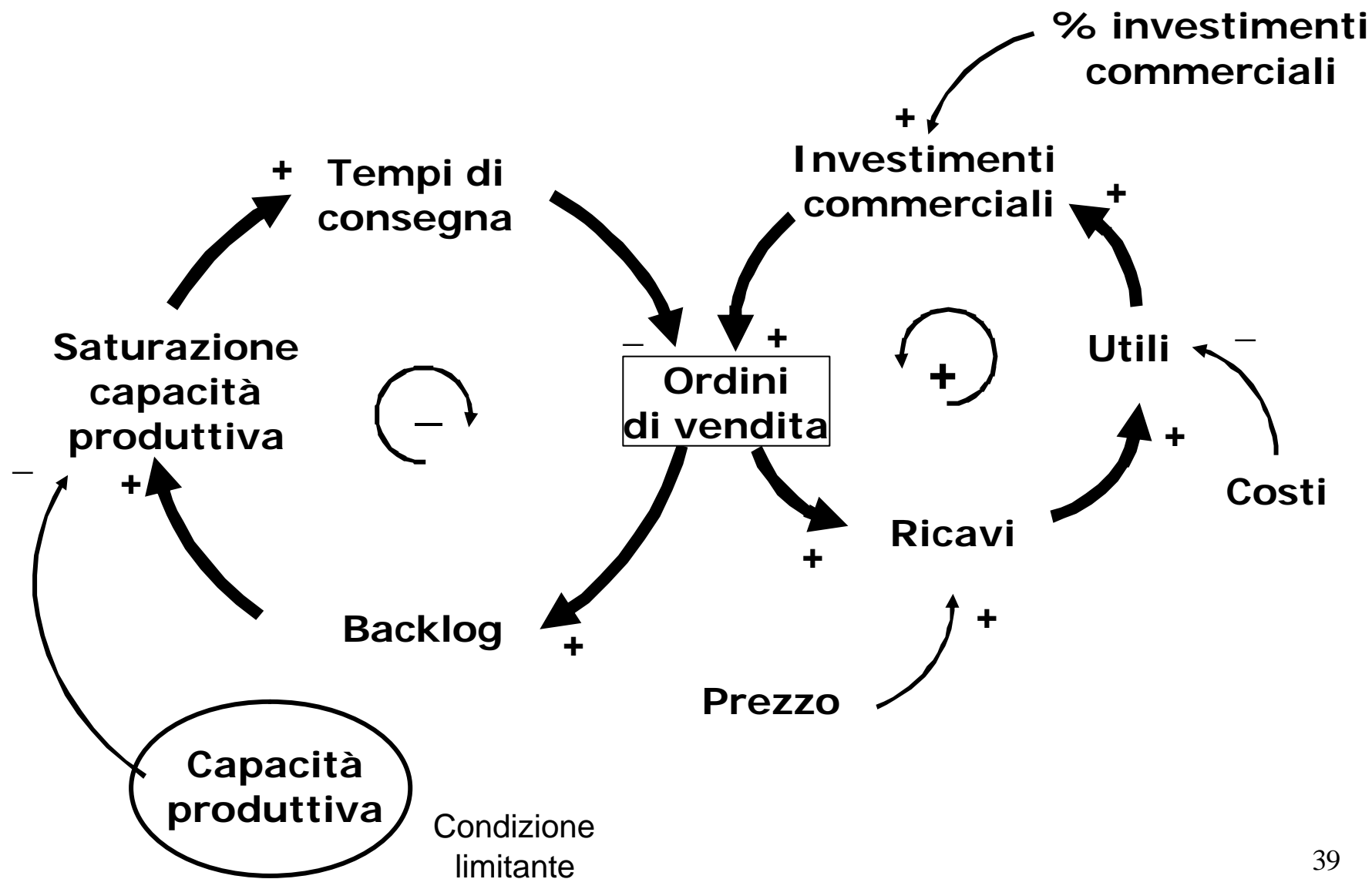
		POLICY		
		<u>1</u> % investimenti 0%	<u>2</u> % investimenti 2%	<u>3</u> % investimenti 5%
SCENARI	<u>1</u> costi invariati	Ricavi = bassi 	Ricavi = medi 	Ricavi = alti 
	<u>2</u> costi +5%	Ricavi = medi 	Ricavi = medi 	Ricavi = alti 
	<u>3</u> costi +10%	Ricavi = bassi 	Ricavi = medi 	Ricavi = bassi 

Considerazioni

Nell'esempio che abbiamo visto, tutte le simulazioni presentano crescita ad 'S', anche se differenti fra loro.

In effetti siamo in presenza dell'archetipo "*limiti alla crescita*".

Mappa causale dell'archetipo "limiti alla crescita"

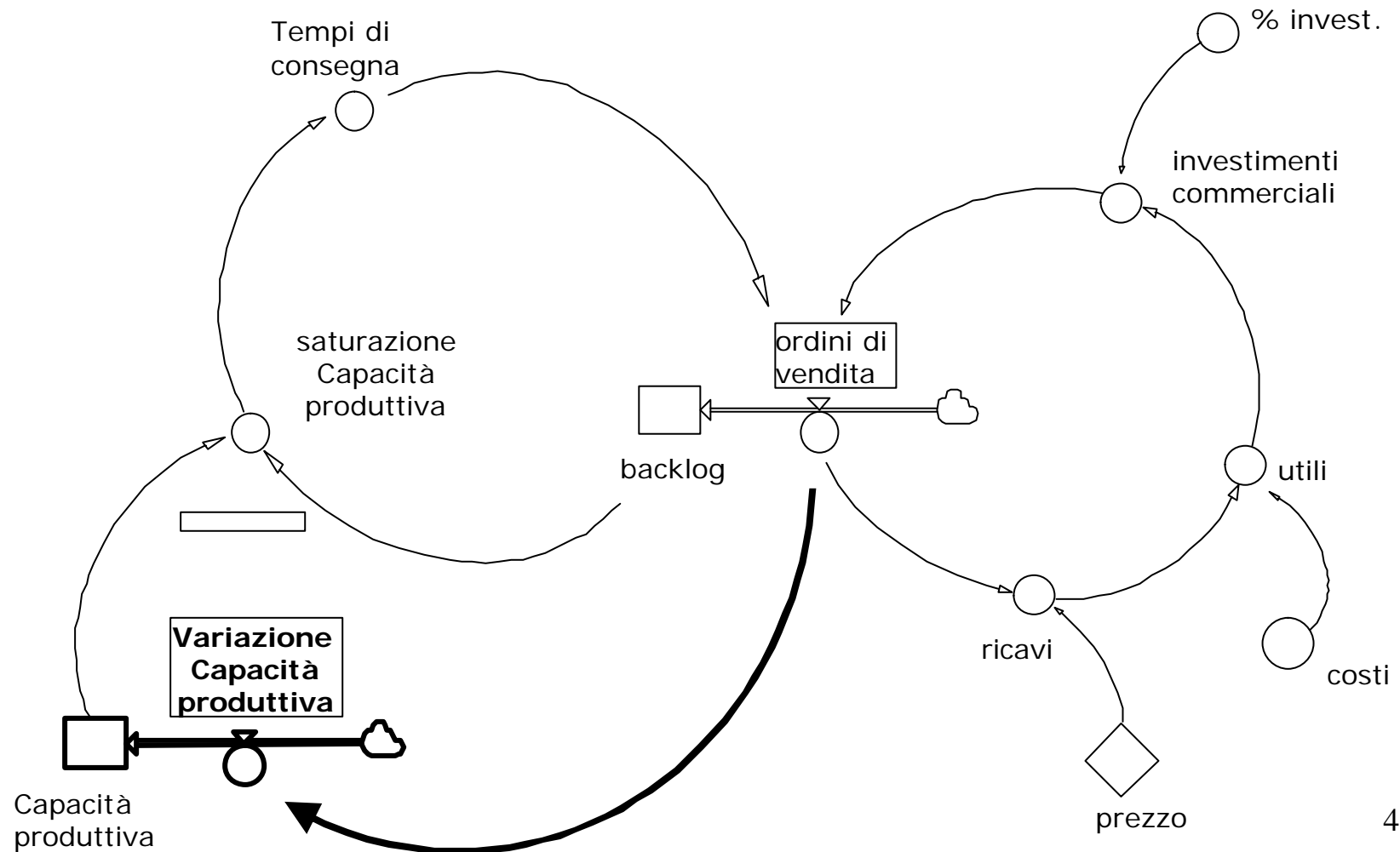


RE-ENGINEERING

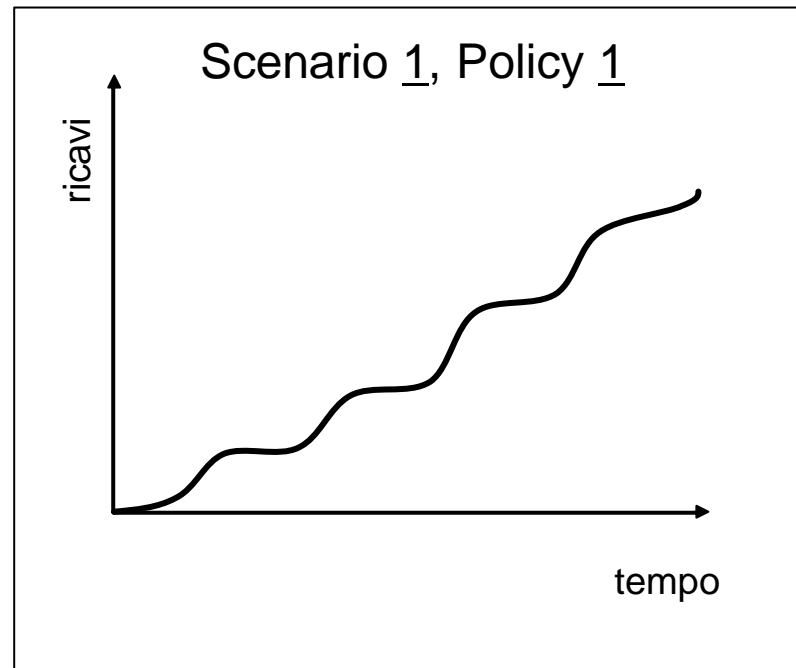
L'analisi what if che è stata fatta ci fa capire come la capacità produttiva costituisca una condizione limitante per la crescita.

Possiamo **re-ingegnerizzare** il processo prevedendo una variazione di capacità produttiva in relazione al numero di ordini.

Mappa strutturale reingegnerizzata



Esempio di simulazione del modello reingnerizzato



Conclusioni

- Il processo di modellazione è costituito da **5 macro-fasi** che vengono disaggregate in **9 micro-fasi**
- Il processo di modellazione è **iterativo**
- Un modello non può essere ritenuto definitivo: è invece suscettibile di modifiche